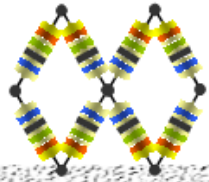
الإلكترونيات

الإصدار الخامس

تطبيقات صناعية

تأليف سرمد نافع



الألكترونيات الصناعية

الاصدار الخامس

تأليف

سرمد نافع

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

قَالُوا۟ سُبْحَٰنَكَ لَا عِلْمَ لَنَآ إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَآ ۖ إِنَّكَ أَنتَ ٱلْعَلِيمُ ٱلْحَكِيمُ ﴿٣٢﴾

البقرة: ٣٢

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي يسر لي تمام ما بدأت به ، ومن يستحق الحمد سواه.

لعل أسوأ ما نتعرض له هذه الأيام هو الحرمان من التيار الكهربائي، وما عسى المرء أن يفعل؛ لا حول ولا قوة إلا بالله ... والشكوى إلى الله.

إصدار الالكترونيات هذا، يغلب عليه الطابع الصناعي أكثر من طابع الهواة، والتطبيقات الصناعية تتصف بأنها تحقق مردود مادي لمن يعمل بها. وهذا ما أرجوه لجميع الفنيين العراقيين بدلاً من الترحال طلباً للعمل في البلدان، ليلاقوا ما لم يعتادوا عليه. ومع ذلك نجد إن الموازيين تتغير وتتقلب، فمثلاً، عندما أبحث عن التطبيقات في المصادر أراني لا ألقي بالاً للدوائر التي تتغذى من المصدر العمومي، لكني أتأمل كثيراً وأراجع الدوائر التي تتغذى من البطارية. كذلك لم أعد أتأمل دوائر التلفون التقليدي، إذ لم يعد للتلفون التقليدي حضور بين الناس في المنازل. ولولا إن تجار الشورجة سلمهم الله يستوردون البطاريات، لما نظرت إلى الدوائر التي تعمل بالبطارية هي الأخرى.

الفانوس الذي يولد التيار الكهربائي لتشغيل راديو الصمام، جرى استيراده من الصين في ستينات القرن الماضي أيام الزعيم الراحل عبد الكريم قاسم، حتى هذا الفانوس لم نتمكن من الاستفادة منه أو تصنيع مثيل له، إذ إن مادة النفط لم تعد متوفرة ولم تعد أسعارها معتدلة كما نعرفها.

وقد فكرت كثيراً في مولدات التيار الكهربائي من الرياح، إذ أجد الإعلان عنها في المجلات الفنية التي تصدر في لندن، والأنواع التي يعلن عنها في لندن تصنع في الصين بطبيعة الحال، لذا يمكن استيرادها بسعر رخيص. ولكن الرياح بأمر الله ساكنة في مدينتنا في معظم أيام السنة. لذا يتعين طرد هذه الأفكار التي لا طائل من وراءها.

في أسواق لندن أيضاً تباع ألواح شمسية من الصين، لكن المنتج العراقي لشركة المنصور أفضل من المنتج الصيني إذ يتطابق مع مواصفات شركة سيمنس الألمانية (وهذا لا يمنع ظهور قطع عاطلة بسبب النقل). وفعلاً وجدت المنتج القديم قد عرض في السوق قطع جديدة من الشركة داخل حوياتها الكارتونية بسعر 165$ للّوح الواحد ذوات قدرة 30W بفولتية خارجة مقدارها 12V DC أي ما يكافئ

تيار تجهيز 2A تقريباً؛ فإذا ما استعملنا أحد هذه الألواح بعد إضافة دائرة كهربائية له كالموضحة في الإصدارات السابقة من الالكترونيات لشحن بطارية 12V ذات سعة 60Ah (وهي بطارية صغيرة مقارنة مع ما يستعمل مع العاكسات)، نجد إن أقل تيار مسموح به هو 10% من سعة البطارية أي 6A ويتعين على الشاحنة الشمسية أن تشحن بكامل طاقتها لمدة ست ساعات ليتم شحن البطارية الصغيرة.

هذا ممكن لكن هل اللوح الشمسي سيعطى فولتية أكثر من 12V بما يكفي لسوق تيار 2A داخل البطارية ؟ فإذا لم يكن كذلك يتعين استعمال لوحين شمسيين بدلاً من واحد، أما إذا كانت الفولتية مناسبة وهو ما نرجو يتعين المحافظة على اللوح من أن يصيبه طلق ناري طائش، وهو يواجه ألق الشمس البهية من فوق أسطح منازل العراقيين الطيبين. فإن تمت المحافظة على اللوح ! نتساءل يا ترى هل تكفي بطارية بسعة 60Ah في حالتها المثلى لتغطية احتياجات الفرد مساءً وكم ستعمر وهي تكلف أكثر من 40$.

العقدة في سعر اللوح الشمسي، قد يكون استبداله بمولدة لشحن البطارية أجدى. ولم شحن البطارية لم لا نستعمل المولدة لتجهيزنا بالكهرباء بشكل مباشر ؟ ... لأن توفر البنزين متقلب، قد تأتي أيام لا يمكن الحصول على البنزين. لكن البطارية تتلف إذا لم تبقى دائما مشحونة كما هي في السيارة. إذن... نعيد النظر في اللوح الشمسي !

قد يسأل سائل ولم هذا الكلام المولدات الكبيرة منتشرة بين المنازل والكثير من الناس مشتركين للحصول على خدماتها. أقول إن الكثير من الناس أيضاً لا يملك إيراد ثابت لدفع مرتب الاشتراك إلى صاحب المولدة الكبيرة. وهذه الكثرة من الناس تعتمد حصراً على تجهيز الكهرباء الوطنية بالكهرباء لهذا أقول إن الشكوى خالصة لله ... وإلى الله الرُجعَى.

الكثير من صفحات هذا الإصدار قد جرى تحرير نصوصها باستعمال الهاتف المحمول، ثم نقلها إلى برنامج معالجة النصوص، والباقي تم تحريره عند توفر الكهرباء.

مقال (المرشحات) الذي وعدت به في كتيب (المستقبل البلوري للهواة الشباب والفتيان)، كنت سأضعه في إصدار قادم لهواة بناء أجهزة الراديو لكني آثرت وضعه في هذا الإصدار؛ موضوع المرشحات هذا موضوع نادر لا تجد مثله في المصادر.

في بداية عقد التسعينات ظهرت صرعة الكتابة المتحركة، هي ليست جديدة، فقد سبقتها العارضة المنصوبة في الباب الشرقي أيام الستينات. وسنتكلم عنها بإسهاب عند إتمام إعداد موضوعها في إصدارات قادمة بمشيئة الله.

أتممت في هذا الإصدار برامج رسم التدريجات الدائرية وتدريجات الفولت ميتر. وهي الآن جاهزة على القرص المرفق لمن يريد أن يستعملها أو أن يطور عليها.

ضمنت في القرص المرفق عدة برامج (يفضل أن توضع على القرص الصلب قبل تشغيلها) قد تكون مفيدة لمن يعمل في هذا الحقل.

لا أدري ماذا قدمنا للفتيان الشباب هواة الكهرباء والالكترونيات، يا حبذا لو تلتفت إليهم هيئة الشباب والرياضة وهي أولى بهم من أي معهد للقطاع الخاص، لما تتصف به من صفة أبوية راعية لهم. خاصة طلاب إعداديات الصناعة، الذين التحقوا معظمهم بهذه الإعداديات لحبهم الشديد لموضوع الالكترونيات.

مناهج الدراسة لا تكفي ... الطالب يحتاج أن يجد ورشة يبني فيها دوائر تستهويه ويجري التجارب ليتعرف إلى هذا العالم ويسأل بلا ملل ليجد من يجيب على أسئلته بلا ملل أيضاً. يا حبذا لو تهيئ لهم الوزارة ولو مركز واحد يحوي ورشة بأقل المتطلبات، لنعدّ لهم دورات للهواة يتعرفون بها على هذا العالم عالم الالكترونيات، ونوفر لهم من الدوريات (المجلات) التي تصدر في الدول المتقدمة على الأقل نسخ على أقراص ليشاهدوا ماذا يوجد وماذا ظهر في هذا العلم. قبل أن تمر عليهم السنون ليجدوا أنفسهم مشغولين بزوجاتهم وعائلاتهم.

محتويات القرص المرفق

١- EZITIMER V96 هو برنامج يحاكي الدائرة المتكاملة 555 المعروفة بالمؤقت، ويمكنك تغيير المتسعة والمقاومة لتشاهد ماذا يحدث للخارج من الدائرة.

٢- Hardware E Book هي صفحة انترنت عليها روابط لملفات مرفقة معها لأنواع مختلفة من القوابس والمقابس ومرافئ الحاسبة والكثير الكثير لتجد المعلومات المطلوبة حولها.

٣- Math tool برنامج لإجراء العديد من الحسابات الكهربائية المفيدة.

٤- VB_6 Update SP6 هو تحديث الحزمة السادسة لبيئة البرمجة البيسك المرئي.

٥- OSC برنامج أسلسكوب لمشاهدة الإشارات الكهربائية الداخلة من مقبس المايكروفون.

٦- PWRFAC برنامج لحساب قيمة المتسعة لتصحيح عامل القدرة.

٧- REGLO برنامج مسطرة على سطح المكتب عليها أنواع من التدريجات (ملم انج بكسل تويب ...) وهي مفيدة عند استخدامها مع برامج الرسم، ويجب أن تتساوى قيمة Zoom

لورقة الرسم مع المسطرة. وهو برنامج محدد بفترة زمنية!؛ لكن يستحق مشاهدته والتعرف عليه.

٨- Win Spec هو برنامج أوسلسكوب ومحلل طيفي ضمن الترددات السمعية. وقد لا يعمل بالكامل إلا بعد التسجيل أو قد يعمل ؟ إذا لم يروق لك امسحه.

٩- Data Book برنامج كامل وممتاز لخزن البيانات حول القطع الالكترونية ويتضمن خزين كبير للمتكاملات المنطقية والرقمية مع جداول الحقيقة لها بالإضافة إلى المتكاملات التماثلية، ويُيَسر لك إنشاء جداول وحقول خاصة بك لإدخال المكونات الخاصة بك.

١٠- Express PCB برنامج كامل لرسم الدوائر الالكترونية وإعداد الألواح المطبوعة لغاية أربع طبقات وهو برنامج سهل الاستخدام ولا يحتوي على برامج تجسس ولا يطلب الاتصال بالانترنت أيً كان السبب وهو مجاني و لا يحتوي على إجراءات حماية لذا نراه يعمل بدون مشاكل، والمنتفعين منه جارين على تطويره والغاية منه لكي يسهل طلب ألواح مطبوعة من المصنع الذي قدمه مجاناً، وهو لا يتضمن Auto Router أو Auto Place وقد ثبت عملياً مع البرامج الحاوية على هاتين الوظيفتين، أن على المستخدم أن يتدخل ويصحح المسارات التي يرسمها البرنامج أو أماكن المكونات، لذا لا أسفاً عند عدم إدراجها فيه. بعد التنصيب ستجد على سطح المكتب اختصارين لبرنامجين الأول لرسم المخططات والثاني لإعداد اللوحة المطبوعة استناداً إلى نقاط التوصيل حسب المخطط. أنا شخصياً أعتبره أحسن برنامج دوائر مطبوعة لو كان يحتوي على خيار تدوير وفق أي زاوية مدخلة لطبعة القدم للمكون، إذ إن التدوير فيه لتسعين درجة فقط.

١١- Parallel Monitor مراقب للمنفذ المتوازي (مرفأ الطابعة) للحاسبة، يمكنك مع هذا البرنامج تفعيل خيار الحصول على تنبيه صوتي عند حدوث أي تغيير في حالة أي من دبابيس المرفأ، وتستطيع أن تغير حالة أي من الدبابيس عن طريق إدخال القيمة الرقمية لذلك التغيير، كذلك يمكّنك من تغيير عنوان مرفأ البيانات ومرفأ السيطرة ومرفأ الحالة إلى أي عنوان آخر. وهو البرنامج الذي تحدثنا عنه في موضوع مرافئ الدخول والخروج للحاسبة.

١٢- Relay timer هذا البرنامج يؤهلك لتشغيل مرحلات موصلة إلى دبابيس مرفأ الطابعة، في الوقت الذي تحدده أنت، والبرنامج مثل أي برنامج لا يمكنه الوصول إلى المرافئ إلا من

خلال برامج قيادة يجب تنصيبها وتجد في مجلد البرنامج أحدها للوندوز 98 والآخر للوندوز NT وطريقة التنصيب تجدها في نفس المكان باللغة الانكليزية. وقد تتساءل لماذا لا يحتاج برنامج QBASIC إلى برامج للقيادة؛ هذا لأنه يستعمل برامج القيادة المضمنة في وندوز، وقد لا يتاح هذا الأمر إلى كائن من كان.

١٣- تدريجات دائرية

١٤- تدريجات الفولتميتر .. هي تتمة ما بدأنا به في الإصدار الرابع وتجد ضمنها الملفات التنفيذية للإصدار الرابع (للذين لا يجيدون استعمال بيئة التطوير للبيسك المرئي) والملفات التنفيذية للإصدار الخامس.

١٥- Liberty BASIC v4.03 بيئة البرمجة التي قدمتها لنا مجلة الرائد الرقمي.

بوشر بتحضيره في أواخر حزيران ٢٠٠٦

تم الفراغ منه في الثاني من شوّال للسنة القمرية ١٤٢٨ بعد الهجرة النبوية المباركة.

بغداد / أيلول ٢٠٠٧

قاطع الدورة الكهربائية عند حدوث تسريب إلى الأرض

Earth Leakage Circuit Breaker

الغاية من استعمال هذا النوع من قاطع الدورة:

١- لتأمين الحماية للأشخاص عند حدوث الصدمات الكهربائية.

٢- عدم دفع مصاريف تيار كهربائي مهدور إلى الأرض، وإذا حدث ذلك نتحرى عن السبب ونعالجه.

٣- يمنعنا من توصيل الخط المتعادل N إلى الأرض عن طريق الخطأ . إذ إن ذلك يؤدي إلى عطب مقياس الطاقة (الميزانية).

قاطع الدورة هذا يرتكز إلى فكرة إن إدراج كلا خطي القدرة L و N بين فكي مقياس التيار الفكي Clapp meter لا يؤدي إلى قياس أي تيار، إذ سيلغي التيار الذاهب والراجع أحدهما للآخر. أما إذا حدث تسريب إلى الأرض سواء من الخط المتعادل N الذي يحمل فولتية قليلة بطبيعة الحال، أو من الخط L سيتسبب في انحراف مؤشر مقياس التيار الفكي مشيراً إلى مقدار التسريب.

التيار الذي سبب الانحراف يُراقَب، وعندما يصل إلى حد معين مثل 2mA تتولى دائرة الكترونية بقطع الدورة عن الحمل، وبذلك تتوفر حماية لا بأس بها لمن تعرض لصعقة كهربائية. الجزء الذي يتحسس التيار والذي يحيط بخطوط القدرة يمكن أن يكون على عدة أشكال:

١. الملف ذو الفكين كالمستعمل في مقياس التيار الفكي.

٢. محولة التيار Current transformer التي توصل إلى مقاييس التيار المتناوب يمرر في وسطها الأسلاك الناقلة للتيار جميعها.

٣. محولة قدرة صغيرة ينزع منها الملف الثانوي مع الإبقاء على القلب المعدني ويلف بدل الملف الثانوي خمس لفات لخطي نقل القدرة L و N.

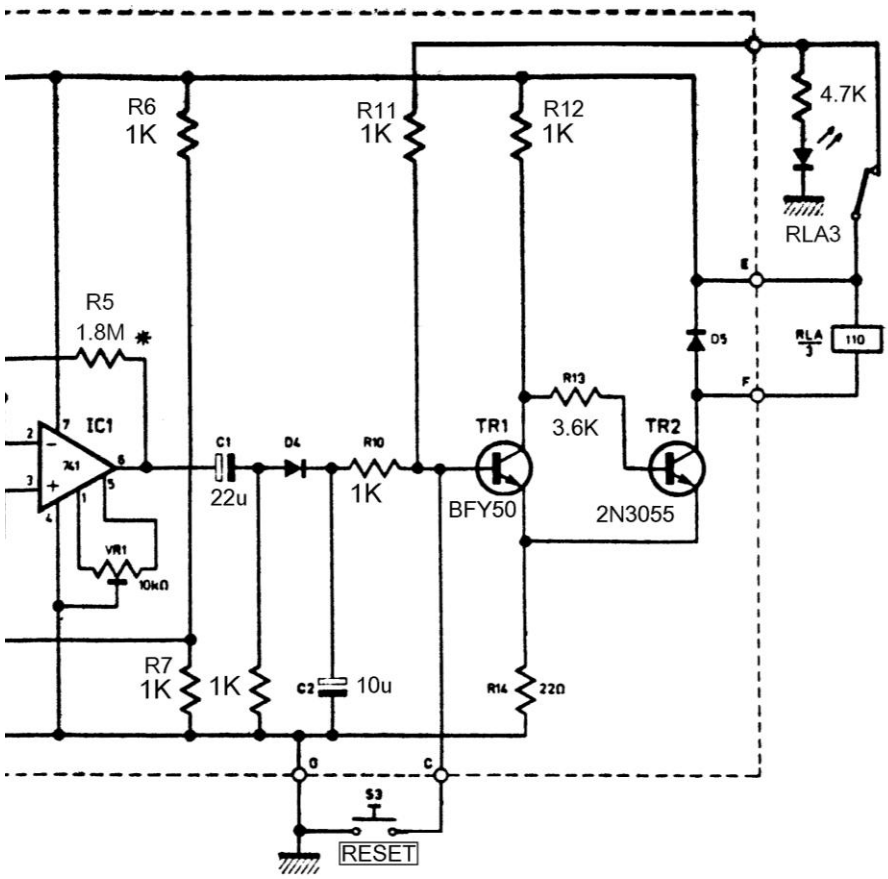
كسب الفولتية للمضخم هو 180 ويمكن خفض هذا الكسب عندما نرغب. في النموذج الأولي تم استعمال مقاومة تغذية عكسية R5 تبلغ 680 كيلو أوم ، وتحقق بذلك كسب يبلغ 68 .

الخارج من 741 عند الطرف 6 هو موجة جيبية تتغير في السعة حسب الإشارة من المحولة التفاضلية differential transformer وبما إن هذه الإشارة تعتمد على التسريب، سيكون الخارج من المضخم يعتمد على مقدار التسريب leakage، والعلاقة بينهما قد لا تكون خطية.

يساق المرحل من خلال دائرة القادح شمت المؤلفة من الترانزستورين TR1 و TR2. وعند تشغيل الدائرة فإن ملامسات المرحل المغلقة بطبيعتها RLA3 Normally closed تُبقِي الترانزستور TR1 في حالة توصيل من خلال توصيل قاعدته إلى الخط الموجب عبر المقاومة R11.

عندما يكون TR1 في حالة توصيل فإن استقطاب الجامع واطئ ولا يمر تيار إلى قاعدة الترانزستور TR2 وبذا يكون المرحل RLA مطفأ. هذه الحالة يمكن عكسها عند استعمال المفتاح Reset S3. حيث يتم تحويل تيار قاعدة TR1 إلى الأرض، الآن ترتفع فولتية الجامع ويمر التيار عبر R12 و R13 إلى قاعدة TR2، والنتيجة أن المرحل Relay يمسك. ويبقى ماسكا بفعل ملامسات RLA3. الدائرة عموما تمسك عند 2V على المدخل وتسقط عند 1.5V .

عندما تعمل الدائرة بشكل صحيح سيبدو أن المرحل يسقط أسرع من حالة المسك، وهذه هي الحالة الاعتيادية. وإذا كانت الفولتية عند جامع TR2 تتجاوز خلال المسك واحد فولت، عند ذلك يمكن إقلال قيمة R13 أو يستعمل ترانزستور ذو كسب أعلى. يجب على من يستعمل هذه الدائرة أن لا يقوم بإعادة تهيئة الدائرة من خلال S3 دون البحث في السبب الذي حمل الدائرة على أن تقطع التجهيز.

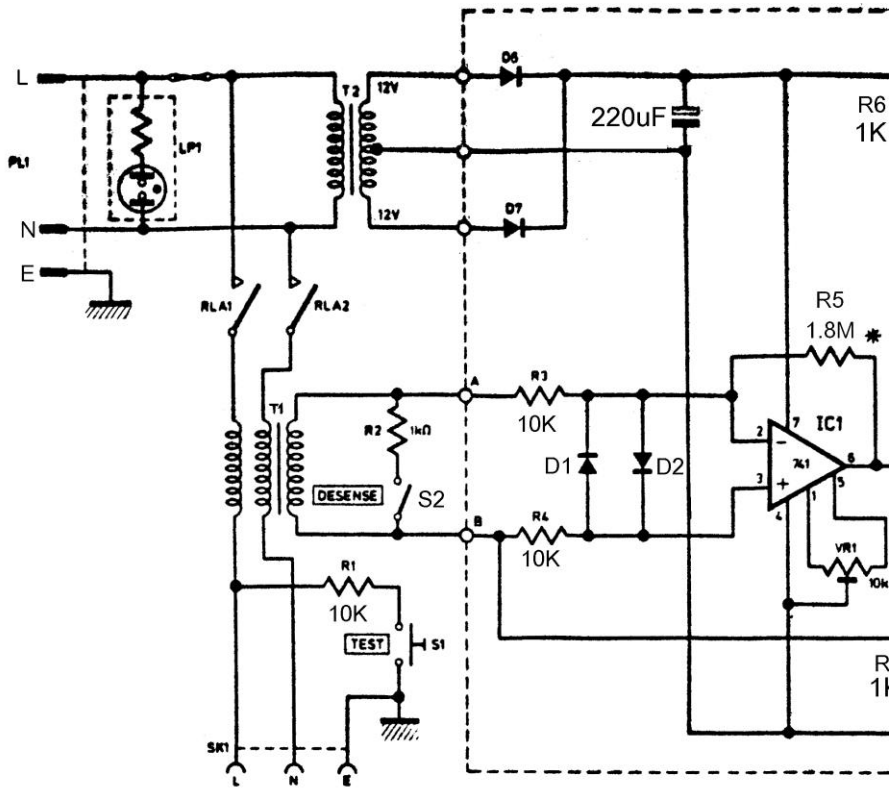


الشكل(A) **الدائرة الكهربائية الكاملة لقاطع الدورة عندما يحدث تسريب للتيار** Earth Leakage.

المخطط الكامل تجده في الشكلA وهو مصمم أساساً لقطع الدورة الكهربائية عند حدوث صدمة كهربائية.

عمل الدائرة

في الشكلA الخارج من محولة التيار Current transformer T1 يغذى إلى مضخم

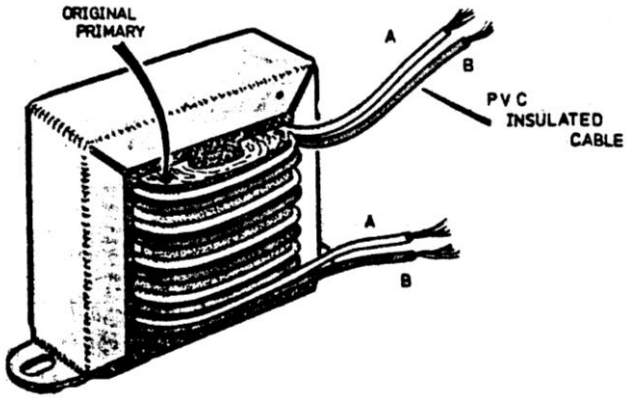


العمليات 741 والتي تمتلك ثنائيين D1 و D2 موصلة بشكل متعاكس على طرفي الدخول لحماية المضخم من التلف إزاء النبضات الإبرية العابرة transients. دائرة الدخول تنتسب إلى النقطة المركزية للمقاومات R6 و R7 وهذه النقطة بمثابة خط 0V، وبهذا يكون مضخم العمليات مجهزاً بفولتية 6V+ و 6V-.

المحولة التفاضلية

وهي قلب الدائرة ويمكن تحضيرها عملياً من محولات القدرة الصغيرة 6V أو 12V وأن لا تكون أكبر من 12VA . يتم رفع الملف الثانوي حيث يتوفر فراغ يكفي لإرفاق خطي تجهيز القدرة إلى جوار بعضهما ولفهما خمس لفات متجانسة. هذه اللفات المزدوجة Bifilar تجعل الفرق بين الملفين مهملاً إن وجد. المحولة التي تم لفها في النموذج الأولي تتألف من ابتدائي ذو 1500 لفة من سلك قياس 38SWG . وقد لوحظ إن خمس لفات كانت كافية للثانوي للحصول على حساسية 2mA .

فيما يلي تجد صورة تخطيطية يظهر فيها إضافة خمس لفات كملف ابتدائي لمحولة قدرة صغيرة.



إضافة الملف الابتدائي الجديد إلى محولة قدرة صغيرة لنحصل على محولة تتحسس التيار Current transformer **أو كما يقال محولة تفاضلية.**

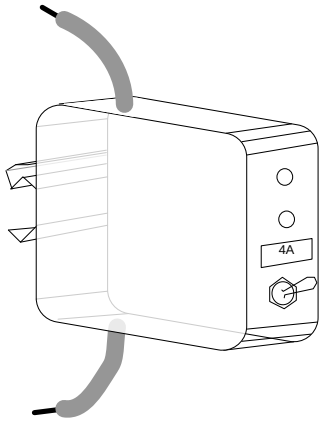
قاطع للتيار المتردد عند تجاوز القيمة المتعاقد على تجهيزها

آل مآلنا إلى التزود بالكهرباء من المولدات المنتشرة داخل الأحياء السكنية دون أي ضوابط، وخطوط التوزيع إلى المنازل المعلقة بإهمال. وقد جرت العادة بالاتفاق على سعر تجهيز الأمبير الواحد، وبذلك يتعاقد المستفيد على شراء ثلاثة أو أربعة أو خمسة أمبيرات حسب حاجته أو أكثر من ذلك، ويَدفَع ثمن قاطع الدورة الخاص به.

في بداية الأمر كانت قاطعات الدورة Circuit breakers ذات منشأ جيد وتؤدي الغرض منها (بقطع التجهيز عند تجاوز القيمة المتعاقد على تجهيزها)، ولكن في الفترة المتأخرة جرى استيراد قاطعات دورة لا تعدو أن تكون أكثر من مفاتيح وليس بينها وبين التيار المكتوب عليها أي صلة (وهي من منشأ جنوب شرق آسيوي).

لذا انبرى القطاع الحرفي بابتكار قاطعات دورة الكترونية تقطع التجهيز حال تجاوز الزبون لقيمة التيار خاصته وتعيده بعد فترة من الزمن.

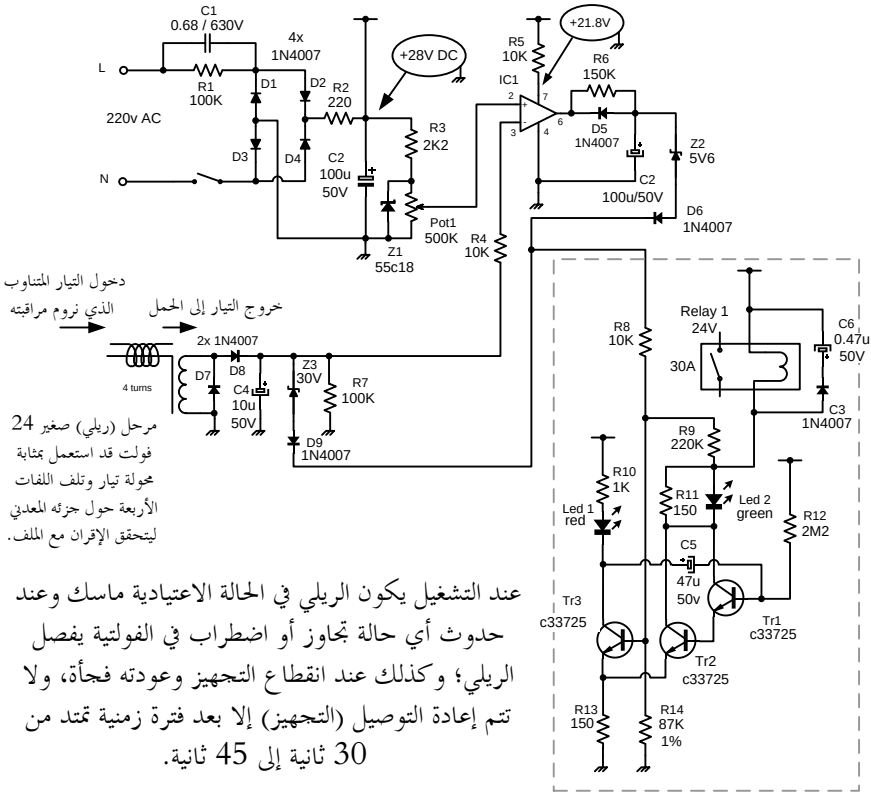
وقد أراحت هذه الأجهزة أصحاب المولدات حتى إن أحدهم لا يفكر بتشغيل مولدة دون الاعتماد عليها. بدلاً من مسك جهاز قياس التيار الفكي وأخذ جولة كل ربع ساعة على خطوط التجهيز.



فيما يلي تجد المظهر الخارجي لأحد هذه الأجهزة، وقد وضعت اللوحة الالكترونية الحاملة للمكونات داخل صندوق بلاستك ينتج في السوق المحلية. تركب هذه الوحدة إلى العارضة المعدنية لحمل المرحلات، وهذه العارضة معروفة في المجال الصناعي. توصل العارضة إلى الخط المتعادل N ليتم توصيل مجمل قاطعات الدورة بالخط المتعادل دفعة واحدة.

في الواجهة الأمامية يوجد مفتاح تشغيل إطفاء للوحدة، وعند الإطفاء تُقطع دورة التجهيز عن الزبون. واثنان من المبينات الضوئية الأخضر للدلالة على الحالة الاعتيادية والأحمر للدلالة على حالة التجاوز.

يخرج من أعلى وأسفل الصندوق طرفي السلك الذي يمر خلاله التيار إلى الزبون، حيث يشد إلى لوحة توزيع الخطوط. ويمكن إجراء التجميع داخل صندوق آخر أو بصيغة أخرى تلاءم ظرف عمل معين. فيما يلي تجد الدائرة الالكترونية لهذه الوحدة.



عند التشغيل يكون الريلي في الحالة الاعتيادية ماسك وعند حدوث أي حالة تجاوز أو اضطراب في الفولتية يفصل الريلي؛ وكذلك عند انقطاع التجهيز وعودته فجأة، ولا تتم إعادة التوصيل (التجهيز) إلا بعد فترة زمنية تمتد من 30 ثانية إلى 45 ثانية.

مخطط الدائرة الكهربائية كاملة لوحدة قاطع الدورة الالكتروني عند تجاوز القيمة المتعاقد على تجهيزها.

شبكة المكونات حول الترانزستورات Tr1 و Tr2 و Tr3 والمحاطة بالخط المنقط تجمع بين خصائص القادح شمت حيث تشترك الترانزستورات بالمقاومة R13 وبين خصائص مذبذب الاطلاقة الواحدة. وإطلاقة المذبذب هذه تمتد من 33 ثانية إلى 40 ثانية وهي فترة التأخير الزمني التي يبقى خلالها مرحل التجهيز Relay1 ساقطاً؛ قدح الشبكة الموصوفة يتم من خلال المقاومة R8 عندما يصل إليها استقطاب مرتفع يقدح الدائرة أي يطفئ المرحل.

قدح الدائرة يتم من خلال طريقين إما من الثنائي D9 وذلك عند حدوث دورة قصيرة مثلاً مما يتسبب في خروج فولتية مرتفعة من ملف المرحل المستعمل كمتحسس تخترق هذه الفولتية ثنائي الزنر Z3 إلى D9 فيطفئ الدائرة في الحال دون أي تأخير.

أو عند حدوث تجاوز في الاستهلاك يكتشفه المقارن المؤلف من IC1 وبعد فترة زمنية يحددها C3 و R6 يخترق الفولتية الموجبة لثنائي الزنر Z2 إلى D6 حيث تقدح دائرة الترانزستورات؛ نقطة تحسس المقارن يمكن تحديدها من خلال اختيار فولتية العتبة الملائمة بواسطة Pot1 ومن خلال مقاومة الضبط هذه يتم معايرة الوحدة لتفصل عند التيار المرغوب وتجهَّز على هذا الأساس دون إعادة ضبط. الثنائي Z1 يوفر إقرار للفولتية على طرفي Pot 1.

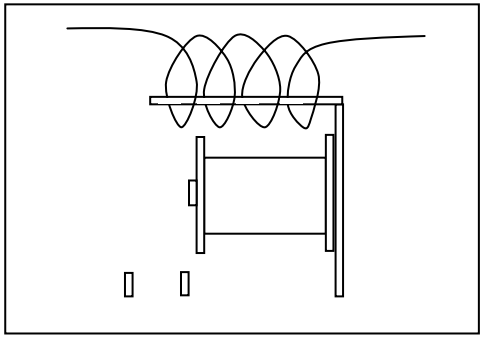
بالإضافة إلى هذا فإن الدائرة المؤلفة من الترانزستورات الثلاثة تقطع التجهيز عند حدوث انقطاع أو هبوط لحظي للتيار الكهربائي الخارج من المولدة، وتعيد التجهيز بعد تمام فترتها الزمنية.

متحسس التيار

يمكن استعمال متحسس التيار الذي جرى وصفه في المقال السابق والمحضر من محولة قدرة صغيرة. كذلك يمكن إعداد متحسس للتيار من المقال المشروح في إصدار سابق من الالكترونيات، كيف يمكن صنع مقياس تيار فكي رخيص الثمن.

ومتحسس التيار الموجود على المخطط مصنوع من مرحل (ريلي) صغير له ملف يعمل على 24V ويتم لف أربع لفات على الجزء المعدني لملف المرحل أو على جسم الملف نفسه. لنحصل

على متحسس صغير الحجم ورخيص الثمن، لكنه قد يكون ضعيف الاعتمادية ويتطلب اهتمام خاص بطريقة عزله وتثبيته.



المخطط في الأعلى يوضح كيف يمكن رفع الأجزاء المتحركة من ملامسات المرحل ولف ملف من أربع لفات على الجزء المعدني ليتحقق إقران حثي بين اللفات الأربع وملف المرحل ذو اللفات الكثيرة.

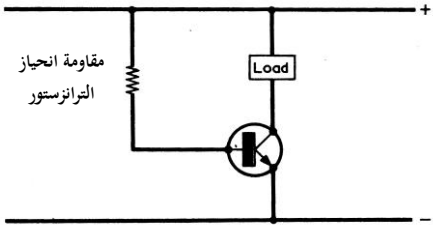
وضع الترانزستور في حالة التوصيل الكامل

Turning Transistors ON

By J.M.Carstairs

طريق مختصر مفيد لإيجاد **أعظم قيمة** لمقاومة الانحياز التي تجعل الترانزستور في حالة توصيل تام Fully on.

في تطبيقات الغلق والفتح الالكترونية نواجه غالباً الحالة الموضحة في الشكل١.



الشكل١ دائرة نستعملها بشكل شائع، حيث يتطلب الأمر وضع الترانزستور في حالة التوصيل الكامل.

ترانزستور ما يتعين عليه تسليط كامل فولتية التجهيز إلى الحمل من خلال دائرة الجامع Collector، ويتم ذلك من خلال سوقه إلى حالة التوصيل بالكامل، وذلك عن طريق التيار المار خلال مقاومة انحياز القاعدة.

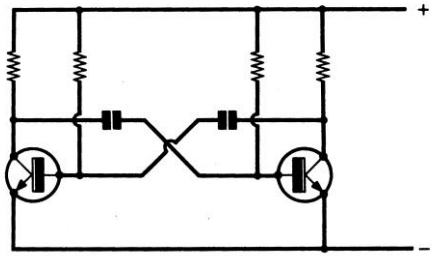
هذه المقاومة تعود (أما بشكل مباشر أو من خلال عنصر فعال) إلى نفس مصدر تجهيز القدرة وكما يفعل الحمل؛ والحمل ممكن أن يكون ملف مرحل relay coil.

الدائرة الأساسية في الشكل١ نرى اثنان منها في دائرة المذبذب الغير مستقر astable multivibrator في الشكل٢. ليس من الضروري للمذبذب المتعدد multivibrator أن يذهب كل ترانزستور إلى وضع التوصيل الكامل hard on خلال دوران المذبذب عند توصيله، ولكن من المفضل أن يحدث هذا.

لهذا فإن تيار الانحياز لكل ترانزستور في المذبذب المتعدد يفضل أن يكون كافياً ليدفع الترانزستور إلى حالة التوصيل الكامل أو التام.

قيمة مقاومة الانحياز Bias Resistor Value

الشكل(a)3 يعيد الدائرة في الشكل١ مع فولتية التجهيز 9V وأضيف إليه قيمة تيار الجامع Collector.



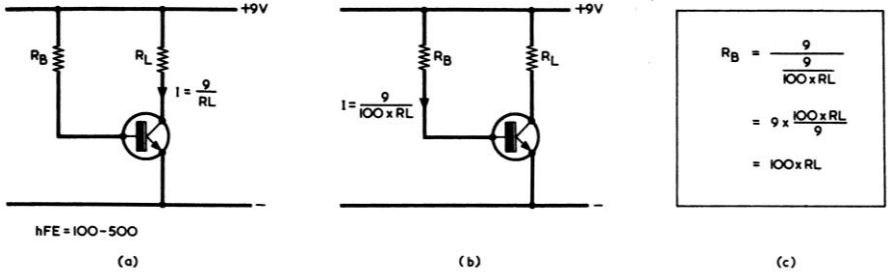
الشكل٢ الدائرة في الشكل١ يبدو اثنان منها في دائرة المذبذب المتعدد القياسية astable multivibrator.

الترانزستور المستخدم يمتلك مدى hFE (تعني كسب التيار عندما يكون الترانزستور موصلاً بطريقة القاذف المشترك) من 100 إلى 500 ونتيجة ذلك، إذا كانت المسألة تعتمد على الحظ قد نلتقط ترانزستور من مجموعة الترانزستورات، يمتلك أوطأ نقطة لكسب التيار في مجموعته 100 مثلاً. إذا كنت تروم أن يكون تصميمك ناجحاً مع ترانزستور يتحول إلى التوصيل بالكامل، يتعين علينا أن نجد قيمة لمقاومة انحياز القاعدة تفي بالمطلوب لهذا الترانزستور تتلائم مع قيمة الكسب المنخفضة هذه.

نحن الآن قد وضعنا افتراضين. الأول، افترضنا أن الفولتية على طرفي القاذف والجامع للترانزستور عندما يكون موصلاً بالكامل هي مهملة ويمكن تجاهلها. والثاني، قد افترضنا أن الفولتية على طرفي القاعدة والقاذف هي أيضاً واطئة ومهملة.

(c) الحسابات المشار إليها لاستخراج أعظم قيمة لمقاومة انحياز قاعدة الترانزستور.

استناداً إلى هذين الافتراضين، فإن الفولتية على طرفي RB هي دائماً 9V، وكذلك الفولتية على طرفي RL عندما يكون الترانزستور موصلاً تمام التوصيل.



الشكل3 (a).مثال لدائرة مؤشر عليها مقدار تيار الجامع. (b) أقل تيار قاعدة مطلوب ليعمل الترانزستور بشكل مرضي.

من قانون أوم (التيار = الفولتية ÷ المقاومة). بقسمة 9 على مقدار مقاومة الحمل ينتج لدينا مقدار التيار المار في مقاومة الحمل RL. وللسماح لأقل الترانزستورات كسباً بالتوصيل، فإن تيار القاعدة المار في RB يجب أن يكون مقداره على الأقل جزء من مائة جزء من التيار المار في RL. تيار القاعدة هذا تراه في الشكل3(b). طالما هنالك افتراض بوجود 9V على طرفي RB فبإمكاننا الآن، من قانون أوم إيجاد القيمة المناسبة لـ RB. هذا ما فعلناه في الشكل 3(c)، للوصول إلى الحقيقة أن RB هي 100 مرة بمقدار RL، وأن فولتية التجهيز حتى لم تدخل في المعادلة الأخيرة.

وهذا هو كل ما هنالك. أينما تعترضنا حالة كما في الشكل1 نفحص أولاً أرقام hFE للترانزستور المعني. ثم نضرب مقاومة الحمل لجامع الترانزستور في أقل رقم hFE في نشرة بيانات الترانزستور ونحصل بذلك على أعلى قيمة مقاومة كافية لانحياز القاعدة.

ومن المعتاد أننا سنميل إلى زيادة تيار القاعدة قليلاً، ويحدث ذلك عملياً عندما نعطي قيمة أقل لمقاومة قاعدة الترانزستور من القيمة المحسوبة من ضرب مقاومة الحمل في أقل hFE معطاة.

أمثلة Examples

الأمثلة التالية توضح الكثير

لنقل أن لدينا الترانزستور BC237 موصل مع 1KΩ حمل إلى دائرة الجامع. الترانزستور BC237 يمتلك hFE 125– 500، ما هي مقاومة انحياز قاعدة الترانزستور لتضمن لنا أن يصبح الترانزستور موصلاً بالكامل؟ الجواب هو 125×1KΩ أو 125KΩ. وعملياً قد نوصل إلى القاعدة مقاومة لنقل 100KΩ أو 75KΩ أو حتى أقل.

في دائرة أخرى، لدينا ACY20 يمتلك hFE بمقدار 50– 145، ووصلنا إلى دائرة الجامع ملف ريلي. الملف يمتلك مقاومة مقدارها 600Ω. أقصى قيمة لمقاومة القاعدة 50×600 أو 30KΩ وعملياً نحن نستعمل قيمة بمقدار 24KΩ أو أقل لنضمن أن الريلي سيشتغل بكامل طاقته.

مقاومة انحياز الترانزستور التي نحصل عليها من ضرب مقاومة الحمل للجامع في أقل رقم hFE تعطينا دائماً أعلى قيمة مقاومة تضمن توصيل كامل للترانزستور. قيم المقاومة الأقل من أقصى قيمة محسوبة، لا بأس بها بينما القيم الأعلى يجب أن لا تستعمل أبداً.

في بعض الحالات قيم hFE المقتبسة للترانزستور هي عند تيار جامع بعيد عن تيار الجامع الذي نرغب باستخدامه. ولكي نبقى على ضفة السلامة يفضل أن نستعمل مقاومة انحياز قاعدة هي أقل بوضوح من القيمة المحسوبة العظمى ويمكن القول أن نجعلها بنصف قيمة المقاومة المحسوبة.

كلام جديد حول المايكروفونات

سألني الصديق طارق في أحد الأيام، لم لا نستعمل السماعة بدل المايكروفون ألا ترى أن غشائها أكبر وتستجيب إلى الموجات الصوتية أكثر؟ سألني هذا السؤال لأنه لم يجد حول المايكروفونات إلا المواضيع القديمة البالية التي كتبت في أربعينات القرن العشرين؛ الموضوع التالي جديد ومركز ويجيب على الكثير من الأسئلة...

نظرة إلى المايكروفونات Review at Microphones

مترجم عن MAPLIN

المايكروفون يحول أو يغير الطاقة الصوتية إلى إشارة كهربائية مناظرة، وهو بذلك يتبوأ منزلة النبيطة الأولى في سلسلة إعادة إنتاج الصوت المتمثلة في (المسجلات **Tape recorders**، و المضخمات **Amplifiers** والسماعات **Speakers**). وبخلاف الأجزاء الأخرى للسلسلة فإننا لا نلحظ المايكروفونات في واجهات العرض للمحلات الكبيرة، لذا نرى الكثير من الناس لا تلقي بالاً لأهميتها.

وحقيقة إن المايكروفون قد تعتمد عليه خصائص الصوت المنتج أكثر من أي جزء من السلسلة سالفة الذكر. وبذلك يصبح اختيار المايكروفون نقطة مهمة وتستحق العناء إن لزم الأمر لنصبح على بيّنة أي مايكروفون يلاءم العمل الذي نحن بصدده.

كقاعدة، فإن خصائص المايكروفون تعمد على الخرطوشة التي تتضمنه، وليس ثمة كسب نحصل عليه عند تركيب الخرطوشة بصيغة أخرى غير التي وردت بها. بخلاف السماعات المنزلية حيث تقوم بعض الشركات الصغيرة بتصميم صناديق لتلاءم السماعات القياسية.

يتألف المايكروفون من أجزاء عديدة، ومعظم العمل ينصب على الخرطوشة حيث يجري تثبيتها غالباً على ممتص للصدمات من المطاط. والخرطوشة محمية بواسطة المشبك **Grill** والحاوية **Case**، وسلك التوصيل المحجوب يخرج في معظم الأحيان من النهاية الخلفية للحاوية. ويمكن أن يحتوي على أجزاء إضافية مثل المحولات والمفاتيح وهذا يعتمد على المنتج النهائي.

المايكروفون الديناميكي Dynamic microphone

المايكروفون الديناميكي الذي يوصف أحياناً بالمايكروفون ذو الملف المتحرك هو عكس السماعة الاعتيادية. الغشاء الخارجي **diaphragm** مثبت فوق مجموعة من الملفات معلقة بين الأقطاب المغناطيسية، وطالما يتسبب الصوت في اهتزاز الغشاء فإن تياراً محتثاً يتولد في الملفات بتأثير المجال المغناطيسي. الملف مع الغشاء يجب أن يكون خفيف جداً حتى يسمح للمايكروفون بالاستجابة سريعاً إلى الصوت (ويضمن بذلك استجابة لمدى عريض من الترددات) وأن يكون قوياً في بنائه بما يكفي ليبقى الغشاء في مكانه طول فترة عمله. وهذا هو سبب كون المايكروفونات الديناميكية ذات النوعية الجيدة غالية الثمن؛ ويعتمد سعر المايكروفون أساساً على الصعوبة في صناعة مجموعة الملفات مع الغشاء. تستعمل محولة صغيرة غالباً لضبط الفولتية الخارجة والممانعة وهذا يمكن المايكروفون أن يرفق إلى الأجهزة الأخرى بسهولة.

أحد مشاكل المايكروفونات الديناميكية تتمثل في ميلها إلى التقاط الطنين حثياً من خلال ملفها، ويلاحظ كإشارة مسموعة واطئة الشدة، وهذه مشكلة على درجة كبيرة من الأهمية. العديد من المايكروفونات تتغلب على هذه المشكلة عن طريق تركيب ملف آخر ثابت بجوار الملف المتحرك، لكنه ملفوف بعكس الاتجاه. الخارج من كلا الملفين يجمع

إما مباشرة أو عن طريق محولة، وأي طنين يجري حثه في الملفين يتم إلغائه عند جمع الخارج منهما، إذ إن الطنين المحتث سيكون في طورين متعاكسين. يقال للملف الثابت الذي أضيف لعلاج هذه المشكلة مانع الطنين **humbuker**.

مايكروفون الاليكتريت السعوي

Electret condenser microphone

مايكروفونات ذات المكثف الالكتريت، يتم عند صناعتها شحن أحد الألواح (وهي عملية تتضمن تسخين وتبريد تحت مجال كهربائي قوي وهذه العملية تماثل عملية المغنطة) لذا فإن المايكروفون لا يحتاج إلى فولتية عالية كما مع المايكروفون السعوي القديم. الخارج من هذه الخراطيش واطئ جداً، ويستعمل عادة ترانزستور تأثير المجال لتضخيمه. هذا المضخم الصغير من ترانزستور **FET** يركب في العادة داخل الخرطوشة نفسها، ويغذى من خلال بطارية **1.5V** توضع في قبضة المايكروفون نفسه.

الممانعة Impedance

مقدار الممانعة يعرف الحمل (الذي هو مقاومة غالباً) التي صمم المايكروفون ليعمل خلالها. وهذا مهم لأن الحمل ذو الممانعة الخطأ لا يؤثر فقط على مستوى الصوت، لكن يؤثر أيضاً على استجابة المايكروفون للتردد. معظم المايكروفونات الاحترافية **Professional** تتضمن ممانعات تبلغ **200Ω** أو **600Ω**. وهذا يعني أنه يجب أن نوصلها إلى مسجل **tape recorder** أو مازج **mixer** يمتلك مقاومة دخول تبلغ **600Ω**، والفرق بين **600Ω** و **200Ω** ليس بالفرق الحرج. معظم أجهزة التسجيل التي تمتلك ممانعة دخول تبلغ **50KΩ** تكون غير ملائمة لتوصيل المايكروفونات الحديثة ويتعين شراء محولة توفيق لهذا الغرض، والحيلة التي يستعملها البعض في توصيل مقاومة ذات قيمة **680Ω** على طرفي مقابس **Sockets** دخول المايكروفونات في المسجل تنجح غالباً.

الأطوار phases

بعض الاعتناء ضروري للحصول على أحسن نتائج. معظم المايكروفونات الاحترافية تتضمن مخرج ذو خط متوازن **Balanced line output**، وهو أساسي عندما يتعين توصيل كل المايكروفونات لتعطي خارج بطور واحد **Same phase**، حيث ينتج نتيجة لضغط الصوت الموجب فولتية موجبة على جميع الخارج من موصلات المايكروفونات المستعملة . إذا لم نلحظ هذه النقطة فإن الصوت الخارج سيكون أجوف ويفتقر إلى نغمة الباز **Bass**، هذا بسبب أن الإشارات ستلغي بعضها بعضاً بسبب المايكروفونات الموصلة بشكل متعاكس. إذا كانت جميع المايكروفونات من مصنع واحد لا توجد مشكلة من هذه الناحية، أما إذا استعملنا مزيج من المايكروفونات فالزمن المصروف في التحقق يستحق أن يبذل.

سلك التوصيل The Cables

السلك المستعمل لتوصيل المايكروفون يجب أن يكون ذو نوعية عالية **High quality** ويفضل أن يمتلك شبكة حاجبة جيدة، ومصمم خصيصاً للمايكروفونات ولا يولد ضوضاء عالية. الأسلاك من النوع (قليل الضوضاء) يتضمن شاشة **Screen** من مادة شبه موصلة بين حصيرة الحجب وعازل القلب، وهذه يجب إزالتها بشكل جيد عند التجميع إذ إنها ذات مقاومة واطئة وتؤثر على عمل المايكروفون في حال لم يتم إزالتها بشكل صحيح. إذا اقتضى الأمر أن يكون الكيبل ذو طول يبلغ عدة ياردات، عندها يجب أن نستعمل نوع له سعة فقد قليلة لعدم تضييع الترددات العالية **Treble frequencies**.

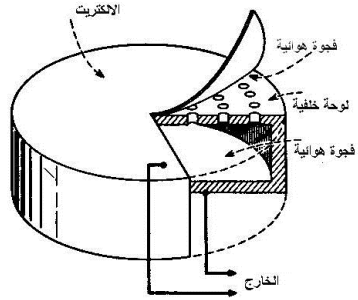
إيضاح معنى

اليكتريت **Electret**

قطعة من مادة عازلة مستقطبة بشكل دائم وتُنتَج عن طريق تسخين المادة ووضعها في مجال كهربائي قوي أثناء تبريدها. بعض أنواع السيراميك من الباريوم تيتانيت **Barium titanate ceramic** أو شمع الكارنوبا **Carnauba wax** وخلائط من أنواع معينة من **Organic waxes** ممكن أن تستقطب بهذه الكيفية. المجال الكهربائي للالكتريت يشار إليه على أنه يحاكي المجال المغناطيسي للمغناطيس الدائم.

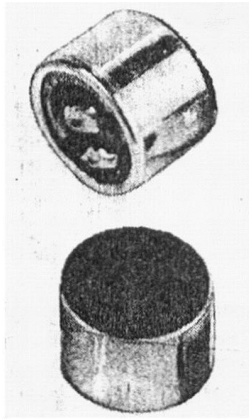
مايكروفون اليكتريت electret microphone

مـايكروفون سـعوي يستعمل فيـه غشاء مهتز من رقيقـة عازلـة مشـحونة، تكـون غالبـاً اليكتريـت مـن المـايلر أو بلاستك آخر ترسب لـه طبقـة رقيقـة مـن الذهب علـى سطحه الأعلـى. عنـدما يتحـرك الغشـاء بفعـل الموجـات الصـوتية، فـإن الشـحنة السـاكنة المخزونـة في الالكتريت تنتج فولتيـة علـى الطـرفين الخارجيين ذات تردد متغير يناظر التردد الصوتي.



مخطط مقطعي يبين تركيب المايكروفون الاليكتريت

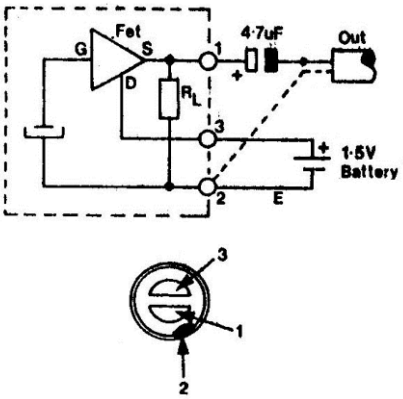
Electret-microphone construction.



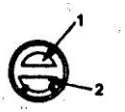
صورة تبين المظهر الخارجي لمايكروفون الكتريت.

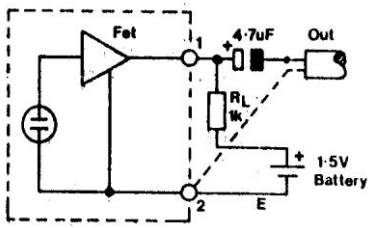
التفاصيل في المخطط الأعلى لا يمكن مشاهدتها في هذه الصورة، الذي تراه الغلاف الخارجي والتوصيلات

.

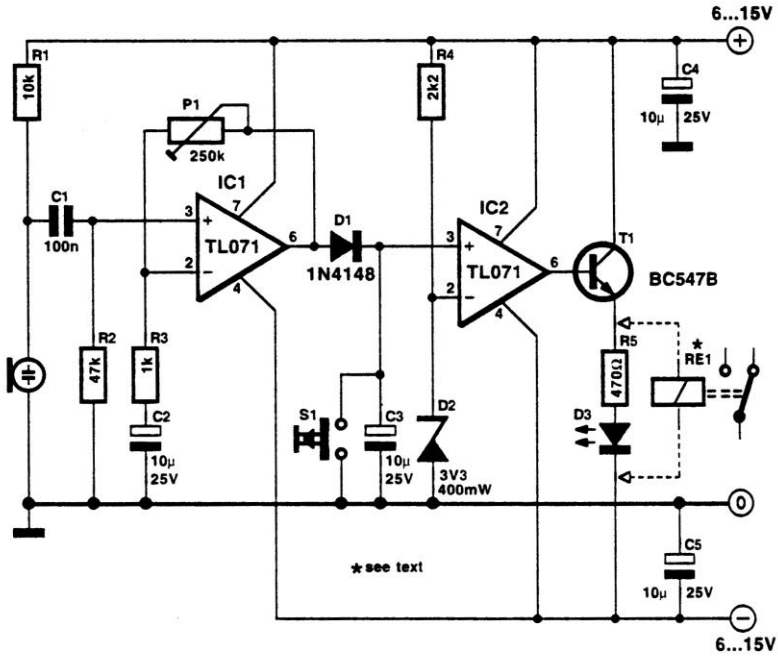


المخطط أعلاه يبين لنا إلى أين تذهب التوصيلات الخارجية، وبذا يمكننا فهم طريقة تشغيل هذا النوع من المايكروفونات.

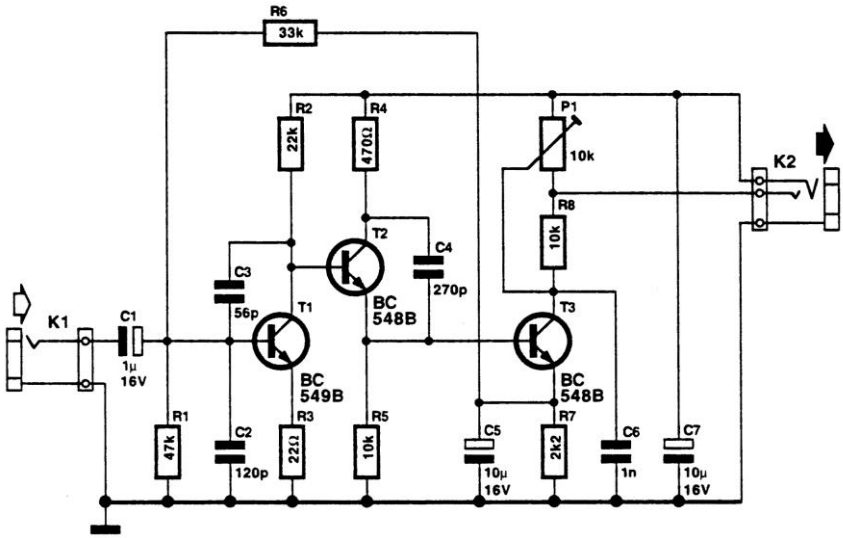




طريقة أخرى لتوصيل المايكروفون الالكتريت وهذه الطريقة شائعة في المايكروفونات التي ترد مع الأجهزة الصينية.



مخطط لدائرة مراقب لمستوى الضوضاء تقوم بتشغيل المرحل عند ارتفاع الضوضاء فوق حد معين، بإمكانك أن تلاحظ كيف تم توصيل المايكروفون الاليكتريت ذو المدخلين ويتغذى بالطاقة من خلال المقاومة R1. تدخل الإشارة الصوتية إلى مضخم العمليات IC1 حيث تبلغ ممانعة الدخول 47KΩ بسبب R2. تضخيم الإشارة ممكن أن يحدد ابتداءً من كسب الوحدة صعوداً إلى 250 X من خلال P1. المتسعة C2 تشحن إلى قيمة ذروة الإشارة وبسبب وجود D1 لا يمكنها تفريغ شحنتها عن طريق مرحلة الخروج لـ IC1. ولكن فقط وببطيء شديد عن طريق مقاومة الدخول المرتفعة للمتكاملة IC2. المفتاح S1 عن طريقه يمكن إعادة المراقب إلى حالة الاستقرار.



دائرة مضخم ابتدائي لبطاقة الصوت Pre amplifier for sound card يلاءم اللاقطات الحثية inductive Pic-up والمايكروفونات الديناميكية. معظم بطاقات الصوت للحاسبات PC لها مقبس Socket دخول لإشارات بمستوى الخط Line level ستريو، وكذلك مقبس آخر لتوصيل مايكروفون اليكتريت مونو. التطبيق الذي في ذهننا أن نتمكن من توصيل لاقطة حثية أو مايكروفون ديناميكي بدل المايكروفون الالكتريت الخاص بالحاسبات. صاحب الفكرة اختار مدخل المايكروفون على بطاقة الصوت وذلك لأن فولتية الانحياز المجهزة من قبل مدخل المايكروفون على بطاقة الصوت تقدم لنا مجهز قدرة منفصل للمضخم الابتدائي. مدخل المايكروفون عمليا يتألف من مقبس ذو 3.5 ملم نوع الستريو، تتوفر فيه قناة واحدة. الموصل المتبقي يستعمل من قبل بطاقة الصوت لتجهيز فولتية الانحياز إلى المايكروفون الاليكتريت (المونو). هذه الفولتية نتقبلها شاكرين ونسخرها لصالح المضخم الابتدائي خاصتنا.

كاشف الإشعاعات أو عداد كايكر

Geiger Counter tube, or Geiger-Mueller Counter tube, or Geiger-Mueller tube

أول مرة أرى صورة لكاشف الإشعاعات (أنبوب كايكر مولر Gieger Mueller) كان في كتاب الفيزياء العصرية المنهجي للصف الخامس العلمي، وأنا لا زلت طالباً في الصف الثالث المتوسط. الفيزياء العصرية لمؤلفه الأستاذ ناجي عبد الصاحب كان ولا يزال من أبهى كتب الفيزياء، لإحاطته بالمواضيع التي غيرت شكل الحياة للقرن العشرين عما سبقه، ولأنه مكتوب بلغة عربية سليمة وممتعة لمن يقرأ الكتاب.

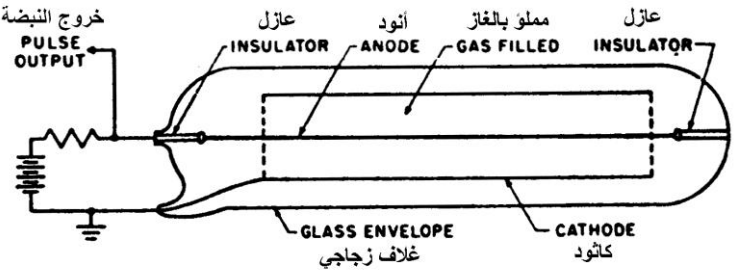
جرى وصف صمام الكشف عند استعراض الوسائل المستعملة للكشف عن النشاط الإشعاعي للمواد، وقد ذكر المصدر المذكور عدة وسائل لكشف النشاط الإشعاعي مع شرح لها، وسنذكرها هنا دون عرض الشرح.

١- الكشاف الكهربائي.
٢- كشاف الوميض **The Spinthariscope**.
٣- علبة السحاب **The cloud chamber**.
٤- طريقة التصوير الفوتوغرافي (وهي أول طريقة جرى من خلالها اكتشاف النشاط الإشعاعي للمواد سنة **1896** على يد هنري بيكاريل).
٥- الغرفة الفقاعية.
٦- عداد كايكر: ويتضمن مخطط لأنبوب كايكر أو كما يسمى صمام كايكر مولر، الصورة لأنبوب كايكر من النماذج الأولى وكان يصنع من الزجاج الرقيق. النماذج الأحدث صنعت من أنبوبة معدنية لها نافذة من المايكا لأن المايكا أقل إعاقة للدقائق المنبعثة من المواد النشطة اشعاعياً

فيما يلي صورة للفقرة كما هي في الكتاب...

شكل ٧ ـ ٦ مخطط لتصميم انبوبة عداد كايكر مولر • تمر خلال غلافه الرقيق الدقائق المشحونة فتؤين الغاز الذي بداخله وبذلك يمر تيار •

٥ ـ عداد گايگر: يتكون هذا العداد من انبوب زجاجي رقيق الجدار يسمى انبوب گايگر مولر مملوء بغاز تحت ضغط منخفض وبه قطبان يرتبطان بعداد الكتروني مناسب • يتكون أحد قطبي الجهاز من اسطوانة معدنية أما الآخر فهو سلك رفيع كما في الشكل ٧ـ٦ • ويوضع بين قطبي الجهاز فرق جهد مقداره تحت الحد اللازم لاحداث تفريغ كهربائي في الانبوب فاذا مرت الى داخل الانبوب احدى الدقائق المشحونة أيّنت الغاز الذي بداخله فتقل مقاومة الغاز الذي بين القطبين ويمر تيار وقتي يمكن تسجيله على هيئة دَقة في مكبرة صوت •



Geiger-counter-tube

صورة تخطيطية لأنبوب كاشف الإشعاعات كما وردت في قاموس الالكترونيات لجون ماركوس. ويظهر فيها البناء الداخلي للأنبوب مع الدائرة الكهربائية اللازمة لعمل الأنبوب.

جاء في بداية الفصل في الفقرة الثالثة التي تذكر خواص العناصر ذات النشاط الإشعاعي، في النقطة الثالثة ما نصه.

"إنها تسبب تفلوراً في بعض المركبات فالإشعاعات المنبعثة منها تسبب انبعاث سلسلة من الومضات تبدو على هيئة وهج أو تفلور ينبعث من المادة المتأثرة. فإذا مزج بروميد الراديوم مع كبريتيد الخارصين على سبيل المثال تأثر الأخير بالأول وأعطى وهجاً يرى في الظلام وأصبح مثل هذا المزيج مفيداً في صناعة الأصبغة المضيئة".

الأصبغة المضيئة التي تحدث عنها هي ليست المستعملة في علامات المرور، إنما هي التي تطلى بها عقارب الساعات، وأرقام الساعة بنقاط منها لتبدو مضيئة. وهذا الكلام لم يكن في أربعينات وخمسينات القرن العشرين كما نعرفه اليوم، كان يصنع المزيج باستعمال كمية كبيرة من بروميد الراديوم المشعة حتى كانت عقارب الساعات تضيء في الظلام كأنها مصابيح.

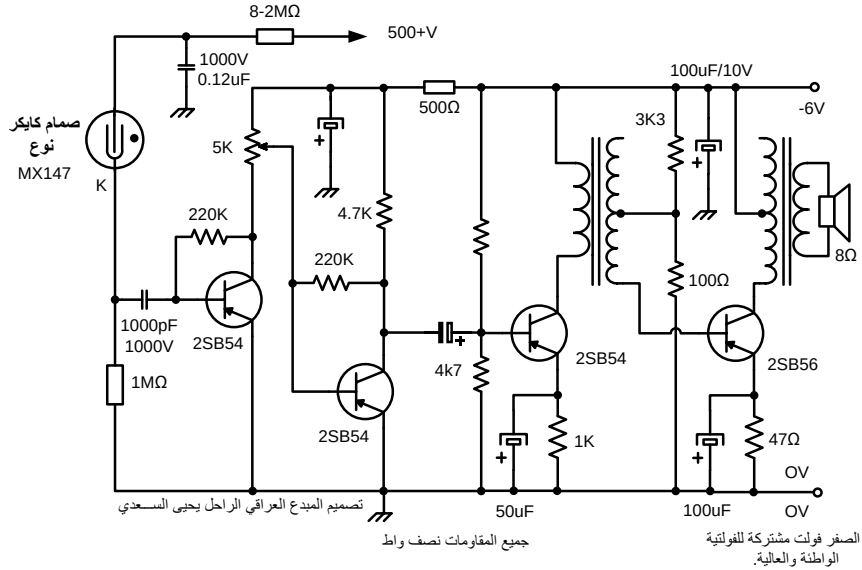
وقد عرض تلفزيون بغداد في أحد التقارير العلمية صورة لمعصم يد عليه أثر حروق يطابق مواقع الأرقام على مينا الساعة التي كان يلبسها مالكها، إذ إن الأرقام كانت قد طليت بالأصبغة المضيئة الحاوية على نسبة عالية من المادة المشعة.

ولا زلت أذكر في أوائل الستينات من القرن العشرين، عندما اشترى جدي رحمه الله مسبحة مضيئة كان يعلقها على الجدار فتضئ كالمصباح عند إطفاء الضوء ليلاً. وعندما تقطعت كنت ألهو بأحد خرزها حيث كانت تحدث ظلالا للأجسام الصغيرة لشدة الضوء المنبعث منها.

بعد أن انتبه العالم إلى الضرر المتأتي من هذه المادة وضعت التشريعات لتحدد كميات مزيج بروميد الراديوم المستعملة منها إلى مستويات آمنة.

في بداية انتسابي لمركز الرعاية العلمية، وأثناء أتجوالي في مبنى المديرية زرت قسم إعداد الخرائط للهواة، وطبعاً كما مع أي هاوي كان جواب موظفي القسم أنظر وخذ ما شئت، تفحصت ما في الرفوف وانتقيت مخططات متنوعة، وكان أحدها المخطط التالي للمبدع العراقي يحيى السعدي.

مخطط لعداد كايكر. لاحظ المخطط التالي إن الجهاز عموماً يتألف من مضخم سمعي ذو كسب عالي، وممكن أن يحل محله أي مضخم سمعي عالي الكسب كالذي وضعناه في الالكترونيات في زمن الحصار الجزء الثالث موضوع الصدى. وما يميز المضخمات الترانزستور التي كانت شائعة أواخر الستينات وأوائل السبعينات، وجود محولات التوفيق وأفضلها النوع كبير الحجم كالتي تبيعها شركة وديع وتوفيق الحريري، ولم أسمع أحداً في تلك الفترة يوضح لنا الفرق بين كبيرة الحجم والصغيرة أو ما تأثير فولتية التجهيز إن كانت **9V**



المخطط الكامل لجهاز كاشف الإشعاعات وكان مدون تحت المخطط عبارة "خارطة عداد كايكر". الدائرة الكهربائية للصمام هي دورة الجهد العالي إلى المقاومة 8.2M ثم الصمام ثم المقاومة 1M تؤخذ إشارة التفريغ (الدق) إلى مدخل المضخم عبر المتسعة 1000pF/1000V وكما قلنا يمكن استعمال أي مضخم عالي الكسب بدل الذي تراه والذي قد لا تجد في هذه الأيام محولات الربط بين المراحل.

أو **6V**، أو فسحة الترددات التي ستمررها، لا بل لم أسمع أحد يتحدث عن ممانعة ملفات الدخول أو ملفات الخروج والفرق بينهما. وكل ما كان يقال محولة قيادة لونها أزرق أو أخضر ومحولة إخراج لونها أحمر.

ولم يمكن لأحد في تلك الفترة أن يبني مضخم صوت بدون المحولات المذكورة. وإذا عثر أحد الهواة على مخطط لمضخم لا يحتوي على محولات كالتي كانت تنشرها شركة (أوفو **AVO**) في دلائل الصمامات كاستعراض للحداثة كان سيقع في مطب التسخين الزائد لأطراف ترانزستورات القدرة الجرمانيوم عند التجميع حيث ستتعطل ويفقد الترانزستور مقدرته على تضخيم التيار، رغم فحصه بالأوفو ميتر ليجده مالكه صالحاً للعمل. وهذا المطب وقع فيه الكثيرين، رغم التنبيه الذي نجده في الكتب وكنا نعتقد عند تسليط حرارة زائدة أثناء اللحام ستتسبب في تعطل الترانزستور وسنكتشفه بواسطة الأوفو ميتر، لكنه كان يتعطل بالفعل ويظهر لنا فحص الأوفوميتر أنه صالحاً للعمل.

يتغذى المضخم ذو الكسب العالي بالإشارة الخارجة من صمام كايكر، لتسمع الدقات المتولدة في الصمام (نتيجة سقوط الأشعة وتأين الغاز وحدوث التفريغ اللحظي) حيث يسمع على شكل دقة تتبعها أخرى، وكلما زادت كثافة الإشعاع تتقارب الدقات حتى تسمع على شكل أزيز حاد في الكثافات العالية.

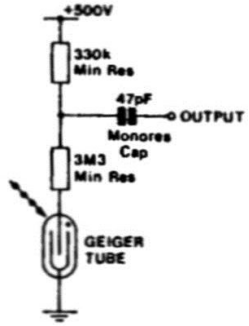
وفي تلك الفترة كان يتم الحصول على **500V** من محولة الأجهزة العاملة بالصمام ثم يتم تقويمها. أو مباشرة من المصدر العمومي بعد مضاعفة فولتية المصدر العمومي وتقويمها. يمكن في هذه الأيام تحضير **500V** مستمرة من رافعة جهد مفتاحية تعمل على البطارية وسيصبح الجهاز خفيف الوزن وسهل الحمل.

Geiger-Müller Tube

An end-window, halogen quenched Geiger tube which will detect alpha and beta particles and gamma radiation. Do not touch the mica window, bend the anode pin or solder directly to the tube body or pin. Solder only to the cathode strap and anode clip supplied.

Specification

Radiation detected	α, β, γ
Filling	Neon, argon, halogen
Window areal density	1.5 to 2mg/cm^2
effective diameter	9mm
material	Mica
Cathode thickness	0.3mm
areal density	250mg/cm^2
effective length	38mm
effective diameter	14.4mm
material	Chrome-iron
Tube overall length	54mm
diameter	15mm
Starting voltage	325V max
Operating voltage	500V (450V to 600V)
Plateau slope	0.06%/V max
Dead time	90μs min
Background (shielded with 50mm Pb and 3mm Al)	10 counts/minute max
Weight	8g
Operating temperature range	−40°C to +70°C
Dose rate range	10^{-3} to 10^2mGy/h 10^{-4} to 10R/h
Life at 25°C	5 x 10^{10} counts



صورة لأنبوب كايكر الذي كانت تبيعه MAPLIN بعد حادثة تشرل نوبل كما نشرته في دليل المبيعات. وقد توقف بيع هذه المادة لانحسار الطلب عليه في عقد التسعينات من القرن العشرين. ويمكن لمن يبحث عنه في ذلك البلد أن يجده في المحلات الصغيرة بدلاً من المحلات الكبيرة.

الدائرة الكهربائية اللازمة لعمل الصمام واضحة في المخطط والصمام لا يحتاج إلى فنائل تسخين، وقد هممت في بناء الدائرة في سبعينات القرن العشرين، فأرسلت إلى لندن قائمة مواد كان ضمنها **Geiger Valve-MX41** فوضع أمامها البائع الهندي في محلات **Henry's Radio** في شارع (إجور) علامة استفهام. إذ لم يكن أحد في تلك الفترة يهتم بهذا الموضوع. لكن بعد حادث انفجار تشرل نوبل انتبه الناس في المملكة المتحدة إلى خطر الإشعاع الآتي مع الغبار، وصار كاشف الإشعاعات ينتج كما ينتج راديو الجيب الترانزستور وذلك ليستعمله الناس في فحص الخضار إن كانت تحوي تلوث بمواد مشعة أم لا. وصارت شركة **MAPLIN** تعلن في دليل المواد أنها تبيع عداد كايكر كاملا أو أنبوب كايكرمولر فقط لمن يرغب.

لكن السؤال الأهم كيف سنتأكد من عمل الجهاز عند تشغيله لأول مرة. يذكر كتاب الفيزياء العصرية تحت فقرة الأشعة الكونية ما نصه:

(يفقد الكشاف الكهربائي المشحون شحنته إذا تعرض للهواء ويستمر عداد كايكر بالدق على غير نظام ولكن بمعدل زمني ثابت حتى عند عدم وجود مادة مشعة قريبة منه. هذه الحقائق تشير إلى وجود بعض التأين في الهواء. وقد أثبتت التجارب أن التأين هذا تسببه دقائق قادمة من الفضاء الخارجي وماره بجو الأرض. أما مصدرها فغير معروف بالضبط. وكل ما نستطيع قوله هو أنها دقائق عالية الطاقة. تأتي من خارج مجموعتنا الشمسية ولذلك أطلق عليها اسم الأشعة الكونية.)

هذا الوصف يقدم لنا وسيلة ابتدائية لفحص عمل العداد. وقد أعلن تلفزيون بغداد في الرابع عشر من أيلول لسنة **2006** عن اكتشاف حالات إصابات خطيرة في ضواحي مدينة البصرة ناتجة عن التعرض للإشعاعات، ومن يدري ربما التلوث الإشعاعي موجود في كل مكان !...

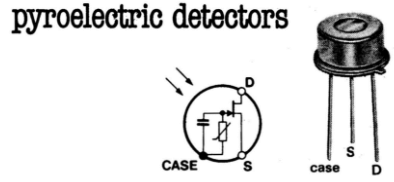
عندما وقعت حادثة تشرل نوبل هلكت أشجار كمثرى العرموط لجارنا أبو مازن، يقول أبو مازن ما هلكت أشجار العرموط إلا بسبب ما وقع عليها من أثر الانفجار! وتندر بذلك من تندر لكن في العام التالي هلكت العرموطة البهية لجارنا الأدنى، وفي العام الذي يليه ماتت العرموطة التي لدينا في المنزل، وربما يكون السبب في حشرة الأرضة داخل الأرض ولكن من يدري ما هو السبب الحقيقي، ربما كان أبو مازن الذي رحل الآن إلى رحمة الله على حق فيما ذهب إليه؟

دُمى في الأسواق من الصين

Dolls and Toys from China

ظهرت هذه الدمى في الأسواق أواخر أيام الحصار، دمى من الفراء المحشو، تصدر أصوات مختلفة ومن أشهرها قرد من الفراء معلق من يديه ويصفر لمن راح وجاء ماراً من أمامه.

العجيب أنه يفعل ذلك والمحل بالكاد مضاء بما يكفي للرؤية حتى يمكن لنا أن نفسر عمله بأنه يتحسس الضوء المنعكس من الشخص المار أمامه. وبعد التحقق ظهر إن هذه الدمى على نوعين **النوع الأول** يستعمل متحسس يتحسس الإشعاع المنبعث من حرارة الأجسام، أو حرارة الشاخص أمامه مثل الجدار وعند مرور شخص يضطرب التجانس الحراري للجدار، هذا الاضطراب يخرج من المتحسس على شكل نبضة كهربائية تستخدم لقدح دائرة متكاملة تولد صوت كالذي يصفر من فمه أو أي صوت آخر. هذه النبيطة المتحسسة لجزء من الطيف تحت الأحمر المتمثل في حرارة الأجسام، كان قد أعلن عنها بائع مثل **RS** أوائل الثمانينات من القرن العشرين وفيما يلي صورة لها مع الوصف الذي ورد في دليل المواد.



كاشفات بايرو الكتريك Pyroelectric detectors

كاشفات بايرو الكتريك وفق الثوابت الصناعية من السيراميك، كل واحدة منها تتألف من عنصر متحسس للأشعة تحت الحمراء infra-red **ودائرة واطئة الضوضاء لتوفيق الممانعة** Impedance matching circuit **موضوعة في علبة من نوع** TO5 **لها نافذة من السيليكون. العنصر المتحسس مستقطب كهربائياً من سيليكات السيراميك (عجينة من الرصاص وزركونات التيتانيت** doped lead zirconate titanate **ومزود بألكترودين مرسبة على كلا الوجهين. وبسبب طبيعة البايروالكتريك للسيراميك فإنه سيتم الحصول على إشارة كهربائية من الالكترودات كاستجابة للتغيرات في الحرارة. العنصر ينتج منه الخارج المذكور فقط عندما تكون كثافة فيض الأشعة تحت الحمراء متغيرة على سطح المتحسس. وهذا يحدث بسبب أن الشاخص يتحرك داخلاً في أو خارجاً ضمن مجال الرؤية، أو من خلال قطعه لكثافة الفيض التي يتحسسها الكاشف. تطبيقات هذه النبيطة ممكن أن تكون، التحسس عن بعد للأشخاص عند المدخل وإطلاق المنبه (ويحتاج لهذا الغرض استعمال أدوات بصرية أضافية غير مزودة معه)، أو تشغيل المصابيح بشكل آلي عند قدوم الأشخاص أو فتح الأبواب. ومن التطبيقات الأخرى استعماله في التنبيه عن السرعة، وفرز ما تحمله الأحزمة الناقلة وقياس الإشعاع** Radio metry **وتحسس المستوى والتحليل الطيفي.**

Data sheet 4743 March 84 available on request.

technical specification

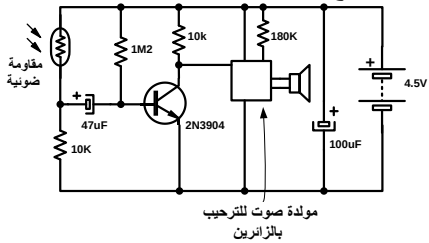
	RPY89	RPY95	RPY96
No. of elements	1	2	1
Element dimensions	2×2	2×1	2×1
Spectral response, μm	1·0 to 15	6·5 to 14	6·5 to 14
Window diameter	5·2	4·0	4·0

إيضاح معنى ظاهرة الـ Pyroelectric

Pyroelectric effect: هو تأثير ينتج عنه ظهور شحنات في أنواع معينة من البلورات **Crystals** عند تسخينها أو تبريدها بشكل غير متساوي.

النوع الثاني الأرخص، يحتوي على مقاومة ضوئية **LDR** مثل أي مقاومة ولكن تعتمد قيمتها على كثافة الضوء الساقط عليها. هذه المقاومة تضطرب قيمتها عند مرور شخص ويسقط ظله عليها هذا الاضطراب يخرج على شكل نبضة

تتسبب في قدح دائرة مصوتة تولد جملة مثل **Hello Welcome** باللغة الانكليزية أو أي دائرة مصوتة يتم بناءها من المتكاملة **555** مثلاً. فيما يلي مخطط للدائرة المستعملة. لاحظ البساطة الشديدة ويمكن استعمال أي مصوتة يتم قدحها من خلال هبوط طرف القدح قريباً إلى المستوى **Low**.



النبيطة التي تحدثنا عنها باتت قديمة هذه الأيام، ولم أجدها في دليل المواد لمبيعات **RS** الأحدث أواخر التسعينات. وكان من أهم استعمالاتها مراقبة أجهزة السيارات في المنازل حيث توضع معلقة داخل هيكلها في السقف أو على الجدار، ويتضمن هيكلها لوحة ألكترونية مع محولة القدرة الخافضة والأجزاء البصرية موجهة نوافذها إلى السيارة، وأي اقتراب لجسم متحرك من السيارة يجري تحسسه ويطلق جرس كهربائي مع مصباح يضيء لفترة معينة حول السيارة ثم يعود للمراقبة، يوجد في الجهاز أيضاً مقاومة ضوئية توقف المتحسس عن العمل عند وجود الضوء المرئي أو أثناء النهار وذلك لمنع القدح أثناء ظهور الإنارة واختفائها.

من مساوئ هذه الوحدة حدوث قدح زائف عند مرور قطة أو ديك مثلاً، وهذا لا يهم إذ إن الجرس سيرن والضوء سيضيء لفترة بسيطة ثم يتوقف.

المخطط على الصفحة التالية يبين الجهاز الذي تحدثنا عنه.

يمكن لهذه الدائرة أن تعمل مع متحسس المقاومة الضوئية السابق وفي هذه الحالة يتعين وجود مصدر ضوئي مستمر (حتى لو كان خافتا) فوق المنطقة التي نروم مراقبتها. وربما يصبح مناسباً للاستخدام في فترة النهار أيضاً، ولا يتعين حينها استعمال المقاومة الضوئية التي توقف عمل الدائرة في النهار ويمكن رفعها.

وردت هذه العبارة (ويحتاج لهذا الغرض استعمال أدوات بصرية أضافية غير مزودة معه) ضمن الوصف السابق لنبيطة البايروالكتريك، وهي ليست أكثر من عدسات بلاستيكية أو مرايا عاكسة تركز أو تعكس الإشعاع البصري من زوايا وأماكن مختلفة إلى المتحسس لنظمن بذلك أوسع مساحة تغطية متاحة.

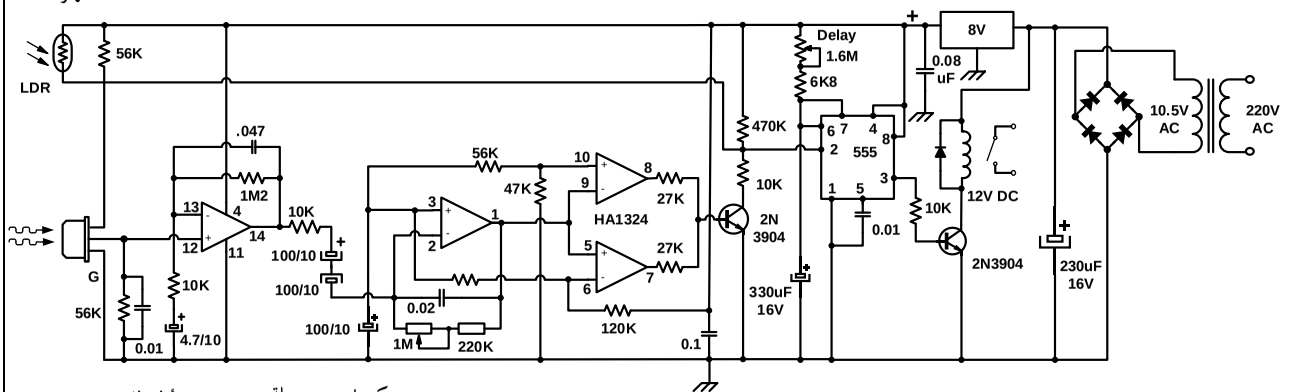
يمكن استعمال متحسس للأشعة تحت الحمراء كالمستعمل مع أجهزة السيطرة البعيدة (الرموت كونترول) وإنارة المدخل أو المنطقة بالأشعة تحت الحمراء المنبعثة من الثنائيات الباعثة لها كالمستعملة في الجزء اليدوي لأجهزة السيطرة البعيدة، لكن هذه الأشعة تنبعث من المصابيح التقليدية أيضاً على شكل أشعة تحت حمراء لها اضطراب بمعدل خمسين مرة بالثانية وسيتم تحسسها عند إنارة مصباح المدخل بعد القدح وإضاءة المصباح وستدخل الدائرة في دورة من القدح المتكرر.

هذه الدائرة يمكن وصفها أنها "تتحسس التغيرات المفاجئة"، ويعني ذلك إنها لا تتأثر عند برودة الحرارة في آخر الليل عمّا هي عليه في أول الليل ولا يسبب ذلك في قدح المجموعة ولكن التغيير المفاجئ الذي أوضحناه يتسبب في ذلك.

على الصفحة التالية ستجد الدائرة الالكترونية والكهربائية الكاملة للجهاز الذي وصفناه. وهو من الأجهزة الجيدة الذي خدم بكفاءة أثناء توفر التيار الكهربائي. وقد أنتبه إلى جودته في العديد من الدول العربية حتى إني وجدت مخططه قد نشر في مجلة مصرية متخصصة في الحاسبات على إنه فرصة لمن يريد أن يبنيه ويحقق دخلاً ما إلا إنه كان يفتقر إلى الكثير من الإيضاح. المخطط الذي بين يديك مستخرج من نسخة تجارية لهذا الجهاز.

هذه الدائرة من الدوائر المتميزة، ففيها تجد كيف يمكن توصيل المتسعات الكيمياوية لكي تخدم مع التيار المتناوب وكما هو معلوم، توصيل المتسعات الكيميائية بتقطيب متعاكس يتسبب في تحلل العازل الداخلي لها، ولكن بالطريقة المستعملة سيتم بناء العازل للمتسعة الثانية عند تحلل عازل المتسعة الأولى والعكس صحيح.

الدائرة التالية تحقق تضخيم كبير لترددات ذات تردد منخفض جداً قريب من التيار المستمر ولا يصل إلى التيار المستمر، ومن مارس تصميم



مقاومة ضوئية الغاية منها إيقاف عمل الجهاز عند وجود الضوء المرئي أو ضوء النهار.

مثبت جهد ذو ثلاثة أطراف، يثبت الجهد المستمر الخارج إلى 8V

مقومة متغيرة نعين من خلالها مقدار تأخير القدح

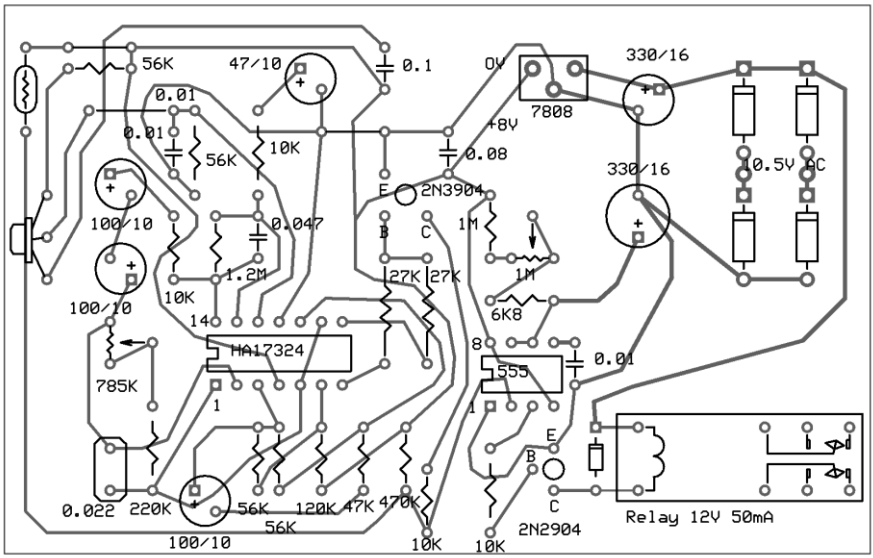
مضخم أولي للإشارة الخارجة من المتحسس الحراري، عند اضطراب التجانس الحراري بسبب مرور شخص مثلاً

متسعتين كيمياويتين موصلة بطريقة تسمح لها بالعمل تحت فولتيات متناوبة. والسعة الكبيرة نسبياً بسبب تردد الإشارة المنخفض.

مضخم يعطي خارج في الاتجاه الموجب، إزاء التغيير في أي اتجاه كان عند المدخل.

المتكاملة الشهيرة

مخطط للدائرة الالكترونية للجهاز التجاري المستخدم في مراقبة السيارات أو المداخل، ليعطي إنذار لفترة محددة عند اقتراب شخص في الظلام الدامس.



بيان لطريقة تجميع الدائرة السابقة، اللوحة ننظر لها من جانب المكونات والتوصيلات تمتد أسفل اللوحة، لقد تم عملياً تجميع هذه الدائرة على لوح مثقب بين ثقب وآخر مسافة 0.1 انج. الأبعاد الحقيقية للوحة التي تراها هي 4.1 انج للطول و 4.6 انج للعرض. الصورة أعلاه مفيدة لمن يرغب في تجميع هذه اللوحة وتشغيلها سواء لإجراء التجارب أو للتشغيل الفعلي.

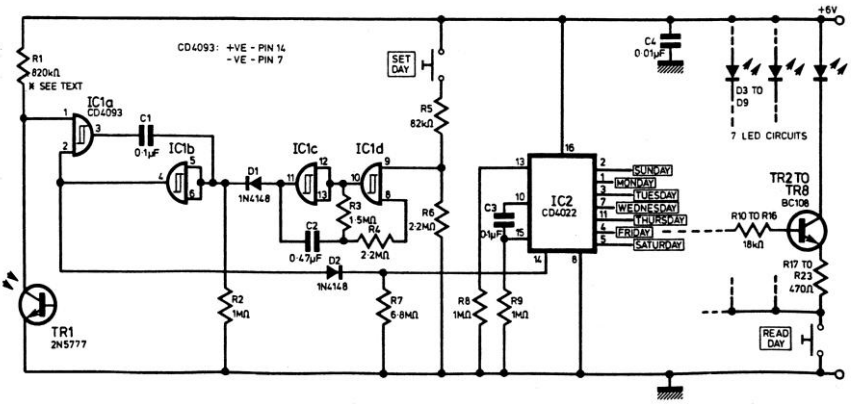
ويمكن الاسترشاد بها لوضع المكونات والتمريرات والتوصيلات أسفل اللوح. ولا ننسى أنها تحتاج إلى مصدر للتيار الكهربائي لا ينقطع. لذا فإن الدمية القرد الذي يصفر لمن هب ودب والذي ذكرناه في أول المقال يعتبر بحق تطوير من الدرجة الأولى لهذا الجهاز. الخط الأسود الداكن للأجزاء فوق اللوح والخط الرمادي للتوصيلات أسفل اللوح. وستجد بعض التمريرات عبارة عن خط أسود داكن يصل بين نقطتين هو في الواقع سلك يصل بين هاتين النقطتين. يدخل التيار المتناوب إلى قنطرة الموحدات بجهد يبلغ 10.5 فولت تقريباً.

الدوائر الالكترونية من الترانزستورات يدرك أهمية هذه النقطة.

يعني أن بالإمكان استعمال هذه الدائرة لبيان شدة التعجيل الخارج من مديلة (بيزو) مثبتة إلى محور الدوران لسيارة أو ماكنة.

دائرة تتحسس التغيير المتدرج في مستوى الإضاءة

الدائرة التالية تتصرف بطريقة عكس الدائرة السابقة تماماً، بينما الدائرة السابقة تقدح عند حدوث تغيير مفاجئ في مستوى الإضاءة أو بسبب اضطراب مفاجئ لمستوى حرارة الجدار عند مرور شخص بين المتحسس والجدار، نجد الدائرة التالية تقدح فقط عند حدوث تغيير متدرج في مستوى الإضاءة الساقطة على المتحسس.



الشكل١ مخطط دائرة جهاز مبين يوم الأسبوع، لا يستعمل فيه مفتاح تشغيل إطفاء إذ إن الجهاز ذو التيار المستهلك القليل يبقى عاملاً باستمرار. هذه الدائرة منقولة عن مقال بقلم M.H.George **عن مجلة** Practical Electronics 1977.

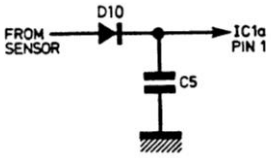
لذا فقد استعملها صاحب المقال لبناء عداد يعرض إشارة ليوم الأسبوع من تعاقب الليل والنهار، حيث يتولى ترانزستور ضوئي تحسس مستوى الإنارة المتدرج للنهار حتى الليل ولمستوى الإنارة في الليل حتى يصبح الصباح.

منطق الدائرة Logic

الدائرة السابقة تستعمل متكاملات من نوع **CMOS** وذلك بسبب مستوى التيار الواطئ الذي تستهلكه، وعارضة الثنائيات الضوئية تعمل فقط عند ضغط مفتاح الضغط **Read Day**. وبذلك نستطيع توفير البطارية إلى يبلغ سنة واحدة عند استعمال بطاريات الكالاين منغنيز -**Manganese alkaline**.

توليد النبضة الواحدة لكل يوم، يتم من خلال انتقال الظلام إلى الضياء عند الفجر. الترانزستور الضوئي **TR1** يشكل مقسم جهد مع المقاومة **R1**، ومستوى الفتح والغلق يتم إعداده من خلال قادح شمت **Schmitt trigger**. وهذا بدوره يغذي مذبب إطلاقه واحدة **Monostable** حيث ينتج عنه نبضة قصيرة عند الانتقال من الظلام إلى الضياء. هذه النبضة تحرك عداد حلقي ذو معامل 7 على عدد أيام الأسبوع. وكما يمكن مشاهدته في الشكل١. من خلال مفتاح ضغط داخلي يتأتى لنا ضبط اليوم.

بسبب مقاومة الدخول المرتفعة بشكل استثنائي لمكونات **CMOS**، فإن متسعة صغيرة، معزولة بواسطة ثنائي عند مدخل قادح شمت، تمنع الدخول من أن يتأثر بالظواهر العابرة مثل الصواعق وغيرها. و في النموذج الأولي، كان استعمال متسعة بقيمة **0.01uF** قد أعطى تأخير زمني عند المدخل مقداره **15** ثانية.



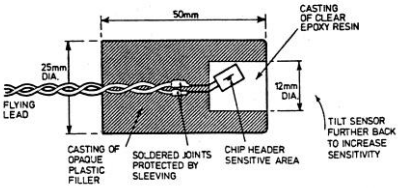
إعداد الدائرة للعمل SETTING UP

المشكلة الأساسية في الإعداد تتمحور حول قيمة المقاومة **R1**. وهذه تعتمد على موقع المتحسس والطريقة التي تم بها وضع المتحسس في داخل حاويته والفولتية المنتقلة إلى بوابة **CMOS**.

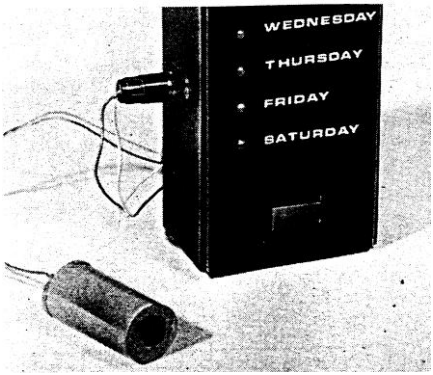
الفحص الأساسي للـ **2N5777** أوضح أنه قد يكون حساس جداً، والطريقة التي استعملت في تغليفه قد روعي فيها الإقلال من حساسيته. ولكن في ظل الأجواء المتقلبة عندما تشرق الشمس في الصباح،

يتبعها تراكم سحابة كثيفة، ثم تنقشع لتصبح الأجواء مشرقة مرة أخرى، هذه الحالة سيسجل فيها العداد يومان، وهذه إشارة على ضعف الحساسية. في النموذج الأولي قد تم معالجة هذه الحالة من خلال زيادة قيمة المقاومة **R1** إلى **5.6MΩ**، ولكن ثمة طريقة مرضية أكثر تتمثل في إمالة المتحسس داخل علبته حيث "تنظر المساحة الحساسة" من خلال زاوية مائلة. كما في الشكل٣. المقاومة **R1** يجب أ، لا تقلل إلى أقل من **680KΩ** وذلك لمنع استهلاك البطارية. ويجب الانتباه أيضاً إلى أن المتحسس لا يستجيب إلى القمر عندما يكون بدراً لامعاً.

استعملنا مبين أيام الأسبوع لعدة أشهر، وحتى في الصباح المعتم كانت تتبدل القراءة في الساعة الثامنة والنصف صباحاً. أحسن اتجاه يوجه إليه المتحسس هو الشرق، ويتعين تجنب مصادر الإنارة الاصطناعية. بعد ضبط الجهاز إلى اليوم الصحيح يكفي أن نضغط المفتاح ليضئ الثنائي الباعث للضوء ونقرأ اليوم ■



الشكل٣ طريقة بناء وحدة تحسس الضوء.



Resistors

R1	820kΩ*	R7	6·8MΩ
R2	1MΩ	R8	1MΩ
R3	1·5MΩ	R9	1MΩ
R4	2·2MΩ	R10–R16	18kΩ (7 off)
R5	82kΩ	R17–R23	470Ω (7 off)
R6	2·2MΩ		

All resistors ¼W 10%. *see text.

Capacitors

C1	0·1μF	C5	0·01μF*
C2	0·47μF		
C3	0·1μF		
C4	0·01μF disc type		

Semiconductors

TR1	2N5777
TR2–TR8	BC108 (or equivalent) (7 off)
D1–D2	1N4148
D3–D9	TIL209 l.e.d. (7 off)
*D10	1N4148

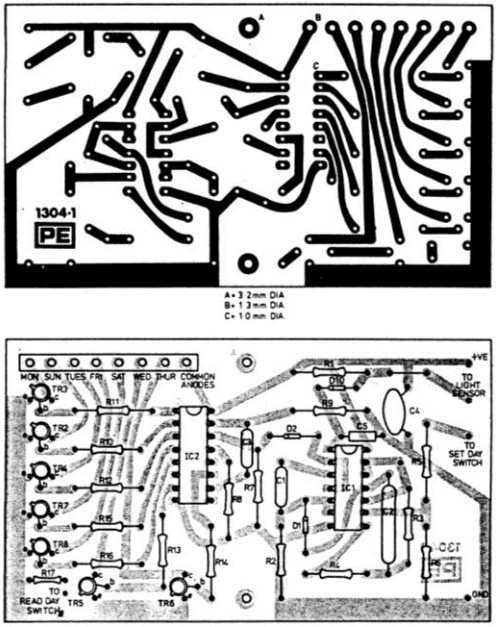
Integrated Circuits

IC1 CD4093
IC2 CD4022

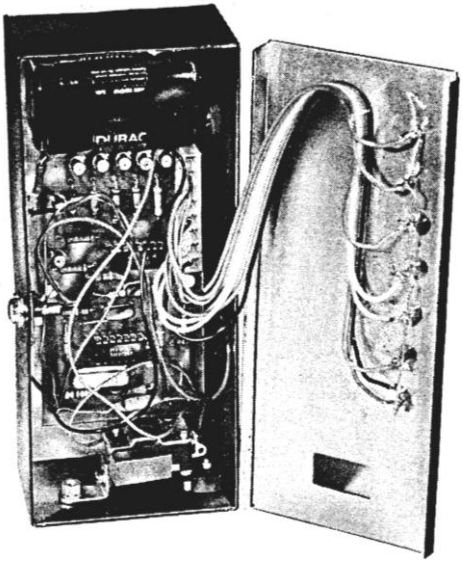
Miscellaneous

Metal box 164×74×50mm.
Microswitch pushbutton
Microswitch (to mount internally)
Battery holder
4×MN 1500 (HP 7 size) cells
Printed circuit board
Eight way printed circuit connector, or Veropins
14 way d.i.l. socket
16 way d.i.l. socket
Two way connector (for sensor)*

*see text



الشكل٢ الدائرة المطبوعة وتوزيع المكونات للنموذج الأولي، لاحظ في النموذج الأولي المقاومات R18 إلى R23 قد اختزلت من خلال وضع R17 على التوالي مع مفتاح الضغط لقراءة اليوم.

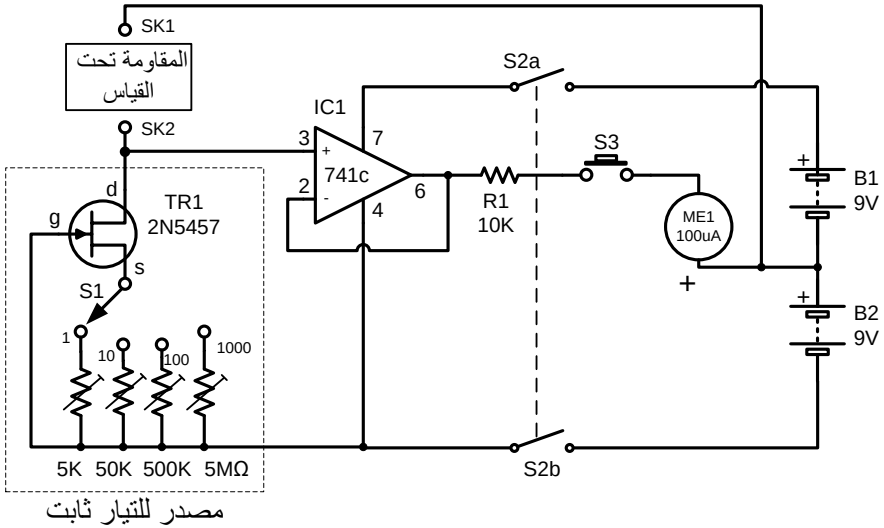


ليست ثمة حاجة إلى مقياس مقاومة خطي لكن

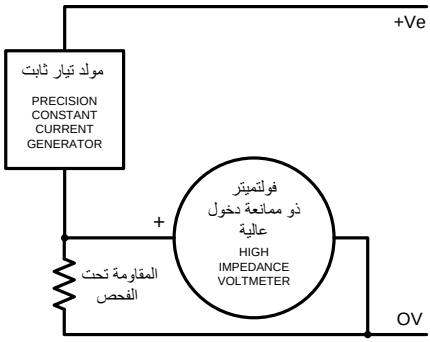
الدائرة التالية تتضمن محدد للتيار لا يسعنا التغافل عنه

مقاييس المقاومة التجارية ممتازة – صغيرة الحجم – تستعمل بطارية واحدة – رخيصة الثمن – وتؤدي وظائف متعددة – لماذا إذاً ننظر إلى الدائرة التالية ؟

إن فيها قسماً لتوليد تيار ثابت المقدار، من مواد متوفرة.



الدائرة الكاملة لمقياس المقاومة الخطي ذو الخمس مديات.



لفهم طريقة عمل الدائرة أعلاه ننظر إلى المخطط التالي إلى اليسار، وكما ترى فإن المقاومة تحت الفحص تتغذى من مصدر تيار ثابت **Constant current source**. بعد ذلك نستعمل مقياس فولتية ألكتروني لقياس الفولتية الواقفة على طرفي المقاومة.

استعمال النبائط العصرية مكننا من بناء دائرة بسيطة جداً وعملية، وكما تلاحظ في المخطط السابق لقد تم استعمال ترانزستور تأثير المجال **Field effect transistor** ليشكل القطعة الأساس في دائرة التيار الثابت.

هذا النوع من النبائط يختلف بدرجة كبيرة عن ترانزستور ثنائي القطب الاعتيادي، وأحد الاختلافات الرئيسة تتمثل في أن **f.e.t.** يوصل بقوة ما لم يسلط عليه انحياز عكسي. بينما الترانزستور ثنائي القطب **bipolar** الاعتيادي لا يوصل ما لم يسلط عليه تيار انحياز في الاتجاه الأمامي.

هنا **TR1** منحاز عكسياً من خلال توصيل طرف البوابة **Gate** إلى الخط السالب، وتوصل مقاومة عبر دائرة المصدر **Source Circuit**.

يميل ترانزستور تأثير المجال إلى تثبيت التيار المار به عند توصيله بهذه الصيغة، بسبب إذا تغير انحدار الجهد على طرف المصرف **drain** وحدثت زيادة في التيار، فإن الفولتية عبر مقاومة المصدر ستزداد. وهذا يسبب زيادة في الانحياز العكسي حيث يقاوم الزيادة في التيار الأصلي.

من خلال وضع أربع مقاومات متغيرة يمكن تحديد قيمة من أربع قيم للتيار ثابتة نختارها عن طريق مفتاح اختيار.

وبذلك نكون قد عرفنا كيف يمكن الحصول على مولد تيار ثابت ودقيق من ترانزستور واحد نوع تأثير المجال ومقاومة متغيرة أو ثابتة. هذه الدائرة تغنينا عن البحث عن متكاملات تحديد التيار التجارية التي غالباً لا يمكننا الحصول عليها.

تفاضل الموجات المربعة

التفاضل

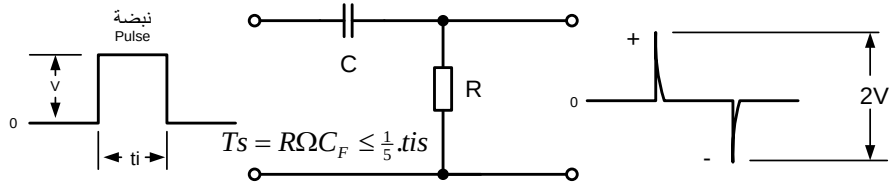
هو عملية تشكيل للذبذبات الكهربائية أياً كان شكلها ولكن للنبضات المربعة بصورة خاصة، ويتم ذلك بعد تسليطها على دائرة تفاضلية قد تكون من مقاومة ومكثف أو من مقاومة وملف لتظهر في المخرج نبضات ابرية حادة تمتاز بعظم انحرافها إذ يصل إلى 10 نانو ثانية وتكون هذه النبضات ذات اتجاهين سالب وموجب. تسمى حالة التشكيل هذه تفاضلاً عند استعمال دائرة مؤلفة من مقاومة ومكثف كما في (أ)؛ إذا كان وقت استغراق النبضة الداخلة ti مساوياً لخمس الثابت الزمني لتلك الدائرة $T=R.C\geq 1/5\ ti$ أو أصغر منه.

حيث:

T= ثابت الزمن

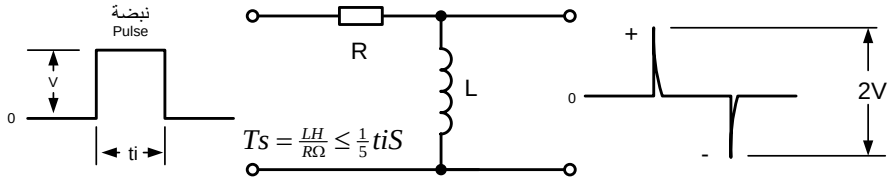
R.C= عناصر ثابت الزمن مضروب المقاومة (بالأوم) في المتسعة (بالفراد).

وكذلك مع دائرة مؤلفة من مقاومة وملف كما في (ب) $T=\frac{L}{R}\geq 1/5ti$



(أ)

يحدث التفاضل للنبضات Pulse فقط عندما يكون الثابت الزمني T للعضو RL-RC مساويا لخمس وقت النبضة ti أو أصغر منها.



(ب)

وحقيقة الأمر أن التفاضل يحدث للحافات (حافات النبضة) وكل نبضة لها حافتين حافة الصعود وحافة الهبوط. وجرت العادة عند رسم النبضات كمخطط إن متجه الزمن يتجه من اليسار إلى اليمين لذا فإن حافة النبضة اليسرى (من وجهة نظر القارئ) هي حافة الصعود وحافة النبضة اليمنى هي حافة الهبوط. وفي العبارة السابقة تحت المخطط كان يقصد أن التفاضل يحدث لكلا حافتي النبضة ناتجاً المنحنى في يمين المخطط، فإذا كانت النبضة ضيقة جداً والثابت الزمني لعناصر التفاضل كبير ستتداخل النبضتين الحادثتين ويحدث تشوه لشكلها وبذا لا ينتج المنحنى الموضح ويمكن إعادة صياغة العبارة السابقة فنقول:

يحدث التفاضل لحافة الصعود والهبوط للنبضة P وينتج المنحنى الظاهر إلى اليمين فقط عندما يكون الثابت الزمني للعضو RL-RC مساوياً لخمس وقت النبضة أو أصغر منها. وفيما يلي اشتقاق الوحدات لثابت الزمن:

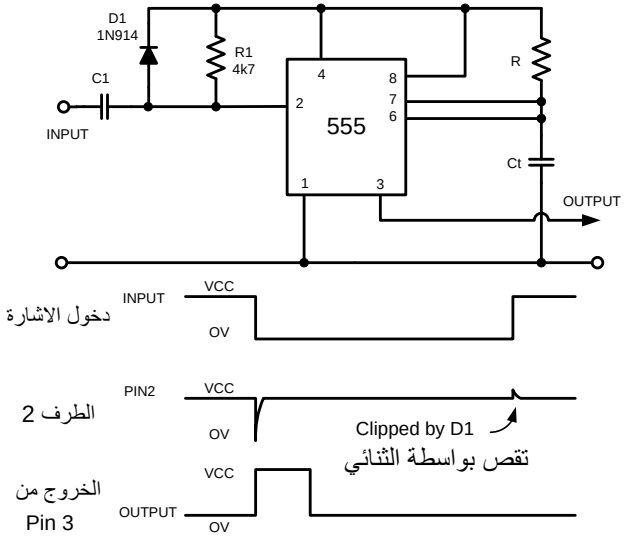
$$\text{الثابت الزمني} = \frac{\text{الحث الذاتي}}{\text{المقاومة}} = \frac{\frac{\text{فولت}}{\text{أمبير/ثا}}}{\frac{\text{فولت}}{\text{أمبير}}} = \text{ثانية}$$

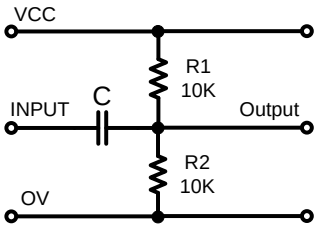
$$\text{الثابت الزمني} = \text{المقاومة} \times \text{السعة} = \frac{\text{الفولت}}{\text{الأمبير}} \times \frac{\text{أمبير / ثا}}{\text{الفولت}} = \text{ثانية}$$

لاحظ أن المنحنى الخارج من دائرة التفاضل له اتساع فولتية ما بين قمتي النبضتين الحادتين يبلغ ضعف سعة الفولتية للنبضة الداخلة. وهذه نقطة مهمة يجب الانتباه إليها عند إجراء التصاميم وفي كثير من الأحيان يتعين التخلص من أحد النبضتين كي لا تتسبب في قدح زائف أو تتسبب في تلف وصلة قاعدة قاذف لأحد الترانزستورات.

حافة الصعود التي تحدثنا عنها قد لا تكون حافة نبضة، قد تكون حافة توصيل مصدر التيار المستمر مثلاً، أو قد تكون حافة هبوط تمثل انقطاع مصدر الطاقة الكهربائية للتيار المستمر. تفاضل الحافة ينتج نبضة تقدح دائرة معينة لإتمام سلسلة من العمليات.

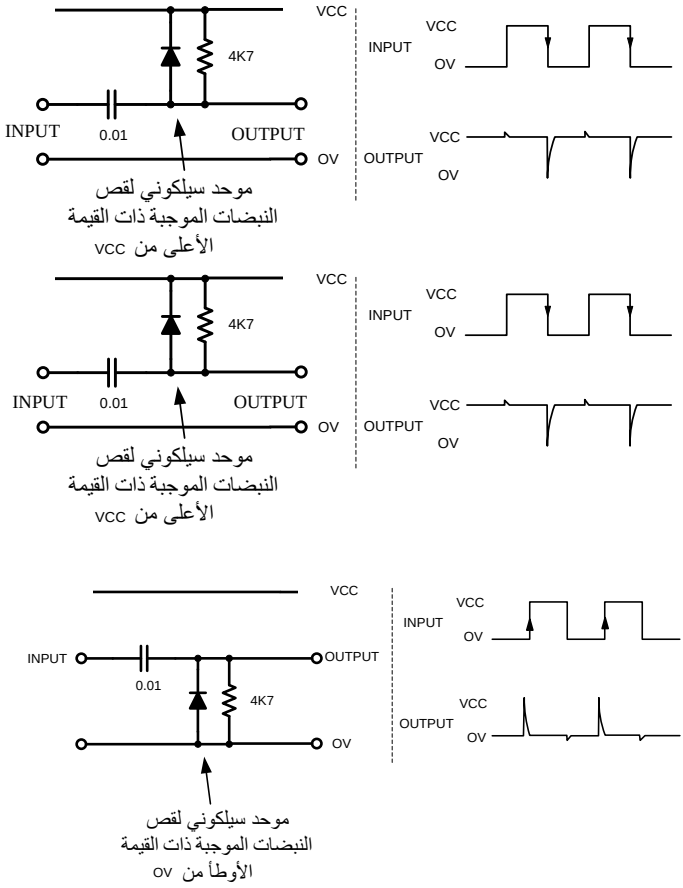
لاحظ في المخطط التالي كيف يتم قدح المؤقت 555 عبر الطرف 2 حيث يحدث هبوط لحظي في جهد ذلك الطرف من خلال نبضة حادة آتية من دائرة تفاضل عند ارتفاع فولتية مدخلها من 0V إلى VCC وعند هبوط المدخل ثانية إلى 0V تتولد نبضة موجبة غير مرغوبة ذات فولتية أكبر من VCC يتم قصها من خلال D1 وتجد أثرها البالغ 0.7 فولت وهي فولتية الحاجز الجهدي للثنائي.



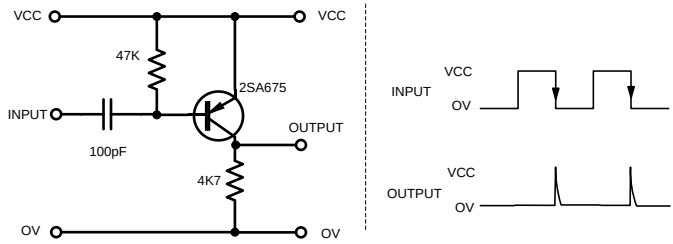


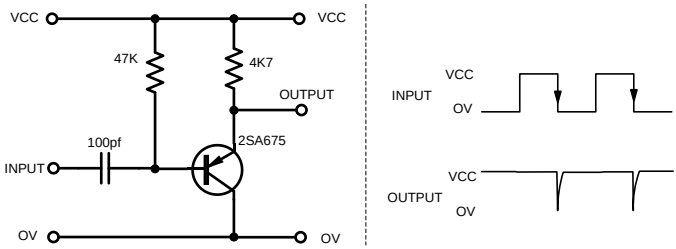
يستخدم تكنيك الربط إلى اليسار لرفع فولتية المخرج إلى متوسط قيمة VCC أو إلى أي قيمة أخرى من خلال التحكم في قيم المقاومتين R1 و R2.

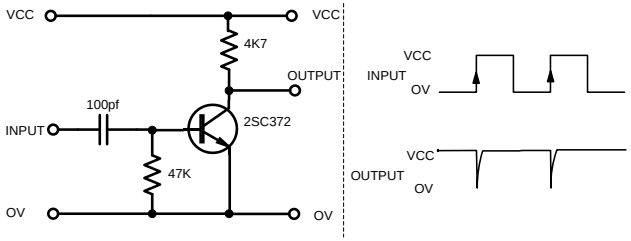
تلاحظ فيما يلي أساليب عملية مختلفة للتحكم بمستوى فولتية النبضات بعد التفاضل بما يلاءم التطبيق الذي نروم إدراج دائرة التفاضل فيه.

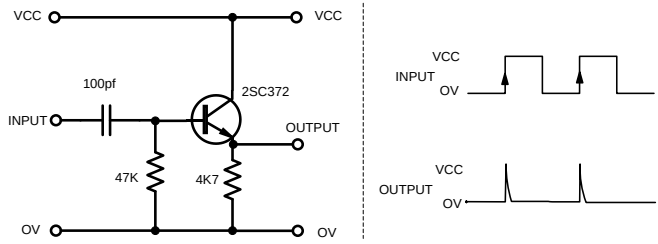


وفيما يلي وسائل يستخدم فيها الترانزستور للحصول على نبضات تفاضلية ذات قدرة مرتفعة نسبياً لسوق أحمال واطئة الممانعة. وتجد عدة أساليب للحصول على فولتية استقرار ذات مستويات مختلفة.









****

مبين تعاقب الأطوار للمصدر ثلاثي الطور

Mains Phase Indicator

Design M.Hahn / Elector Electronics 12/1998

في عام 1985 جاءني الصديق سلام يحمل بيده قطعة مكعبة مصبوبة يخرج منها ثلاثة أسلاك تنتهي بمشابك (قراصات)، والقطعة لها في وسطها مصباح نيون. وقال لي إن مجهز القدرة الفرنسي ذاك يتحسس الخطأ في تسلسل الأطوار وهذا الكاشف يضيء عندما يكون التسلسل صحيحاً عندها ننجز عمليات الربط، ويغنينا عن إعادة فتح المجهز بعد توقفه لتصحيح تسلسل الأطوار، قل لي بربك كيف يعمل هذا الكاشف؟ فأجبته، والله يا سلام لا أدري، أما اليوم فأقول له خذ هذا المقال يا سلام ففيه الجواب الذي تبتغيه.

الفولتيات الثلاثة للمصدر ثلاثي الطور **L1** و **L2** و **L3** (أو كما تسمى **RYB** أو **RST**) تختلف عن بعضها في الطور بمقدار **120** درجة، لاحظ الشكل١. ويمكن أن نرى ذلك عندما تبدأ نصف الموجة الموجبة لـ **L1** (**Pin 1**) في تلك اللحظة تكون القيمة اللحظية لـ **L2** (**Pin 2**) لا زالت سالبة. نصف الموجة الموجب لـ **L2** يبدأ متأخراً **120** درجة ويقطع الشكل الموجي لـ **L1** عند مستوى يقرب من نصف القيمة الذروية للفولتية عند **150** درجة. عند **180** درجة يصبح **L1** سالباً كذلك عند **270** درجة بالنسبة إلى **L2**.

عندما يحدث تبادل في التوصيل بين طورين ويحل كل طور مكان الآخر، فإن نصف الموجة الموجب لـ **L1** يظهر أولاً عند **Pin 2** ثم يظهر نصف الموجة الموجب لـ **L2** عند **Pin 1**.

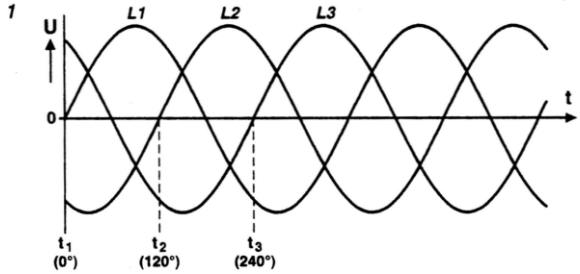
وهذا يحدث دائماً عندما يتبادل التوصيل بين طورين (يعني قلب الفيز). ولهذا فإننا نحتاج لطورين فقط لنعلم في أي اتجاه السالب أم الموجب ستصل نصف الموجة، وبذلك ندرك تسلسل حركة الأطوار. لذا فإن التوصيل مع الطور الثالث لا نحتاجه.

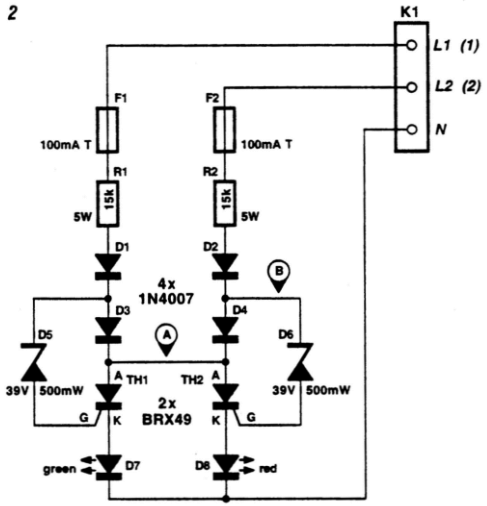
هذه المتطلبات قد تحققت من خلال الدائرة في الشكل٢. وقد استعملت زوج من الثايرستورات **Thyristors**، وضعت بترتيب بحيث أن الثيرستور الأول عندما يقدح يطفئ الثيرستور الثاني. ويمكنك أن تلاحظ أن الدائرة ذات نصفين متشابهين.

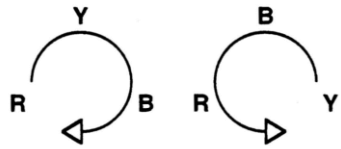
الثنائيات **D1** و **D2** تضمن أن نصف الموجة الموجب فقط يأخذ بالحسبان. يجري تحديد التيار المار من خلال المقاومات **R1** و **R2**. يتم دمج الطورين من خلال **D3** و **D4**. أعلى ما في الفولتيتين الموجبتين دائماً عند النقطة المؤشرة **A**. وطورها يكون بين **0** درجة و **270** درجة. يرتفع الاستقطاب في **A** إلى أن يصل إلى فولتية الانهيار **Breakdown voltage** البالغة **39V** لثنائي زنر **D5** والتي عندها يصبح الثيرستور **Th1** موصلاً ويضيء الثنائي الباعث للضوء الأخضر **D7**. بعد ذلك ينخفض الاستقطاب عند النقطة **A** إلى مستوى مساوياً إلى مجموع جهد الانهيار للـ **Th1** وانحدار الجهد على طرفي **D7**.

عندما يظهر نصف الموجة الموجب على **Pin 2**، فإن الاستقطاب عند النقطة **B** يمكن أن يكون أعلى فقط من خلال فولتية الثنائي **D4** مما هي عليه في النقطة **A** وهذه لا تكون مرتفعة كفولتية ثنائي زنر **D6**. وبدلاً من ذلك يقوم الثنائي **D7** بسحب تيار من **Terminal 2** خلال الفترة الزمنية مابين **150** درجة و **270** درجة. الثيرستور **Th1** يقطع (ينطفئ) عند **270** درجة عندما يهبط **L2** دون الصفر ويتلاشى تيار المسك للثيرستور.

وعلى أي حال عندما يتبادل الخطين مواقعهما، فإن الثيرستور **Th2** يقدح أولاً ويسحب تيار من الطور **1** عند **150** درجة، لذا فإن الثنائي الباعث للضوء **LED** الأحمر **D8** سيضيء. فترة العشرين ملي ثانية **20ms** بين **270** درجة و **360** درجة لا يمكن ملاحظتها بالعين البشرية. بما أن الدائرة ستعمل مع المصدر العمومي وستتغذى بالطاقة منه، فإن إجراءات السلامة الملائمة يتعين أخذها بنظر الاعتبار خلال التجميع. يكون من الضروري توصيل هيكل الجهاز أو حاوية الجهاز إلى الأرض بموصل سميك. القوابس والمقابس المستعملة يجب أن تكون من النوع القياسي، ومداخل (الكيبل) يجب أن تزود بمانعات الإجهاد. لا تستعمل مواد عادية ورخيصة ■



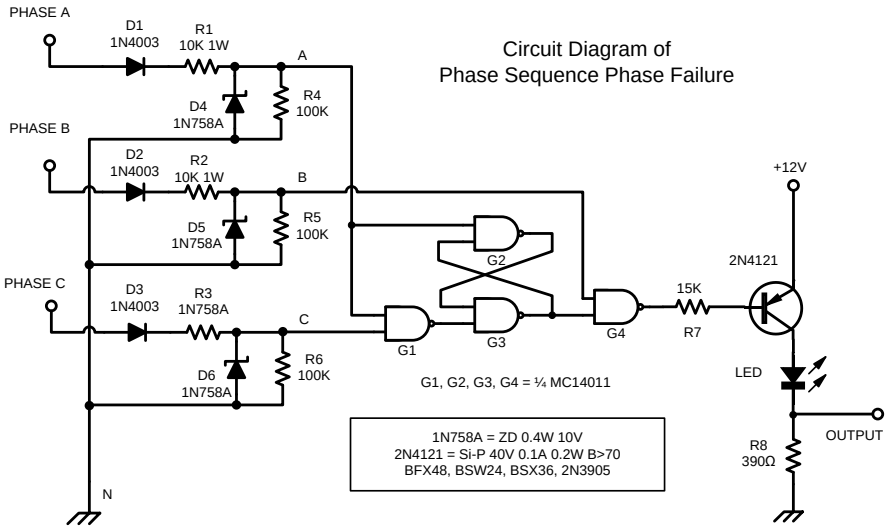




دائرة أخرى لكاشف تعاقب الأطوار

PHASE SEQUENCE DETECTOR

By H. NORMET / EDA Magazine / Aug. 1978



الدائرة التي تراها تكتشف حالة الخطأ في تعاقب الأطوار للمصدر ثلاثي الطور، هذا الخطأ قد يحدث في المصدر العمومي بعد أعمال الصيانة في الشبكة العمومية أو في الشبكة الداخلية دون أن يُنتَبَه إليه. ويكون تأثيره كبيراً على المضخات التي تدار بالمحركات ثلاثية الطور، أو ضاغطات الهواء، أو محركات الأحزمة الناقلة، أو غيرها من المعدات التي قد تتلف عند حدوث الدوران المعاكس الذي يسببه هذا الخطأ.

هذه الدائرة تقدم كذلك الحماية للمحركات من حالة فقدان أحد الأطوار لأي سبب والذي قد يسبب ارتفاع سريع ومطرد لحرارة المحرك إلى درجة التلف.

الثنائي الباعث للضوء **LED** يكون مضاء عندما يكون تعاقب الأطوار صحيحاً. وإذا ما حدث فقد في الطور أو تعاقب غير صحيح (يعني أن يحل طور مكان طور)، فإن الخارج يصبح واطئ **Low** وينطفئ الثنائي الباعث للضوء.

الثنائيات **Diodes** وثنائيات **Zeners** تغير الموجات الجيبية للأطوار إلى نبضات لها مستوى فولتية يتناسب مع الدائرة المنطقية التي تتبعها حيث يتم تغذية الدائرة بهذه النبضات.

عندما تكون الأطوار صحيحة فإن الخارج من **G4** هو قطار من النبضات المربعة لها عرض يبلغ حوالي **2.5nS**. ويصبح الخارج صفراً عندما يحدث خلل في التعاقب.

وبما أن الحافة الأمامية للنبضة الخارجة تتزامن مع عبور نقطة الصفر بالاتجاه الموجب للطور**B**، يمكن حينئذ استعمال النبضات الخارجة في قدح مقوم سيليكوني منضبط **SCR** تريك **Triac** مثلاً حيث يوصل بين الطور **B** وملف المرحل (الكونتاكتور). المقوم السليكوني المنضبط **SCR** سيشغل المرحل فقط عندما تكون كافة الأطوار حاضرة وتعاقبها صحيح ■

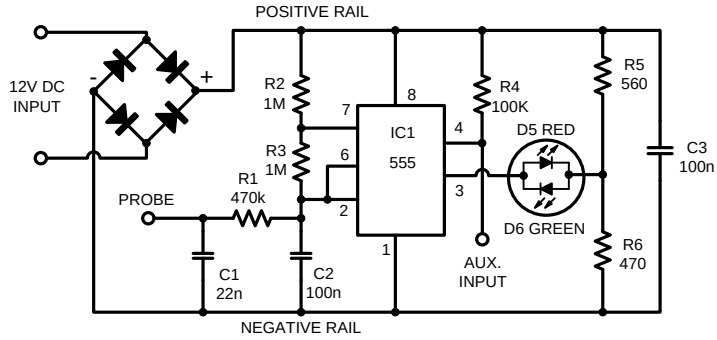
مبينات الفولتية لبطارية السيارة

Voltage Indicators

مسبار فحص لخطوط الكهرباء في السيارة

Car Electrics Probe

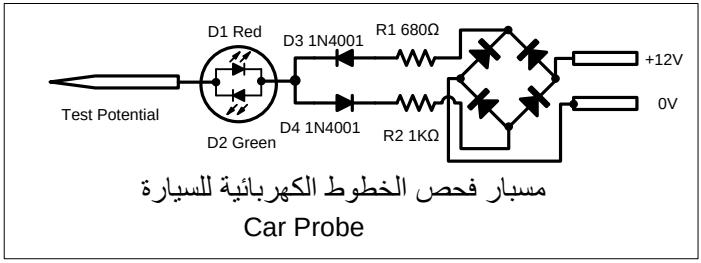
النوع التجاري لهذا المسبار يكلف بحدود **£80** (هكذا ورد في المصدر) السؤال هل بالإمكان بناء نوع أرخص ويؤدي نفس الغرض. المسبار التالي يحقق المطلب ويساعدك للتمييز بين الخط الحي **+12V** والخط الموصل إلى **0V**. ويؤدي كذلك فحص التوصيل المسمى **Continuity test**، ويظهر هذا المسبار في الشكل التالي.



الدائرة الالكترونية لمسبار فحص الخطوط الكهربائية للسيارة.

يتناوب الثنائيان الباعثان للضوء بالعمل بين الأحمر والأخضر عندما يكون المسبار عائماً أي دائرة مفتوحة بدون توصيل، وبهذا يتوفر لنا بيان عن حالة عدم التوصيل **Stand by**.

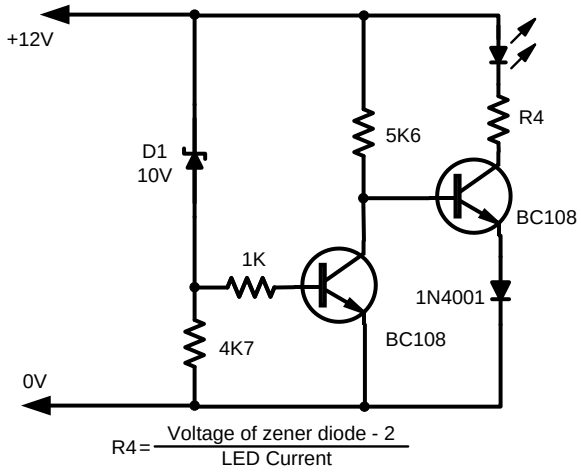
عندما تتواجد **12V** على المدخل يضاء الثنائي الأخضر بينما وجود **OV** على مدخل المسبار تضئ الثنائي الأحمر بدلاً من الأخضر. وبهذا يمكن فحص صلاحية أي سلك خارجي إن كان موصلاً أو مقطوعاً، وكذلك يمكن فحص صلاحية المصابيح أو الفيوزات. بعد توصيل أحد الأطراف بالخط **+12V** والطرف الآخر إلى مدخل المسبار حيث يضاء الثنائي الأخضر إن كان صالحاً للعمل.



مسبار فحص الخطوط الكهربائية للسيارة

Car Probe

الدائرة أعلى هذا الكلام تؤدي نفس عمل الدائرة الأولى بالضبط، دون الحاجة إلى استعمال المتكاملة المؤقت **555**. وبذلك يصبح بيان الحالة العائمة للمسبار انطفاء كلا الثنائيين الباعثين للضوء بدلاً من توهجهما بالتناوب، يمكن توصيل أطراف المسبار إلى البطارية دون الالتفات إلى التقطيب.



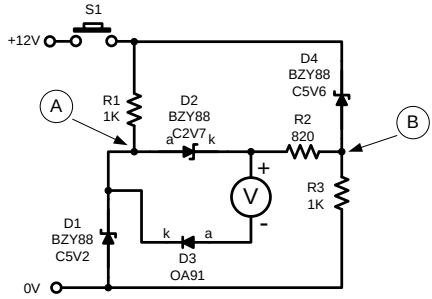
مخطط لدائرة مبين لهبوط بطارية السيارة، حيث يتوهج أثر الهبوط الثنائي الباعث للضوء ويمكن حساب قيمة المقاومة R4 من العلاقة المعطاة أسفل المخطط.

ورد في "الالكترونيات في زمن الحصار الجزء الثالث" في موضوع شحن البطاريات الحامضية دائرة ممتازة لمبين هبوط جهد البطارية، حيث يمكن ضبط مستوى الفولتية التي يتم عندها البيان من خلال المقاومة المتغيرة. وهي مناسبة جداً لمراقبة الفولتيات الواطئة مثل بطارية **4.5** فولت أو أقل، وقد وجدت في العديد من المصادر دوائر تبين الهبوط في الفولتيات الواطئة، لكنها تستعمل دوائر متكاملة غير متوفرة في أسواقنا، ولأن هذه المتكاملات قد أنتجتها الصناعة فقد لا نرى مخططات لدوائر مراقبة من الترانزستورات في المستقبل، وقد يجد المشتغلين العراقيين أنفسهم مضطرين إلى شراء هذه المتكاملات أو إعادة تصميمها. لذا فإني أرى إن الاحتفاظ بالمخططات المبسطة التي تؤدي وظائف المتكاملات على أحسن وجه يشكل ثروة حقيقية وعندما يحين وقتها تظهر أهميتها.

مراقب بطارية السيارة Car Battery Monitor

فولتميتر رخيص ومبهج في أداءه يقيس حالة البطارية **12V**. ترى في المخطط التالي مقياس ذو الملف المتحرك وله أقصى انحراف عند **2V** يراقب الاستقطاب بين النقاط **A** و **B**، يقف المؤشر على الصفر عندما يكون جهد البطارية **12V**، ويرتفع المؤشر إلى أقصى انحراف له عندما تكون فولتية البطارية **14V**. لذا فإن الفولتية بين **14V** و**12V** سيظهر بيانها على كامل انحراف المؤشر وبذلك يتوفر لنا تأشير واضح المعالم لحالة البطارية بخلاف البيان ضيق المعالم الذي يظهر عند استعمال الفولتميتر الاعتيادي.

ثنائيات الزنر **D1** و **D4** تشكل قنطرة و عندما تكون فولتية البطارية **12V** فإن الفولتية في النقطة **A** تكون **6.2V** وفولتية النقطة **B** تكون **6.4V**. عندما تصبح فولتية البطارية **14V** تصبح فولتية النقطة **B** **8V4** بدلاً مما كانت عليه، ويبين المؤشر **2V**. ثنائي الزنر ذو القيمة **2V7** يحمي المقياس من زيادة الفولتية بينما الثنائي **D3** يحمي من الفولتية الراجعة. والتي تحدث عندما تصبح الفولتية الداخلة أقل من **12V**، يمكن استعمال الدائرة لبيان حالة أي بطارية **12V**.



دائرة مراقب بطارية السيارة Car battery monitor circuit.

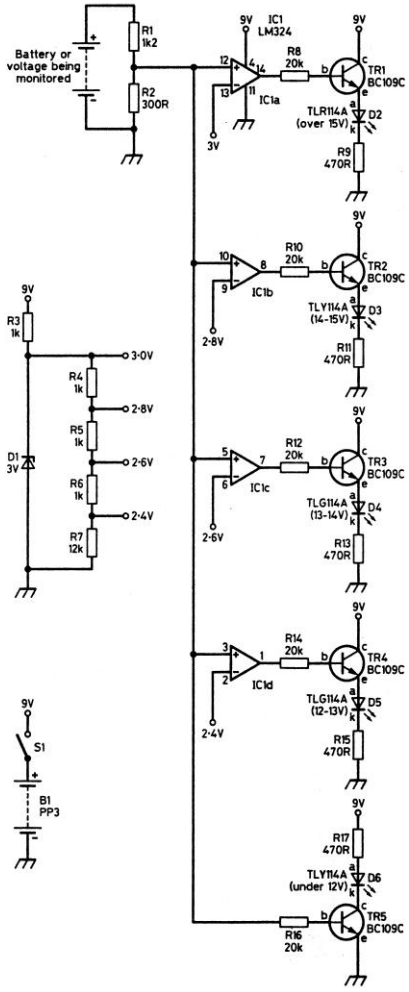
مراقب الفولتية الضوئي A Colourful Voltage Monitor

المخطط التالي يستعمل سلسلة من الثنائيات الباعثة للضوء **LEDs** لتقدم لنا بيان عندما تهبط الفولتية دون **12V**، أو عندما تكون داخل المدى المقبول من **12** إلى **13** فولت، أو عندما تكون داخل المدى المقبول الثاني من **13** فولت إلى **14** فولت، أو عندما تكون مرتفعة قليلاً بين **14** و **15** فولت أو لتعطينا تحذير عندما تكون الفولتية فوق القيمة المقبولة للـ **15V**.

هذه المديات مثالية لمراقبة فولتية بطارية السيارة، أو عندما نستعمل بطارية قابلة للشحن لتجهيز الأجهزة أو المعدات بالقدرة.

تتم مقارنة الفولتية المرجعية على الأطراف **2** و **6** و **9** و **13** للمتكاملة ذات الأربع مضخمات عمليات. فولتية المرجع هذه يتم توليدها من خلال سلسلة مقاومات لتقسيم الفولتية ويتم إقرار الفولتية المسلطة على طرفي السلسلة بواسطة ثنائي زنر **D1**. وبذلك تعمل الأربع مضخمات عمليات كأربع مقارنات لفولتية البطارية الداخلة من النقطة ما بين المقاومتين **R1** و **R2**. ويظهر البيان على الثنائيات الباعثة للضوء عند زيادة فولتية البطارية أو انخفاضها. وعندما لا توجد فولتية على مدخل البطارية لا يظهر بيان زائف، وتكون كافة الثنائيات مطفأة.

عند الاستخدام يكفي أن توصل أطراف الفحص إلى الفولتية التي يتعين مراقبتها (وتأكد أن الأطراف موصلة إلى التقطيب الصحيح) وشغل مفتاح الاشتغال.



الجهاز يعمل عن طريق مقارنة فولتية ثابتة مجزأة بنموذج مجزأ من الفولتية التي يجري مراقبتها.

Resistors

(all metal film, 0.6W, 1%)

R1	1k2
R2	300R
R3-R6	1k
R7	12k
R8, R10, R12, R14, R16	20k
R9, R11, R13, R15, R17	470R

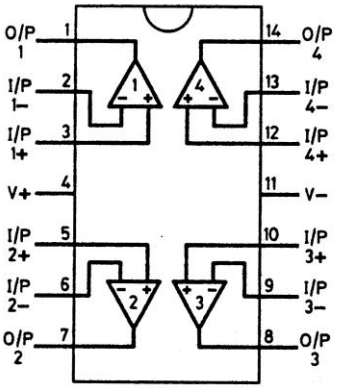
Semiconductors

IC1	LM324
TR1-TR5	BC109C
D1	BZYC3 Zener (3V, 0.5W)
D2	TLR114A red LED
D3, D6	TLY114A yellow LED
D4, D5	TLG114A green LED

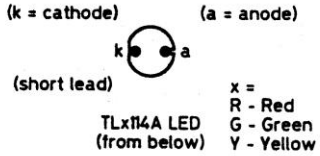
Miscellaneous

S1	SPDT switch
Stripboard	
Battery clip	
PP3 battery	
Crocodile clips	

قائمة المكونات اللازمة في الأعلى وإلى اليمين إيضاح حول القطع المستعملة وأطراف أشباه الموصلات.



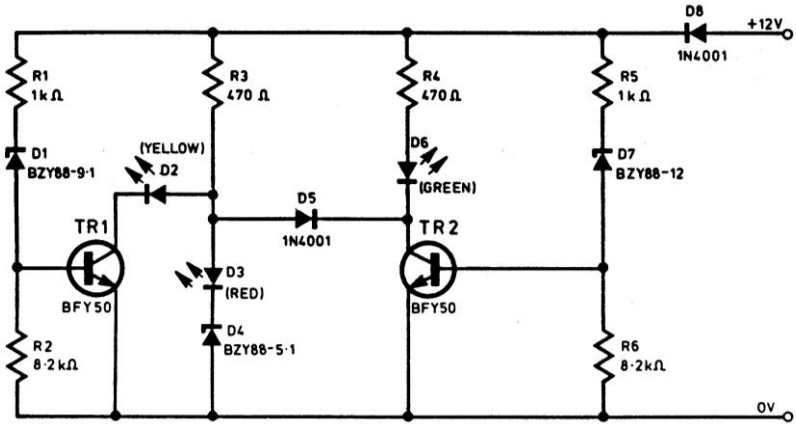
Connections for the LM324



Zener diode
(BZY range)

TO18 transistor can
(from below)

مبين لحالة البطارية Battery State Indicator



الدائرة الالكترونية لمبين حالة البطارية من خلال ثلاثة ثنائيات باعثة للضوء.

مبدأ العمل Principle of operation

الحد الأعلى والأدنى لفولتية البطارية يتحدد من خلال اختيار اثنان من ثنائيات زنر **Zener Diodes** التي تسمح للترانزستورات أن توصل عند نقاط للجهد قد جرى تحديدها سلفاً. ويتم التوصيل عن طريق ثنائي تقليدي وثنائيات باعثة للضوء **l.e.d.** لتقدم عرض لحالة البطارية الحامضية **12V**.

عندما تكون بطارية السيارة في أحسن حال، تصبح الفولتية الخارجة منها حوالي **14V** وعند الشحن تكون أعلى. هذا الاستقطاب يسلط بعد أن يمر خلال **D8** (حيث ينخفض بحدود **0.8V**) عبر **R5** و **D7** و **R6** إلى قاعدة الترانزستور **TR2** حيث يصبح موصلاً ويتسبب في إضاءة الثنائي **D6** عبر **R4**. الترانزستور **TR2** في هذا الوقت يضع دورة قصيرة فعالة على القسم الباقي من الدائرة عبر **D5** مانعاً **D2** و **D3** من بعث الضوء إذ إن الفولتية على طرفيهما هي **2V**.

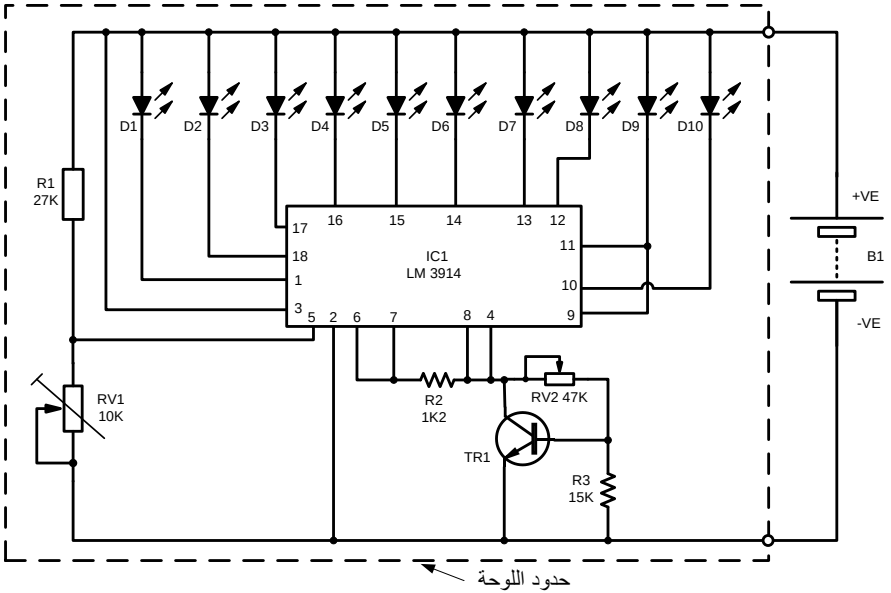
عندما تصبح فولتية البطارية أوطأ، يبدأ **TR2** ينغلق خاصة عندما تهبط الفولتية دون أكتاف الانهيار للثنائي **D7**. وهذا يسمح للثنائي **D2** أن يبدأ الإضاءة إذ إن الترانزستور **tr1** كان طول الوقت في حالة توصيل عبر **R1** و **D1** و **R2**. التيار المسحوب عن طريق **R3** منع **D3** من أن يضئ طالما الاستقطاب على طرفيه وطرفي **D4** ليس أعلى من مستوى فولتية الزنر.

عند فولتية بطارية أوطأ يبدأ الترانزستور **TR1** بالغلق كما أغلق قبله **TR2**. سامحاً للاستقطاب عند نقطة اتصال **D2** و **D3** و **D5** لأن ترتفع متجاوزة للخمسة فولت وهي مستوى فولتية **D4** حيث يبدأ بتمرير التيار وإضاءة **D3**.

ثنائيات زنر ممكن أن يتم اختيارها لمراقبة مستويات فولتية أخرى أو بطارية ذات فولتية أخرى.

Battery voltage Vb	led illuminated
Vb ≤10V	Red (D3)
10V<Vb <12V	Yellow (D2)
Vb≥ 12V	Green (D6)

مراقب لبطارية السيارة Car Battery Monitor

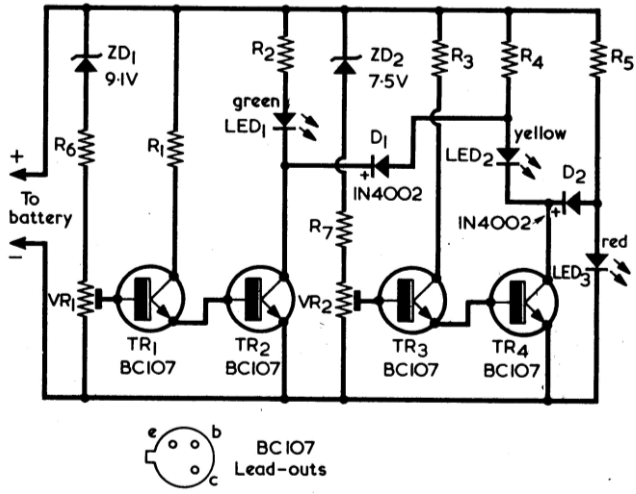


مخطط الدائرة الكهربائية لمراقب بطارية السيارة

المتكاملة **LM3914** من إنتاج ناشنال اليابانية تستخدم لسوق صف من عشر ثنائيات باعثة للضوء يمكن أن تحمل الألوان أحمر برتقالي أخضر. هذه المتكاملة متوفرة في أسواقنا المحلية وهي على شكلين شكل مبيت فيه مصفوفة الثنائيات الباعثة للضوء العشرة وشكل تقليدي يمكن لحام عشرة ثنائيات باعثة إليه بمساعدة لوحة تجميع. ويمكن استعمالها لبيان فولتية الشحن للبطارية من عشر خطوات تقريباً، أي نصف فولت لكل خطوة من **9V** إلى **14V**. المتكاملة تحتوي على مضخم كمصد **Buffer** عند المدخل، وسلسلة لتقسيم الجهد **Potential divider chain** مقارنات **Comparators**، ومرجع لفولتية مرجع مناسبة تبلغ **1V2**. وتتضمن كذلك المنطق اللازم لنختار طريقة العرض إما توهج تسلسلي للثنائيات أو عرض بصيغة النقطة المتحركة، وقد استخدمت الأخيرة في هذا التطبيق. المقارنات ستتسبب في أن الثنائيات الباعثة للضوء ستضيء عند كل **0.12V** من الفولتية الداخلة.

الترانزستور **TR1** يسلك سلوك ثنائي تضخيم **Amplified diode** ويرفع النهاية السفلية لسلسلة المقسمات، والخط السالب لمصدر فولتية المرجع (الأطراف **4** و **8**) إلى **1.9V** . النهاية العلوية للسلسلة موصل (الطرف **6**) موصل إلى خارج فولتية المرجع (الطرف٧) ولذا فهي عند حوالي (**3.1V**). مقسم الجهد المؤلف من **R1** و **RV1** تقوم بمضائلة فولتية التجهيز وتستعملها كإشارة دخول إلى المقارنات وبذا فإن مدى فولتية المصدر من **9** إلى **14** فولت تغطي مدى سلسلة المقسمات ويظهر بيانها على كامل الثنائيات العشرة الباعثة للضوء. شدة لمعان الثنائيات الضوئية يبقى ثابتاً بسبب احتواء المتكاملة على مصدر للتيار ثابت يغذي المتكاملات **Constant current source**.

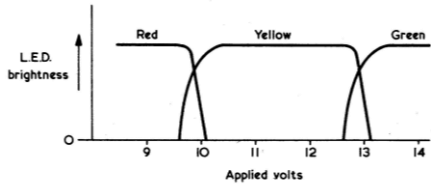
مراقب لبطارية السيارة Car Battery Monitor



الشكل١ مخطط مراقب فولتية بطارية السيارة، والذي يمكن تنسيبه لمراقبة بطارية ذات 6V

لاحظ صاحب المقال في نظام السيارة العامل على بطارية ذات **12V**، أن الفولتية الحاصلة في البطارية المشحونة تبلغ **13V** وفولتية البطارية الغير مشحونة **10V**، هذه القيم قد اعتمدها كنقاط ارتكاز لعمل الدائرة أعلاه طراز **12V**.

يتم ضبط المراقب من خلال المقاومات المتغيرة **VR1** و **VR2**. الشكل٢ يوضح أداء الدائرة. الثنائيات الثلاث الباعثة للضوء ممكن أن تكون من أي نوع تحتاج تيار في الاتجاه الأمامي **30** إلى **60** ملي أمبير وعند إدراجها في الدائرة تعمل من خلال تيار يبلغ **10mA** أو أكثر.



الشكل٢ توضيح للكيفية التي تضيء بها الثنائيات الثلاثة الباعثة للضوء إزاء فولتيات مختلفة.

الضبط والإعداد Setting up

يتم ضبط الدائرة بتسليط الفولتية المناسبة وضبط **VR1** و **VR2** تبعاً لذلك. أولاً توضع المنزلقات لهذه المقاومات المتغيرة بحيث تكون عند النهايات السالبة لمساراتها. إذا كانت الفولتيات المختارة **13** فولت لحالة الشحن و **10** فولت لحالة التفريغ. توضع أولا **10** فولت وتضبط منزلقة **VR2** بحيث يكونا كلا الثنائيين الأصفر والأحمر مضاءين. توضع بعد ذلك فولتية تجهيز تبلغ **13V** وتضبط **VR1** حتى يتوهج الثنائي الأخضر والأصفر. إذاك تكون الوحدة قد ضبطت. ويمكن ضبط **VR1** و **VR2** لفولتيات أخرى إذا رغبنا. ويمكن الحصول على الفولتيات اللازمة للضبط من مجهز قدرة نختار الفولتية الخارجة منه.

12 VOLT VERSION

Resistors

(All fixed values 5%)

R1 10kΩ ¼ watt
R2 1kΩ ½ watt
R3 10kΩ ¼ watt
R4 1kΩ ½ watt
R5 1kΩ ½ watt
R6 2.7kΩ ¼ watt
R7 2.7kΩ ¼ watt
VR1 10kΩ pre-set potentiometer, skeleton, 0.25 watt
VR2 10kΩ pre-set potentiometer, skeleton, 0.25 watt

Semiconductors

TR1-TR4 BC107
ZD1 zener diode, 9.1V 5%, 400mW
ZD2 zener diode, 7.5V 5%, 400mW
D1, D2 1N4002
LED1 green l.e.d.
LED2 yellow l.e.d.
LED3 red l.e.d.

6 VOLT VERSION

Resistors

(All ¼ watt 5%)

R1 4.7kΩ
R2 390Ω
R3 4.7kΩ
R4 390Ω
R5 390Ω

Semiconductors

ZD1 zener diode, 4.3V 5%, 400mW
ZD2 zener diode, 3V 5%, 400mW

All remaining components as for 12-volt version.

مراقب طراز 6V Volt Version 6

نفس الدائرة يمكن إعدادها لتراقب بطارية **6V** مع تغيير بعض قيم المكونات. ويمكن ضبطه بنفس الخطوات عدا اعتماد **5** فولت لحالة التفريغ و **6.5 V** لحالة الشحن. ويمكن أن تلاحظ قيم المكونات المدرجة في قائمة المواد الخاصة بالطراز **6V**.

فاحص ترانزستورات بدون مؤشر

Meterless Transistor Tester

جهاز الفحص هذا يسمح لنا وبسرعة معرفة أقطاب الترانزستورات ثنائية القطب بالإضافة إلى الكسب إزاء الإشارات الكبيرة. استعملنا فيه ثنائيات باعثة للضوء عوضاً عن المقياس ذو الملف المتحرك الاعتيادي، وحصلنا بذلك على مزايا الكلفة المنخفضة ومناعة ضد الصدمات. تيار البطارية المسحوب قليل وحقيقة هو أقل ما يلزم للتحقق من ترانزستور.

By Bruce Woodland / Radio & Electronics Constructor

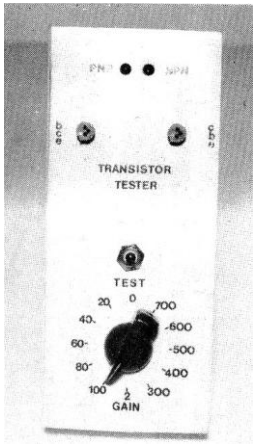
العديد ممن يبنون الأجهزة الالكترونية. يحصلون على ما يحتاجون من الترانزستورات من خلال شرائهم خليط الترانزستورات الغير مفحوصة والألواح الالكترونية المستعملة. وعند تصميم الدوائر تكون الرغبة غالباً في الحصول ولو على فكرة عامة حول كسب ترانزستور ما حتى لو كان هذا قد تم شراءه جديداً. لكل هذه المتطلبات يصبح جهاز فحص الترانزستور ضرورة قائمة.

المواصفات Specification

نظرة سريعة لورقة البيانات لأي ترانزستور توضح العدد الكبير لعمليات الفحص اللازمة التي يجب أن تتم للتحقق اللازم. لحسن الحظ فإن التطبيقات للأجهزة التي تبنى في المنزل تتطلب الإجابة عن ثلاثة أسئلة فقط.

١- هل الترانزستور يعمل؟
٢- ما هي أقطابه؟
٣- ما هو الكسب المتأتي منه؟

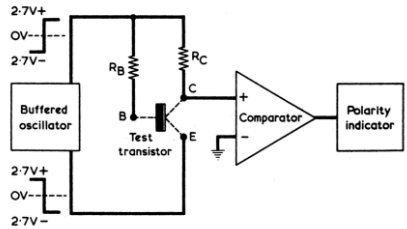
وعندما يتعين فحص عدد من النبائط أثناء العمل، يتطلب الأمر آلة فحص سريعة الاستعمال وتتطلب أقل قدر من المعالجة. جهاز الفحص الذي نتحدث عنه يغطي متطلبات النقاط الثلاثة التي ذكرناها. وهو لا يتضمن مقياس ذو المؤشر المتحرك في بنائه لذا فإن الكلفة والحجم ستنخفض إلى أقل مستوى.



المبدأ Principle

المخطط الكتلي في الشكل١ يوضح مبدأ العمل لفاحص الترانزستور. مذبذب موجة مربعة يجهزنا بفولتية متغيرة من مخرجين، عندما تبلغ الفولتية من أحد المخارج **2.7** فولت في الاتجاه الموجب تكون في المخرج الآخر **2.7** في الاتجاه السالب والعكس بالعكس، وكلا الفولتيتين منسوبة إلى نقطة الصفر (الأرض).

أحد المخارج يسلط إلى قاذف **E** الترانزستور تحت الفحص، بينما المخرج الآخر يسلط إلى قاعدة الترانزستور عبر المقاومة **RB** وإلى جامع الترانزستور **C** عبر **RC**.



الشكل١ مخطط كتلي يوضح عمل فاحص الترانزستورات بدون مقياس الملف المتحرك.

فإذا كان الترانزستور تحت الفحص هو من النوع **PNP** (ونفترض أن قيمة **RB** و**RC** هي القيمة المناسبة) فإن الترانزستور سيكون في وضع **ON** عندما يصبح الجامع **Collector** سالباً والقاذف **Emitter** موجباً. بعد ذلك يصبح الجامع موجباً نسبة إلى الأرض. عندما ينعكس تقطيب الجامع **C** والقاذف **E** فإن الترانزستور سيصبح ببساطة غير موصل يعني مطفأ. وعليه فإن وجود ترانزستور نوع **PNP** قد جرى بيانه عندما كانت الفولتية المسلطة على **RB** و **RC** سالبة.

عكس الحالة أعلاه يحدث مع ترانزستور نوع **NPN** والتي يصبح فيها الجامع **C** موجباً.

يوصل جامع الترانزستور إلى المدخل غير العاكس لمكبر العمليات والمؤشر بالعلامة + والذي يمتلك على مخرجه اثنان من الثنائيات الباعثة للضوء **LED** والموصلة بشكل متعاكس في طريق التغذية العكسية **Feed back loop**.

فإذا ذهب المدخل الغير عاكس بالاتجاه الموجب فإن خارج مضخم العمليات يضيء الثنائي الضوئي حيث يبين أن الترانزستور نوع **PNP**؛ وبالمثل عندما يذهب الطرف غير العاكس بالاتجاه السالب فإن الثنائي الآخر الباعث للضوء يضيء ليبين أن الترانزستور من نوع **NPN**.

إذا كان ثمة قطع في دائرة الجامع مثلاً في الترانزستور تحت الفحص، فإن كلا الثنائيين ستضيء، لأن خارج مضخم العمليات سيتبع حينئذ الموجة المربعة الخارجة من المذبذب.

نفس الشيء يحدث إذا كانت **RB** عالية إلى درجة لا تسمح للترانزستور بأن يوصل.

قيمة مقاومة الانحياز Bias Resistor Value

سنقوم الآن بالتحقق من قيمة **RB** اللازمة لتجعل جامع **C** الترانزستور تحت الفحص ليصبح بالكاد في منتصف مستوى الفولتية **Just at mid-rail Voltage** أي عند نفس استقطاب نقطة الصفر (الأرض) للدائرة، هذا خلال نصف الدورة التي يصبح فيها الترانزستور موصلاً. وبما إن مستوى الفولتية الكامل **Full rail Voltage** هو مرتين بقدر **2.7** فولت، أو **5.4** فولت، وإذا افترضنا أن الترانزستور تحت الفحص من السيلكون حيث تمتلك وصلة القاعدة قاذف انحدار جهد في الاتجاه الأمامي يبلغ **0.7** فولت.

في هذه الحالة يصبح التيار في مقاومة الجامع **RC** **2.7** فولت مقسوما على **RC**، بينما التيار في **RB** **5.4** فولت ناقص **0.7** فولت، أو **4.7** فولت مقسوماً على **RB**.

$$GAIN = \frac{2.7}{RC} \times \frac{RB}{4.7}$$

$$RB = GAIN \times \frac{RC}{2.7} \times 4.7$$

$$RB\,(k\Omega) = GAIN \times \frac{4.3}{2.7} \times 4.7$$

$$RB\,(k\Omega) = GAIN \times 7.5$$

الشكل٢ المعادلات التي تُظهِر العلاقة بين RB وكسب الترانزستور المفحوص عندما يكون استقطاب الجامع عند استقطاب نقطة الصفر (ويسميها صاحب المقال الأرض).

نستخرج الكسب من قسمة **IRC** على **IRB** وهذه تساوي العلاقة الأولى في الشكل٢. العلاقة الثانية تستخرج قيمة **RB**.وعملياً **RC** هي **4.3KΩ** تقودنا إلى العلاقة الثالثة والرابعة في الشكل٢.

ويمكن من العلاقة الأخيرة ملاحظة أن **RB** بالكيلو أوم مساوية إلى الكسب مضروباً في **7.5** وعليه فإن جامع الترانزستور ذو الكسب **20** سيكون عند استقطاب الأرض عندما تمتلك **RB** قيمة تبلغ

150KΩ. قيمة **RB** المناظرة لكسب يبلغ **40** هي **300KΩ**، ولكسب يبلغ **60** هي **450KΩ** وهكذا.

العلاقة الأخيرة في الشكل٢ تخرج عن كونها صحيحة قليلاً مع ترانزستورات الجرمانيوم التي تمتلك انحدار جهد لوصلة قاعدة قاذف في الاتجاه الأمامي تبلغ حوالي **0.15** فولت، ولكن هكذا خطأ لا يعتبر مشكلة من الناحية العملية. إذ إن معظم الترانزستورات التي في متناول اليد هذه الأيام هي من السليكون.

صار بيناً الآن كيف يمكن للترتيبة الموضحة في الشكل١ أن توظف لمعرفة أولاً تقطيب الترانزستور ثم كسبه. يتعين في البداية أن تعطى للترانزستور مقاومة **RB** ذات قيمة واطئة، فإذا كان صالحاً للعمل يقتضي الحال أن يضيء أحد الثنائيين الضوئيين **l.e.d.** لتبين تقطيب الترانزستور **PNP** أو **NPN**. بعد ذلك تتم زيادة قيمة المقاومة **RB** إلى أن تتجاوز قطبية جامع الترانزستور تقطيب نقطة الصفر (الأرض) **potential earth**، مسبباً إضاءة كلا الثنائيين الضوئيين **l.e.d.** قيمة **RB** عندما تحدث هذه الحالة تقدم لنا بيان عن مقدار الكسب للترانزستور.

الدائرة العاملة Working Circuit

الدائرة الكاملة للفاحص تجدها في الشكل٣. وتجد فيها دائرتين متكاملتين، أحداهما وهي **IC1** متكاملة من نوع **CMOS** تحمل الرقم **MCI 4049** في داخلها ستة **Hex** دوائر عاكسة **inverters** مزودة بمضخمات عزل **Buffers**، ونصفها باللغة الانكليزية فنقول **hex inverter/buffer** والمتكاملة **IC2** هي مضخم العمليات المعروف **op.amp 741**. اثنان من العاكسات في **IC1** قد أرفق إليها **C1** و **R1** و **R2** وتشكل مذبذب موجة مربعة بسيط له تردد يبلغ **2.5KHz** وقد لا تتشابه العلامة إلى الفراغ في أقسام موجته المربعة **roughly equal mark-space**.

العاكسات **inverters** الأربعة الباقية موصلة على التوازي كأزواج وذلك لزيادة قابليتها على سحب التيار وتجهيزه، وهي مرتبة لتجهيز خارج ذو تقطيب متمم **Outputs Complementary** من المذبذب **Oscillator**.

أحد المخارج موصل إلى قاذف **Emitter** الترانزستور تحت الفحص والمخرج الآخر إلى المقاومة **R6**، التي تحل محل **RC** في الشكل١. **RB** في الشكل١ تستبدل بالمقاومة **R7** وأياً كانت المقاومة من **R8** إلى **R17** فإنها سيتم اختيارها من خلال **S2**.

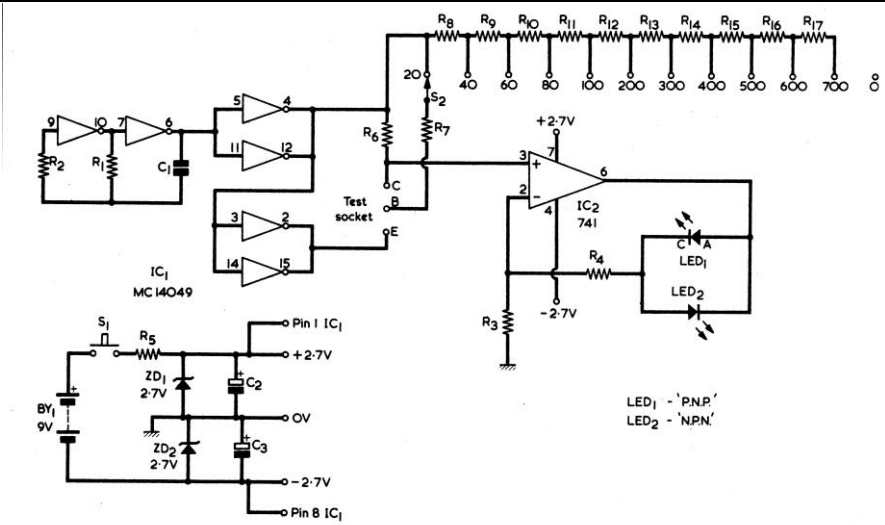
استعملنا نبيطة **CMOS** مع المتكاملة **IC1** إذ إنها ضرورية للحصول على فولتية متشابهة **Symmetrical** تتأرجح حول نقطة الصفر (الأرض **earth**). لاحظ إن نبائط **TTL**. غير ملائمة لهذه الناحية.

دورة التغذية العكسية **loop Feedback** حول المتكاملة **IC2** تتضمن **LED1** و **LED2** والمقاومة **R4**. المقاومة **R3** تحدد الحساسية مثل **0.1** فولت فرق بين جامع الترانزستور تحت الفحص ونقطة الأرض المناظرة لدفق يبلغ **10mA** في الثنائي الباعث للضوء المتوهج.يتحدد تيار الثنائي الباعث للضوء بالمقاومة **R4**.

عندما يذهب المدخل الغير عاكس في الاتجاه الموجب فإن المخرج يتبع ذلك ويضيء الثنائي الباعث للضوء **LED1**. الثنائي الضوئي الباعث للضوء **LED2** يضيء عندما يذهب المدخل الغير عاكس **non-inverting** في الاتجاه السالب.

مجهز قدرة ذو فولتية مزدوجة يمتلك **2.7** فولت سالبة وأخرى موجبة نسبة إلى نقطة الصفر (الأرض) معطى من خلال الدائرة المؤلفة من **R5** و **ZD1** و **C2** و **C3**. مفتاح الضغط **S1** يضمن لنا أن القدرة المستهلكة من البطارية **9V** خلال فترة الفحص فقط، وهذا يطيل عمر البطارية. التيار اللازم لعمل الدائرة حوالي **16mA** وبذلك تصبح البطارية **PP3** ملائمة تماماً.

قد يشعر أحدنا أو قد يبدو لأي منا أن مرحلة الخروج للمتكاملة **741** لا تكفيها الفولتية المزدوجة **2.7** فولت لتسمح للثنائيات الباعثة للضوء أن تضيء. كلا لقد تحرينا هذه المشكلة في النموذج الأولي، وقد عمل بشكل مرضي مع بطارية ذات فولتية هابطة لغاية **6V**. وخذ في الحسبان مقاومة الانحدار العالي لثنائي زنر ذو الفولتية **2.7** فولت عند تيار واطي وهذا يدلل على هامش فولتية مريح.



الشكل٣ الدائرة الالكترونية الكاملة لفاحص الترانزستور، الأرقام عند موصلات المفتاح S2 تشير إلى الكسب الخاص بذلك الموقع.

Resistors
(All ¼ watt 5%)
R1 39kΩ
R2 68kΩ
R3 10Ω
R4 68Ω
R5 220Ω
R6 4.3kΩ
R7 150kΩ
R8 150kΩ
R9 150kΩ
R10 150kΩ
R11 150kΩ
R12 750kΩ
R13 750kΩ
R14 750kΩ
R15 750kΩ
R16 750kΩ
R17 750kΩ

Capacitors
C1 0.01μF type C280 (Mullard)
C2 20μF electrolytic, 10 V. Wkg.
C3 20μF electrolytic, 10 V. Wkg.

Semiconductors
IC1 MC14049 or CD4049
IC2 741, 8 pin d.i.l.
ZD1 BZY88C2V7
ZD2 BZY88C2V7
LED1 red l.e.d. (see text)
LED2 red l.e.d. (see text)

Switches
S1 press-button, push to close, miniature
S2 1-pole 12-way rotary, miniature

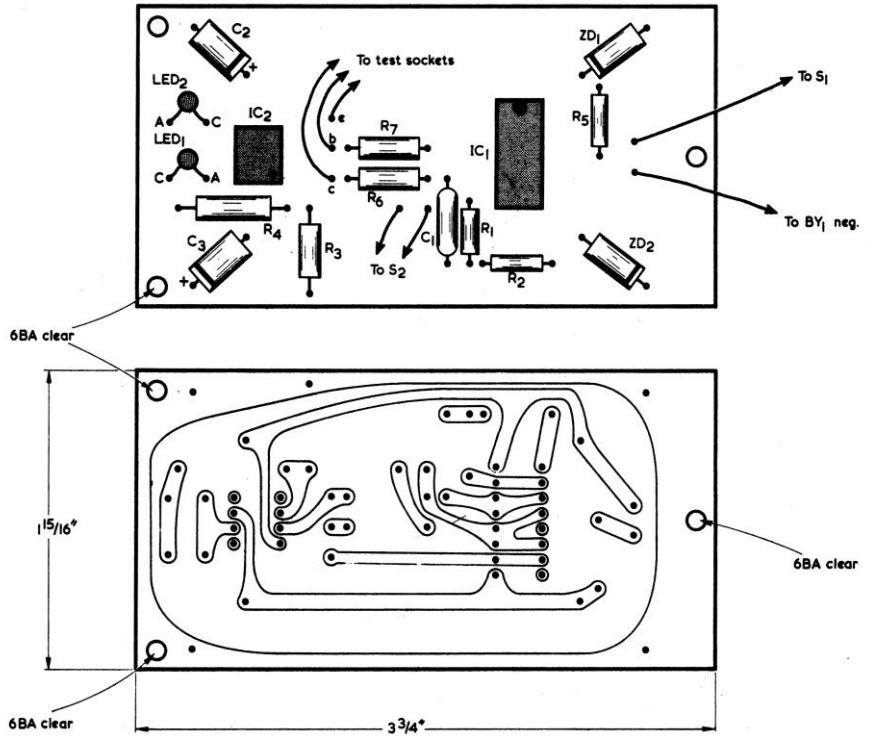
Battery
BY1 9 volt battery type PP3 (Ever Ready)

Miscellaneous
Pointer control knob
8 pin i.c. holder
16 pin i.c. holder
Battery connector
Printed circuit board
Materials for case (see text)

قائمة المكونات لجهاز فحص كسب الترانزستورات

البناء Construction

يمكن استعمال أي طريقة متاحة في بناء هذا الفاحص، والأمر متروك للقائم بالبناء. المخططات والصور المرفقة تعطي فكرة عن النموذج الذي بناه صاحب المقال. وتذكر استعمال مقابس لتثبيت المتكاملات وخاصة المتكاملة **IC1** وبعد لحام المقابس إلى اللوحة يتم تركيب المتكاملة حفاظا عليها من التلف بتأثير الكهربائية الستاتيكية، واتبع كل الإجراءات التي ذكرناها سابقاً حول هذا الموضوع.

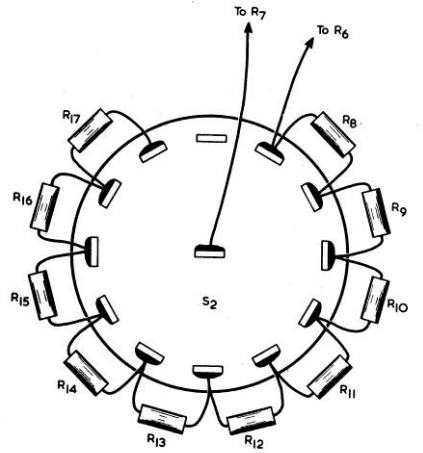


الشكل٤ جانب المكونات والتوصيلات النحاسية للوح الدائرة المطبوعة.

استعمال الفاحص Using The Tester

لغرض استعمال الفاحص وصل أولاً الترانزستور الذي تروم فحصه إلى جهاز الفحص ولا تنس ضع أطراف الترانزستور كل في مكانه. ضع المفتاح **S2** على القيمة **"20"** واضغط المفتاح **S1** فإذا كان الترانزستور مقبول وموصل بطريقة صحيحة، فسيضيء أما الثنائي **PNP** أو **NPN**.

ابق ضاغطاً على المفتاح **S1**، دور **S2** لأرقام كسب أعلى إلى أن تضيء كلا الثنائيات الباعثة للضوء. عند ذلك تؤخذ القراءة الأعلى التي تسببت في إضاءة ثنائي واحد، والقيمة المضبوطة تؤخذ ما بين الرقمين.



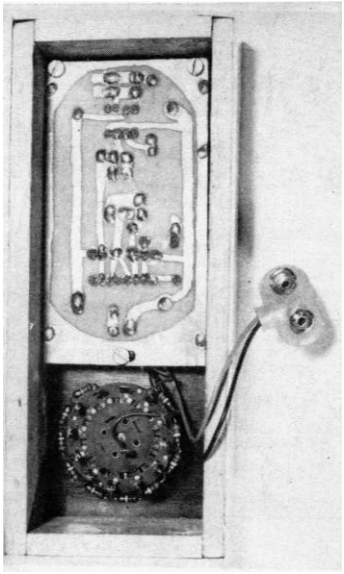
الشكل٥ المقاومات R8 **إلى** R17 **يتم تسليكها بشكل مباشرة إلى بتلات** S2.**توصل السلكين الممتدين إلى** R6 **و** R7 **على لوح الدائرة.**

إذا كان الترانزستور غير عاطل فإن كلا الثنائيين **led,s** يجب أن تضيء عندما يكون **S2** في الوضع **"O"**.

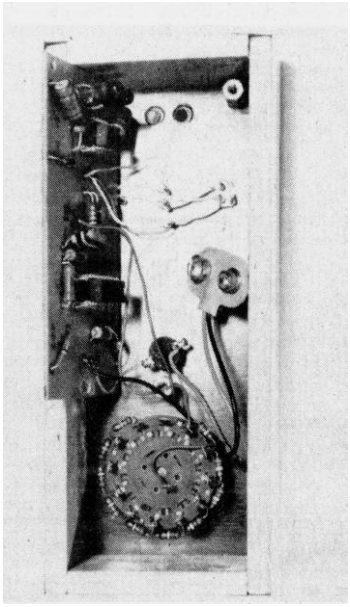
الانتقال من وضع ذو ثنائي مضيء واحد إلى وضع ذو ثنائيين مضيئين يمتاز بطبيعة مباغتة عند تحريك المفتاح **S2** من وضع إلى آخر، وهذا اعتيادي.

وعلى أي حال فقد وجد مع عدد قليل من الترانزستورات أن الثنائي الباعث للضوء الثاني يأخذ بالتألق بشكل باهت عندما نضع المفتاح **S2** في وضع يكون مباشرة تحت الوضع الذي يتسبب بإضاءة لثنائيين بالكامل.

يحدث هذا الأمر إذا كان كسب الترانزستور يتسبب في عجز فولتية الجامع عاجزة عن بلوغ استقطاب نقطة الصفر (الأرض). فيؤخذ مقدار الكسب عند الوضع الذي تسبب في إضاءة الثنائي بشكل ضعيف، وسيكون أكثر صحة **more accurate** من الكسب المعطى عند الانتقال من ثنائي واحد مضيء إلى ثنائيين مضيئين بشكل مفاجيء.



وضع المكونات داخل الهيكل.



الواجهة الأمامية من الخلف.

لم أدع وسيلة لقياس المتسعة إلا وجربتها وأخضعتها للفحص النظري والتمحيص العملي، على مدى أكثر من خمسة عشر سنة؛ وغايتي أن يكون جهاز القياس بسيط وذو مواد متوفرة ورخيصة الثمن ويغطي أكبر مدى لقيم السعات. وبعد الاطلاع عل الكم الهائل من التصاميم، في الدوريات والمطبوعات الواردة من أرجاء البلدان، لم أجد أجود من النموذج الذي قدمته في "الالكترونيات في زمن الحصار / الجزء الثاني / مقياس تماثلي لقياس السعة". وبقيت مشكلة قياس السعات الأكبر من 20 مايكرو فراد صعودا إلى ما شئنا.

والطريقة المتبعة لقياس السعات الكبيرة تتمثل في قياس زمن الشحن كدالة للسعة، ويعرض الناتج رقميا. إلا إن دائرتها مطولة وبنائها يكد الذهن. وقنطرة القياس ممتازة أيضاً، لكنها تتحسس أثر رقائق الألمنيوم الملفوفة مع المتسعات الكبيرة على الخصوص، والتأثير يظهر على شكل ملف موصل على التوالي مع المتسعة ويحدث لهذا السبب خطأ في القيمة التي تقيسها القنطرة.

مقياس السعة للمتسعات الالكتروليتية

Electrolytic Capacitance meter

نبيطة حيوية ومهمة تتصف بأنها صعبة القياس من خلال الأجهزة البسيطة، ألا وهي المتسعة الألكتروليتية وتسمى أحياناً المتسعة الكيميائية. وتمتلك هذه المتسعة قيمة سعة Capacitance عالية لذا نجد رادتها reactance منخفضة القيمة، ومن الضروري كذلك أن ننتبه إلى التقطيب الصحيح لها عند عملية القياس. هذين العاملين تجعل عملية القياس معقدة مع وسيلة قياس مثل القنطرة ونحوها.

By G. A. French / Radio & Electronic Constructor / February 1977

مقال هذا الشهر المقدم تحت سلسلة دوائر مقترحة **Suggested Circuits** يشرح دائرة مؤهلة منطقياً لأن تقدم قرارات قياس صحيحة لقيم المتسعات الألكتروليتية، من خلال الاستفادة من سلوك المتسعتين عند ربطهما على التوالي. والدائرة تقدم بيان فيما إذا كانت المتسعة تحت القياس تعاني من تسريب كبير بين ألواحها أم لا. القراءات المأخوذة من تكرار القياس كانت ممتازة، والتحديد الرئيس لصحة القراءة **accuracy** يفرض من خلال الحقيقة القائلة أن متسعة الثابت للقنطرة التي بالمقارنة معها تتم معرفة قيمة المتسعة تحت القياس هي أيضاً ألكتروليتية، ولهذا فهي معرضة إلى سماحية **Tolerance** واسعة في قيمتها تضاف إلى قيمة المتسعة المقاسة.

وعل أي حال، فإن اثنان من متسعات الثابت الثلاثة ممكن أن تكون من نوع **Tantalum bed** ذات سماحية **20%**.

الدائرة لها ثلاثة مديات وبإمكانها أن تقيس سعات من **2uF** إلى **5000uF**. القطعة الوحيدة المكلفة في الدائرة هي المقياس ذو أقصى انحراف البالغ **100uA**، ويمكن استعمال الأوفو ميتر إذا كان يمتلك مدى قياس من **0-100** مايكرو أمبير أو من **0-50** مايكرو أمبير.

المبدأ الأساس Basic Principle

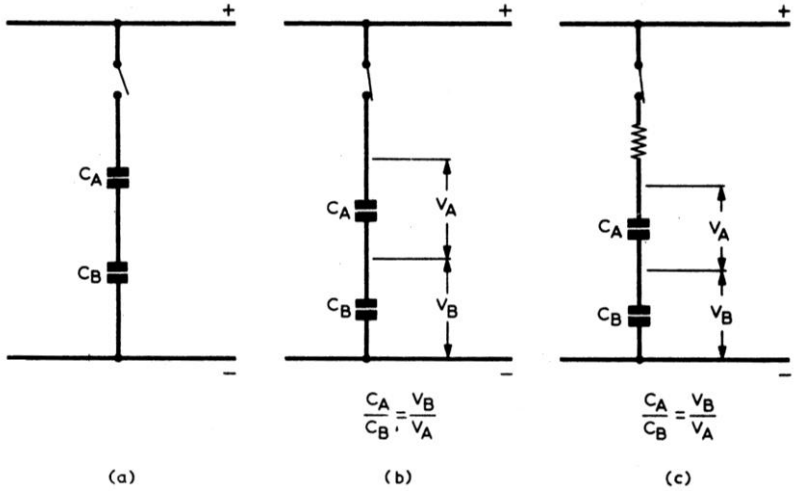
مقياس السعة يعمل وفق مبدأ توزيع الشحنة **distribution of charge** عندما اثنان من المتسعات المفرغة يتم توصيلها على التوالي إلى فولتية مستمرة. الشكل**1(a)** يبين المتسعتين الاثنتين، والمشار إليهما **CA** و **CB** على التوالي. الاصطلاح **CA** و **CB** قد أطلق كذلك على قيم سعتيهما. عندما يكون المفتاح في هذا المخطط مفتوحاً فإن المتسعتين مفرغة **discharged**.

غلق المفتاح كما في الشكل**1(b)**، يتسبب في شحن المتسعتين، الفولتية الكلية على المتسعتين تبدو مساوية إلى الفولتية المجهزة. العلاقة فيما بين الشحنة **Charge**، والفولتية **Voltage** والسعة **Capacitance** لمتسعة معطاة من خلال

$$Q = VC$$

حيث **Q** هي كمية الكهربائية **electricity** بالكولوم، التي تدفقت لإيجاد الشحنة **Charge**، و**V** هي الفولتية على طرفي المتسعة المشحونة و **C** هي قيمة المتسعة بالفراد **Farads**. وكما قلنا فإن **Q** تمثل كمية الكهربائية التي تُعرّف عدد الألكترونات التي مرت لإنشاء الشحنة. وطالما إن كلا المتسعتين على التوالي فيبدو واضحاً إنهما تعرضتا لنفس الدفق من الالكترونات في كل واحدة، عندئذ فإن كلا المتسعتين تمتلكان نفس القيمة للـ **Q**.

تدفق الألكترونات حدث في لحظة غلق المفتاح. إذا كان للمتسعات قيم سعة عالية فإن دفق الألكترونات يمكن تبيانه من خلال مقياس التيار، وهذا المقياس يعطي نفس القراءة إذا أدرج في دائرة الشحن عند أي نقطة. الألكترونات لا تمر بالطبع خلال المتسعات نفسها؛ إنها تمر لتكون مجال كهربائي بين ألواح المتسعة.



الشكل1(a) **اثنان من المتسعات المفرغة موصلة على التوالي. المصطلح** CA **و** CB **قد أطلقناه للمتسعتين وكذلك لسعتيهما.**

(b) **غلق المفتاح يتسبب في أن تمتلك الفولتية على طرفي المتسعتين علاقة فيما بينها تراها موضحة في الأسفل.**

(c) **نفس العلاقة موجودة عند إدراج مقاومة على التوالي مع المتسعات.**

فإذا كانت قيمة **Q** هي نفسها بين **CA** و **CB**، يتبع ذلك أن التعبير **VC** هو أيضاً لكلا المتسعتين. عندما نأخذ الفولتية المبينة في الشكل**1(a)**، **CA** مضروبة في **VA** تساوي **CB** مضروبة في **VB**، وهذا هو تبسيط العلاقة الموضحة في المخطط (حاصل ضرب الطرفين = حاصل ضرب الوسطين).

وسيكون من السهولة مع المتسعات ذات القيم الكبيرة قياس الفولتية **VB**، عندئذ وأياً كانت معلومة

CA أو **CB** سيكون ممكنا معرفة قيمة المتسعة الأخرى. ليس من الضروري معرفة قيمة **VA** وذلك لأنها ببساطة فولتية التجهيز مطروحاً منها **VB**. وإذا ما استعملنا الدائرة لقياس المتسعات المجهولة فإن أياً من **CA** أو **CB** ممكن أن تكون المتسعة المجهولة، والمتسعات الباقية هي متسعات الثابت للقنطرة.

وعلى أي حال، إذا كانت **CA** هي متسعة الثابت و **CB** هي المتسعة المجهولة، فإن القيمة **VB** ستقل مع زيادة قيمة **CB**. من ناحية أخرى، إذا كانت **CB** هي الثابت فإن الفولتية **VB** تزداد مع زيادة المتسعة المجهولة **CA**.

C_B = 100μF	V_{supply} = 100V	
C_A (μF)	V_A	V_B
10	91	9
20	83	17
30	77	23
40	71	29
50	67	33
60	62	38
70	59	41
80	56	44
90	53	47
100	50	50
200	33	67
300	25	75
400	20	80
500	17	83
1,000	9	91

الشكل٢ جدول يبين قيم VA و VB لقيم مختلفة لـ CA في ظل الظروف المشار إليها في الجدول. لكي نضمن صحة قراءة مؤشر المقياس وضعنا المدى من 20 إلى 500uF فقط في الدائرة العملية لمقياس السعة.

من الناحية النفسية، هنالك ميزة هامشية في زيادة فولتية **VB** مع زيادة المتسعة المجهولة (حتى ولم تكن هنالك علاقة خطية بين الاثنين) وبين مقياس السعة العملي. **CB** هي الثابت المعلوم و **CA** المتسعة تحت القياس المجهولة.

في الشكل**1(a)(b)** قد افترضنا نظرياً عدم وجود مقاومة التوالي في الدائرة. وعملياً يتحتم وجود بعض المقاومة، وفي الشكل**1(C)** تم إدراج مقاومة فعلية على التوالي مع المتسعتين. هذه المقاومة قد تمتلك نسبياً قيمة عالية، عندئذ وبعد غلق المفتاح، سيمر وقت ملحوظ قبل أن تصبح المتسعتين مشحونة بالكامل. وعندما تكون مشحونة بالكامل سنجد نفس العلاقة في الشكل**1(b)** بين الفولتية والسعة، وذلك نقولها ثانية، بسبب أن نفس الدفق من الالكترونات قد حدث في كل منهما.

بعض القراء قد يجد صعوبة في تصور حالة التيار المستمر للشكل**1(b)(c)** بصيغة دفق الالكترونات ونتيجة ذلك فولتية موجودة على طرفي كل متسعة. وقد يجدون الافتراض القائل بعد غلق المفتاح فإن المتسعتين تتعرض إلى قيمة كسرية صغيرة من دورة التيار المتناوب، عندئذ فإن الفولتية عبر المتسعتين تصبح ذات علاقة مع رادتيهما **Reactance**. وطالما رادة المتسعة تعتمد بشكل عكسي على قيمة السعة، قد يجدون الافتراض أكثر تقبلا، أياً كان فالنتيجة واحدة.

إذا كانت **CA** مساوية إلى **CB** في الأشكال**1(b)(c)**، سيكون بيناً أن **VB** مساوية إلى **VA**. فإذا كانت **CA** مرتين بقدر **CB**، عندها **VB** ستكون مرتين بقدر **VA**. عندما **CA** أربع مرات بقدر **CB**، ستكون **VB** أربع مرات بقدر **VA**.

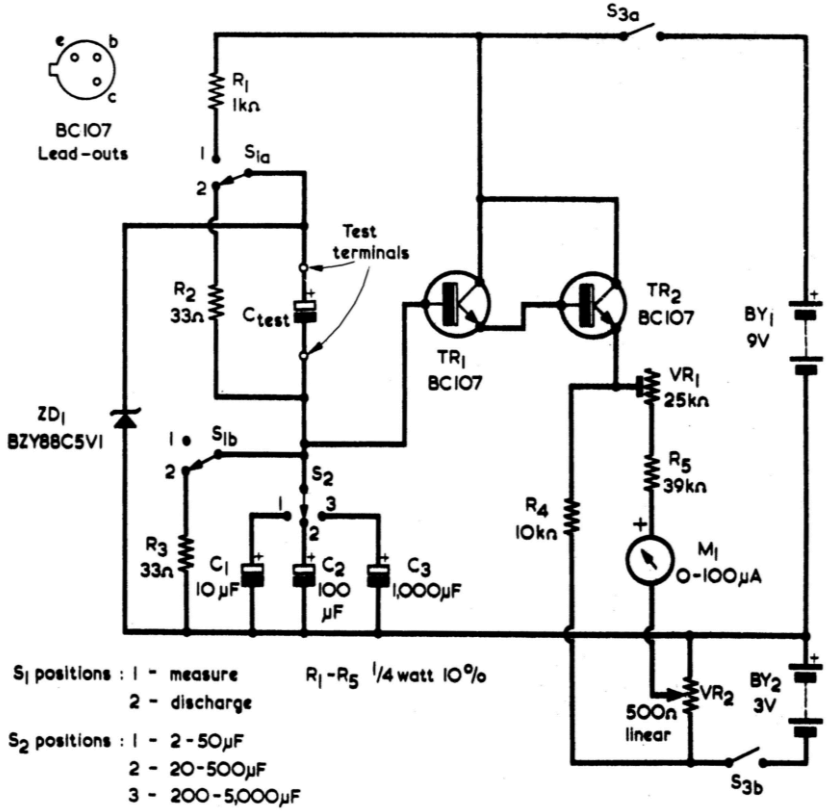
الشكل٢ يعطينا جدولاً يبين قيم **VA** و **VB** لقيم مختلفة لـ **CA**، وقد افترض أن **CB** هي **100uF** وفولتية التجهيز هي **100V**. أرقام الفولتية قد حسبت لرقمين. نسبتي السعة والفولتية التي ذكرناها للتو يمكن ملاحظتها في الجدول، وكذلك النسب الأخرى القابلة للحساب، كتلك التي تحدث عندما **CA** عند **50uF** وعند **300uF**. وكما رأينا، قيمة **VB** قد زادت مع زيادة قيمة **CA**.

وللحصول على بيان جيد للسعات إزاء تحليل **resolution** المقياس (تحليل المقياس هي أصغر خطوة يمكن للمقياس بيانها)، فإن المدى من **20** إلى **500uF** فقط سيستعمل في المقياس العملي.

الجدول يفترض فولتية تجهيز لغاية **100** فولت، عندئذ تكون الأرقام في العمود **VB** ممثلة للنسبة المئوية لفولتية التجهيز. ويمكن أخذها بنظر الاعتبار كنسبة مئوية لأي فولتية تجهيز أخرى قد نختارها.

الدائرة بكاملها Full Circuit

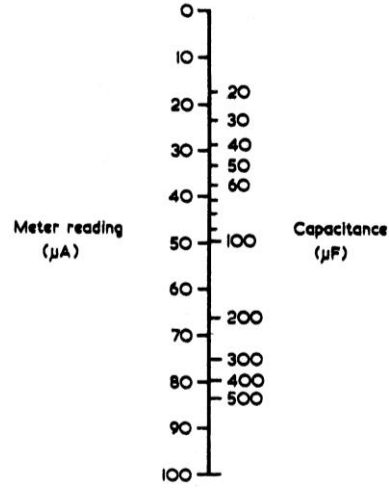
الدائرة الكاملة لمقياس السعة الألكترونية تظهر في الشكل٣. هنا **CA** قد استبدلت بالمتسعة تحت الفحص و **CB** قد استبدلت بالمتسعات **C1** أو **C2** أو **C3** حسب الموضع الذي يوضع عليه مفتاح المديات **S2**. عندما يكون المفتاح **S2** على الوضع **2** فإنه يختار متسعة ذات **100uF** والجزء المفيد من المدى الحاصل يؤخذ من **20** إلى **500** مايكروفراد. على الوضع **1**، **S2** يختار متسعة بمقدار **10uF** والمدى الناجم من **2** إلى **50** مايكروفراد. المتسعة ذات السعة **C3 1000uF** تندرج في الدائرة على الوضع **3**، محققة مدى من **200** إلى **500uF**. لذا فإن إمكانية القياس الكلية من **2** إلى **5000uF**، وكل مدى يتداخل مع الآخر بشكل جيد.



الشكل٣ الدائرة الكاملة لجهاز قياس السعة

عندما يكون المفتاح **S1(a)(b)** على الوضع **2**، فإن متسعة الثابت والمتسعة تحت الفحص يكونان في حالة تفريغ من خلال المقاومة **R2** والمقاومة **R3** ذوات (**33Ω**). عند وضع المفتاح **S1(a)(b)** إلى الوضع **1** نرفع بذلك دورة التفريغ من المتسعات ونسمح لهم بالشحن عبر المقاومة **R1**. فولتية المتسعات تزداد إلى أن تصل إلى حوالي **5.1** فولت، عندئذ يصبح ثنائي الزنر **ZD1** موصلاً ولا يمر تيار شحن إضافي. المتسعتين يمكن أن ينظر لها حينئذ على إنها تمتلك فولتية تجهيز مساوية لفولتية ثنائي

زنر **ZD1**. هذه الفولتية تعتبر مستقرة ومبددة للاختلافات في فولتية البطارية ذات الـ **9V BY1**.



الشكل٤ جدول التحويل للمدى 2.

الفولتية على طرفي المتسعة الثابت التي أدرجت من خلال **S2** قد قيست من خلال فولتميتر الكتروني بسيط حيث يسحب تيار قليل يمكن إهماله. ويتضمن زوج دارلينكتون من الترانزستورات **TR1** و **TR2**، حيث نحصل من خلاله على كسب كبير جداً للتيار. **M1** موصل على التوالي مع **R5** و **VR1**، ويعطي بيان للفولتية على قاذف الترانزستور **TR2**. وقد ضبطت **VR1** لتعطي قراءة أقصى انحراف **f.s.d. reading** عندما تكون الفولتية على قاعدة **TR1** هي نفسها فولتية ثنائي الزنر **ZD1**. وطالما مدرج المقياس **M1** مدرج من **10** إلى **100**، فإن القراءات التي يعطيها هي نفسها بالضبط كتلك في عمود **VB** في الشكل٢.

الفولتية عند قاذف **TR2** هي حوالي **1.2** فولت سالبة عن تلك التي عند قاعدة **TR1** بسبب انحدار الجهد على وصلة القاعدة قاذف للترانزستورين. طرف التوصيل السالب للمقياس يتعين أخذه إلى فولتية التي هي بنفس السالبية دون حاجز الـ **9V**. وذلك ليقرأ صفر عندما تكون الفولتية على طرفي المتسعة الثابت مساوياً للصفر.

نتيجة ذلك يعود طرف المقياس إلى منزلقة المقاومة **VR2**، التي تعمل كضابطة الصفر الموضوعة على الواجهة الأمامية. المقاومة **R4** تم وضعها لتضمن أن تيار القاذف يبقى يمر عند حالة الصفر فولت. بدون **R4** فإن الفولتميتر الالكتروني يفقد خطيته قرب نهاية الصفر فولت للتدريج ويصبح من المستحيل تصفير المقياس.

المفتاح **S3(a)(b)** هو مفتاح تشغيل إطفاء **on-off**، ويفصل كلا البطاريتين عند وضع الإطفاء **off**. التيار المسحوب من **BY1** عندما يكون **S1(a)(b)** على الوضع **1** هو حوالي **4mA**، والذي يتدفق أساساً عبر المقاومة **R1**، بينما التيار المسحوب من **BY2** تقريباً **6mA** عند الاستخدام توصل المتسعة التي نروم قياسها حسب التقطيب الصحيح إلى أطراف الفحص، **S1(a)(b)** يكون في الوضع **2**. **S2** يوضع إلى المدى المطلوب.

مقياس السعة يبدأ بالعمل عند وضع المفتاح **S1(a)(b)** على الوضع **1**.

قراءة المقياس **M1** سترتفع إلى أن تصل إلى مستوى مستقر. عند ذلك يؤخذ المفتاح **S1(a)(b)** رجوعاً إلى الوضع **2** ثم نعود به إلى الوضع **1**.

إذا كانت قراءة المقياس **M1** هي نفسها في الحالة الأولى يمكن عندئذ أخذ القراءة للمتسعة تحت الفحص. وإذا كانت القراءة في الحالة الثانية أقل منها في الحالة الأولى، يتعين في هذه الحالة تشغيل المفتاح **S1(a)(b)** مرة أو مرتين إلى أن نحصل على نفس القراءة من الوضعين الأخيرين.

الغاية من هذا الإجراء، أن بعض المتسعات وهي في الخزن لفترة، تسحب تيار زيادة على تيار التسريب الاعتيادي وذلك لتعزيز الاستقطاب وإعادة بناء العازل الذي كان قد تحلل بفعل الخزن. هذا التيار يتدفق لفترة زمنية بسيطة ثم تعود المتسعة للعمل بشكل اعتيادي، ولكن وجود هذا التيار يتسبب في جعل مقياس السعة يعرض قراءة مرتفعة كاذبة.

صاحب المقال فحص عدد لا بأس به من المتسعات في دائرة النموذج الأولي ووجد أن واحدة من كل (درزن) **dozen** قد حدث معها ظاهرة تيار الاستقطاب، وحتى في أسوأ الحالات قد تجلت قيمة المتسعة للقياس بعد تشغيل المفتاح **S1(a)(b)** لأربع مرات. والباقي أعطى القراءة النهائية من أول مرة.

ومن المفاجئات أن الفولتية بقيت مستقرة بعد تشغيل المفتاح **S1(a)(b)** ووضعه على الوضع **1** وأن المتسعات قد شحنت، وكنا نظن أن الفولتية المسلطة إلى قاعدة الترانزستور **TR1** ستزحف **Drift** بسبب تسريب التيار **leakage Current** في المتسعات.

وعملياً قد وجدنا أن الفولتية على قاعدة الترانزستور **TR1** قد بقيت مستقرة تماماً بعد تشغيل المفتاح **S1(a)(b)**، ولفترات طويلة أكثر من تلك التي نحتاجها لقراءة المقياس **M1**. هذا الأداء هو عملياً ما نحصل عليه من المتسعات الألكتروليتية العصرية. فإذا ما تجاوزت تيار التسريب المرتفع، فإن قراءة المقياس **M1** يميل إلى الزيادة تدريجياً، ولكن هذه الظاهرة لم تظهر مع أي من المتسعات التي فحصها صاحب المقال.

المكونات Components

جميع المكونات ممكن أن تكون من الأجزاء القياسية **Standard parts**. **S1(a)(b)** ممكن أن يكون مفتاح قلاب **toggle switch** وبذلك نضمن أن دورة التفريغ سترفع من المتسعات قبل توصيل **R1** إلى المتسعة تحت الفحص. **S2** قد تكون مفتاح دوار والمفتاح **S3(a)(b)** إما مفتاح قلاب **toggle** أو مفتاح دوار **rotary**.

VR1 ممكن أن تكون إما كبيرة أو صغيرة. ويمكن إدراج قيم مختلفة لـ **VR1** و **VR2** وهي **22KΩ** و **470Ω** على التوالي.

وكما أوضحنا في بداية هذا المقال، متسعات الثابت للقنطرة هي الكتروليتية ولها سماحية واسعة لسعتها. وعلى أي حال ممكن لـ **C1** و **C2** أن تكون **±20%** تانتاليوم وهذه قد تحقق لنا درجة عالية من صحة القياس للمديات **1** و **2**. **C3** ممكن أن تبقى من الألمنيوم وممكن أن نختارها على درجة عالية من صحة القيمة والمفتاح **S2** موضوع على المدى **2** ليقرأ لنا تيار مقداره **91uA** على التدريج.

فولتيات العمل للمتسعات **C1** و **C2** و **C3** ممكن أن تأخذ أي قيمة بين **5** و **30** فولت.

مقياس الفحص ممكن أن يجمع في علبة من الخشب أو البلاستك. ويفضل عدم استعمال العلبة المعدنية لصعوبة الحصول على نقطة شاسيه في الدائرة تنتمي إلى جانب واحد من المتسعة تحت الفحص. يتم تركيب المقياس (المؤشر) على الواجهة الأمامية مع المفاتيح الثلاثة والمقاومة المتغيرة **VR2**.

عند اكتمال الوحدة يكون من الضروري أن تضبط **VR1**. يتم توصيل أسلاك الفحص مع بعضها وتشغيل مقياس السعة مع بقاء المفتاح **S1(a)(b)** على الوضع **2**. تضبط **VR1** لادراج أقصى مقاومة في الدائرة. بعد ذلك تضبط المقاومة المتغيرة **VR2** للحصول على قراءة الصفر من المقياس. بعد ذلك يوضع المفتاح **S1(a)(b)** على الوضع **1** وتضبط **VR1** لتحقيق أقصى انحراف على المقياس **M1**. يعاد **S1(a)(b)** إلى الوضع **2** ويعاد ضبط **VR2**، إذا كان ضرورياً. يؤخذ المفتاح **S1(a)(b)** للمرة الأخيرة إلى الوضع **1** ونضبط **VR1** إلى أي ضبط بسيط نهائي قد تحتاجه.

نرفع الدورة القصيرة من توصيلات الفحص. ولا يتطلب الأمر أي ضبط إضافي إلى **VR1**.

VR2 تضبط من وقت لآخر عند استعمال المقياس لتأخذ معها هبوط الفولتية في البطارية**BY2**.

طالما من الصعب ترجمة قراءة المقياس **M1** إلى قيم سعة، من خلال الجدول في الشكل٤ نحصل على جدول تحويل للمدى **2 Range**. تتم قسمة قيم السعة على عشرة عند استعمال المدى **1** وتضرب في **10** على المدى **3**.

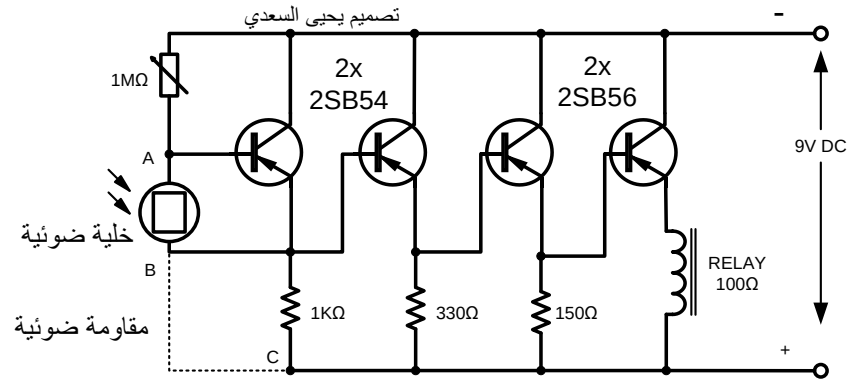
بعض من يبنون الأجهزة **Constructors** قد يعارضون فكرة وضع مقياس مكلف إلى جهاز قياس قد لا نستعمله بكثرة. لذا يمكن حذف المقياس **M1** وتوضع محله مقابس عدد اثنان لتوصل لاحقاً إلى أي مقياس خارجي له المقدرة على قياس تيار من **0** إلى **100** مايكروأمبير وكما ترى في الشكل٥. يتم ضبط **VR1** مع المقياس الخارجي بنفس الطريقة التي كان فيها **M1** مع الوحدة.

العديد من مقاييس الفحص يمتلك مدى **0** إلى **50** مايكروأمبير بدلاً من **0** إلى **100** مايكروأمبير وهذه أيضاً يمكن أن تدرج، بعد زيادة قيمة **R5** إلى **75KΩ** و **VR1** إلى **50KΩ** أو **47KΩ**. تدريجات المقياس المقدمة في الشكل٤ تحتاج إذاك إلى أن تتغير من **0- 100** إلى **0- 50** ■

مضخم تيار مستمر مع خلية كهروضوئية

جهاز مراقبة وتنبيه

لا أقول جهاز حراسة كما دأب الناس على ذلك ولكن أقول "منبه" لأن الجهاز في الحقيقة مثل أي جهاز آخر إنما ينبه الحارس، ويتعين لهذا الغرض على من يستعمله أن يتخذ له حارس يحرس له ما يرغب من حراسات. لذا يجب الانتباه عند تقديم هذا النوع من الأجهزة كي لا نتسبب في خداع الزبون أو السامع. وتشغيل الأنوار والمنبهات عند قدح هذه الأجهزة، إنما ينفع في تخويف المتسلل ريثما ينتبه الحارس.

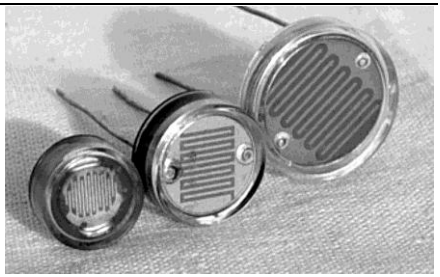


مخطط لجهاز حراسة؛ انقطاع الحزمة الضوئية يقدح الجهاز لتنبيه الحارس.

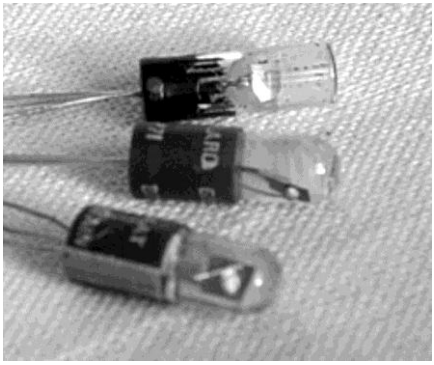
الدائرة في الأعلى قد بناها مصممها المبدع يحيى السعدي وقدمها على شاشة تلفزيون بغداد في الفترة المحصورة بين أواخر الستينات وبداية السبعينات من القرن العشرين. وكانت في وقتها أعجوبة من الأعاجيب يضع يده أمام المتحسس فينطلق الجرس يرفع يده ويسقط ضوء الأستوديو على المتحسس يتوقف الجرس كان يستعمل جرس كهربائي ذو ناقوس من الأنواع الجيدة القديمة ذات الملفين والعاملة على **220** فولت وهي أيسر ما متوفر في حينها.

عندما ننظر إلى الدائرة نجدها تتألف أساساً من قسمين قسم المتحسس، ثم القسم الثاني مضخم التيار. ولا تجد مخطط لمجهز القدرة **9V** للتبسيط.

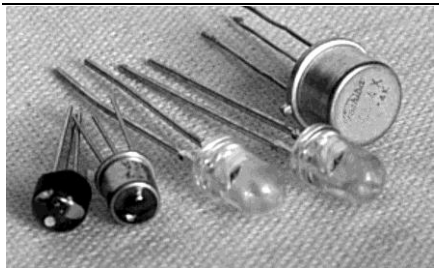
المتحسس المستعمل في الدائرة ممكن أن يكون على نوعين، النوع الأول مقاومة تنخفض قيمتها عند سقوط الضوء عليها مثل **ORP12** وشبيهاتها؛ أو بعض أشباه الموصلات التي تتصرف كمقاومة ضوئية عند تعرضها للضوء مثل الترانزستورات الضوئية **OCP71** أو الثنائي المتحسس للضوء، وقد شاهدت أحد الفنيين يقطع الغلاف المعدني للترانزستور من الأعلى فتنكشف مادة شبه الموصل ليستعملها كخلية ضوئية.



صورة فوتوغرافية لمقاومات ضوئية، وترى الصغيرة إلى اليسار المقاومة الضوئية الشهيرة ORP12.



صورة لترانزستورات ضوئية من الجرمانيوم، وهي من المصنع البريطاني موضوعة في غلاف زجاجي يحوي مادة شمعية حافظة شفافة والغلاف الزجاجي مطلي باللون الأسود وكنا نقشر الطلاء الأسود باستعمال شفرة حلاقة لنحصل على الشفافية خاصة مع الترانزستور OC71 إنتاج الستينات، وفي السبعينات ظهر منتج جديد وهو OCP71 ترى اثنين منه في مقدمة الصورة بينما الترانزستور OC71 وضعوا فيه مادة شمعية غير شفافة فتعذر على من اشتراه في تلك الفترة من أسواق لندن أن يستعمله كترانزستور ضوئي.



إلى اليسار تجد ترانزستورين ضوئيين من السيلكون لها نافذة شفافة في أعلى غطائها، وإلى الوسط تجد ثنائيين متحسسة للضوء وهي ليست ثنائيات باعثة للضوء كما يبدو من مظهرها. وفي الأخير ترانزستور من السيلكون غير ضوئي كان أحد الفنيين يبرد الحواف العليا لغلافه بالمبرد ويزيل قرص الغلاف الأعلى فتنكشف مادة السيلكون ويستعملها كخلية ضوئية رخيصة الثمن.

خلايا تولد تياراً كهربائياً من الضوء الساقط عليها وتسمى خلايا كهروضوئية، النوعين إلى اليسار وردت مع الألعاب العلمية الصينية، وفي الخلف نوع ورد من اليابان استيراد المؤسسة تراه في غلافه وهو مخصص للهوايات العلمية، هذا النوع بإمكانه تشغيل راديو من ضوء الشمس أو ضوء مصباح كهربائي. الخلية الضوئية المستخرجة من مقياس شدة الضوء الذي يستعمله المصورون الفوتوغرافيون أصغر من ربع النوع الصيني ويخرج منه سلكين دقيقين للتوصيل.

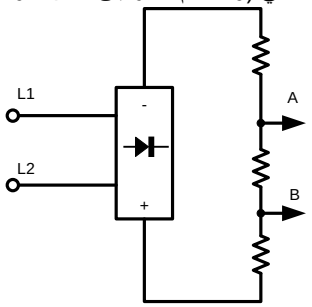
النوع الثاني هي الخلايا التي تولد التيار الكهربائي عند سقوط الضوء عليها. وفي السابق كانت ترد هذه الخلايا داخل مقاييس شدة الضوء (**Photometer**) التي يستعملها المصورون ثم صارت ترد من الصين مع الألعاب العلمية كخلايا لتوليد الكهرباء من الضوء أو ترد من اليابان ذات جودة وأداء أحسن. وربما كانت تصنع من بقايا الألواح الشمسية الكبيرة.

❖ عند استعمال النوع الأول المقاومة الضوئية، نجد المخطط المقاومة المتغيرة **1MΩ** تمرر تيار انحياز ضعيف جداً، يجري تسريبه إلى نقطة الصفر خلال المقاومة الضوئية (المبين مكانها بخط منقط) عندما تكون قيمتها منخفضة بتأثير الضوء الساقط عليها. وعند انقطاع الضوء ترتفع قيمتها، فيمر تيار الانحياز إلى الترانزستور الأول حيث يجري تضخيمه في سلسلة الترانزستورات المتعاقبة تماثلياً إلى قيمة كبيرة تكفي لسوق ملف المرحل ذو المقاومة البالغة **100Ω**.

التضخيم المتسلسل للترانزستورات فعال جداً وكل ترانزستور موصل بصيغة تابع الفولتية **Voltage Follower** أو كما يسمى الجامع المشترك **Common Collector** ومرحلة تكبير الترانزستور الموصل بهذه الصيغة تتميز بارتفاع ممانعة دخولها وانخفاض ممانعة خروجها مع كسب فولتية أقل من **1** وهذا هو عين ما مطلوب إذ إن تكبير الفولتية غير مطلوب إنما المطلوب هو تكبير التيار.

بالإضافة إلى هذا فإن صيغة الربط تتطلب وجود مقاومة على قاذف الترانزستور هذه المقاومة موجودة فعلاً وتسلك سلوك مقاومة التعويض الحراري للترانزستور، زيادة حرارة المحيط تتسبب في زيادة موصلية أشباه الموصلات وخاصة الجرمانيوم مما يؤدي إلى زيادة تيار القاذف-الجامع مولداً زيادة في فولتية انحدار الجهد على طرفي مقاومة القاذف بتقطيب يعيق سريان تيار القاعدة-القاذف ويعمل على إقلاله وبذلك تقل موصلية الترانزستور ويحافظ على مستوى ثابت لتيار القاذف-جامع عند ازدياد حرارة الجو المحيط. وقد تحريت عن هذه المسألة بمس أغلفة الترانزستورات الجرمانيوم بكاوية اللحام، ورغم ذلك بقي عملها مستقراً دون تغيير وهذا من الأمور المدهشة مع دائرة تكبير لتيار مستمر ذات ربط مباشر وترانزستورات جرمانيوم.

لذا فقد استعملت الدائرة كمراقب لخط التلفون حيث تقوم بتشغيل جهاز التسجيل عند رفع السماعة لمتابعة المكالمات مجهولة المصدر وكان أدائها مستقراً لسنين، وتم ذلك من خلال توصيل الجزء الملحق التالي (والأسهم تشير إلى مكان التوصيل).



مخطط يبين الجزء الملحق لمراقبة خط التلفون.

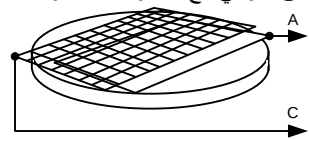
المقاومات الثلاثة ذات قيمة مرتفعة لا تؤدي إلى استجابة الخط عن توصيلها تنتخب بالتجربة. قنطرة التقويم بين الخط والمقاومات لضمان عدم تغير التقطيب أثناء أعمال صيانة خط الهاتف ووضع L1 **محل** L2.

الدائرة المتميزة لمضخم التيار هذه عراقية **100%** إذ إني لم أجد مثلها في كل المصادر الأجنبية التي اطلعت عليها، معظم الدوائر التي ترد في الدوريات لا تضخم التيار حقيقة عدا دوائر قياس التيار، إنما هي تتحسس التيار الضعيف لتدفع المرحل إلى وضع التوصيل دون المرور بمنطقة متوسطة. بينما هذه الدائرة تفعل ذلك وتضخيمها ذو الكسب العالي يجعل المرء يعتقد إنها مفتاح الكتروني!

إذا احتجنا في تطبيق ما إلى تضخيم للتيار أقل، يمكن إقلال عدد المراحل كأن نرفع مرحلة ذات ترانزستور أو ترانزستورين لنصل إلى مستوى تضخيم أقل.

يمكن استعمال الدائرة لمراقبة هطول المطر أو الارتفاع الشديد في درجة رطوبة الجو وبذلك نحصل على تنبيه إزاء سقوط المطر.

ويتم ذلك من خلال توصيل متحسس كالمبين فيما يلي يتألف من قرص خشبي مثبت عليه صفيحة معدنية وفوقها قليلا مشبك معدني لا يمس الصفيحة. فعند هطول المطر ولو قطرة واحدة يتسبب في حدوث توصيل بين المشبك والصفيحة يكفي لتمرير تيار انحياز يجعل المرحل يمسك. يوصل متحسس المطر على التوالي مع المقاومة المتغيرة **1MΩ**.



مخطط للكيفية التي يبنى بها متحسس المطر.

جميع التطبيقات أعلاه قد أجريتها عملياً بنجاح ويمكن تشغيل الدائرة باستعمال بطارية **3V** بعد إقلال جميع المقاومات بنفس النسبة. الدائرة لا تحتاج إلى مكثفات لفك التقارن بين المراحل إذ إنها مضخم تيار مستمر؛ يمكن كذلك استعمال ترانزستورات السيلكون وتحصل على نفس النتائج مع إقلال قيم المقاومات.

- ❖ استعمال النوع الثاني، أي الخلايا التي تولد التيار الكهربائي عند سقوط الضوء، يقتضي الحال توصيلها كما مؤشر في المخطط الأول، حيث يحقن التيار المتولد إلى دائرة القاعدة – القاذف للترانزستور وتتم سلسلة التضخيم.

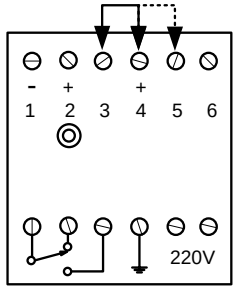
هذه كانت دائرة قوية الأداء ومن لا شيء، قد نبحث في العديد من أدلة المواد (الكاتالوكات) عن متكاملة لتأدية مهمة صناعية لنجدها بأغلى الأسعار والكثير من التعقيد، دون أن نلتفت إلى أننا بإمكاننا أن نصل إلى نفس الغاية بالقليل من الترانزستورات وبعض التطوير.

دائرة مفتاح الكتروني تجارية

الدائرة التالية من المصنع الألماني ترد كقطعة واحدة مضمنة داخل علبة يمكن تركيبها على عارضة حمل المرحلات للأغراض الصناعية. وهي تتحسس التيار الضعيف المار خلال مفتاح قصبي Reed Switch أو متحسس مشابه لتفعيل عمل مرحل يمكن أن يسوق دائرة خارجية بتيار كبير. لذا فهي مفتاح الكتروني يقدح بتيار قليل جداً. سنستطلع هذه الوحدة لنفهم عملها والغاية من المكونات التي في داخلها.

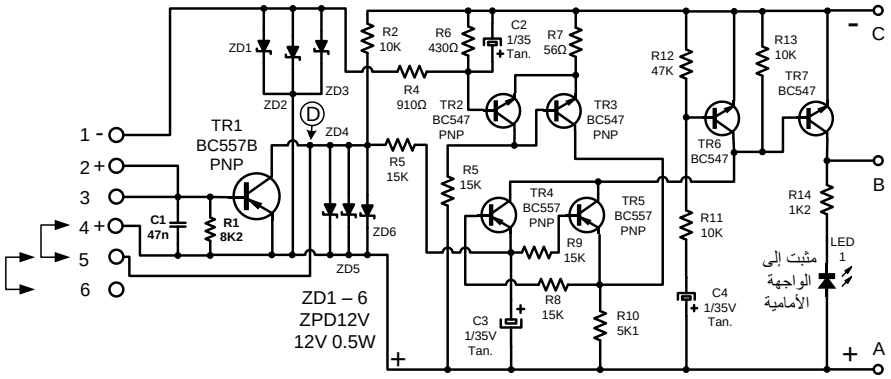
المخطط التالي يمثل الواجهة الأمامية للوحدة، وترى في الصف الأعلى لنقاط التوصيل تمريرة بين النقطة **3** و **4** هذه التمريرة يمكن نقلها لتصل بين النقطتين **4** و **5** وبذلك تنعكس صيغة عمل المفتاح. حيث يصبح المرجل في حالة مسك دائم ويفصل عندما يتلامس طرفي المفتاح القصبي الموصل إلى النقاط **1** و **2**.

الوحدة ككل تتغذى بالطاقة من المصدر العمومي وفي داخلها محولة خافضة بين ملفها الابتدائي والثانوي حجاب موصل إلى الأرض لذا يتعين توصيل الطرف **10** إلى أرضي جيد وهذا مهم لسلامة عمل الوحدة، بعد المحولة يوجد وحدة بسيطة لإقرار الجهد.



مخطط الواجهة الأمامية للمفتاح الالكتروني التجاري

ارتفاع الواجهة حوالي ثلاثة انجات وعرضها انج ونصف.



الأطراف **7** و **8** و **9** هي نهايات المرحل في داخل الوحدة ويمكن توصيلها كيفما نشاء.

الطرف رقم **4** المعلم بعلامة الجمع لو نظرنا إلى المخطط سنجده موصل إلى خط القدرة الموجب في الدائرة الالكترونية وهذا معنى علامة الجمع.

كذلك علامة الاستقطاب على أطراف توصيل المتحسس **1** و **2** مؤشرة عليها لتؤخذ ينظر الاعتبار عند توصيل نوع من المتحسسات يقتضي الحال الانتباه إلى نوع التقطيب الداخل إلى المتحسس.

الدائرة الالكترونية وآلية العمل

الترانزستور **TR1** يعمل كمفتاح لتغيير حالة المفتاح الالكتروني ككل عند تحويل التمريرة من موقع إلى موقع إلى الموقع الآخر وكما مؤشر في المخطط.

عندما توضع التمريرة بين النقطة **4** و **5** فإن الترانزستور **TR1** يلغى بالكامل وتبقى المقاومة **R1** جاهزة للتأثير عند توصيل النقاط **1** و **2** على انحدار الجهد الكلي لسلسلة مقاومات التوالي **R1** و **R4** و **R6**.

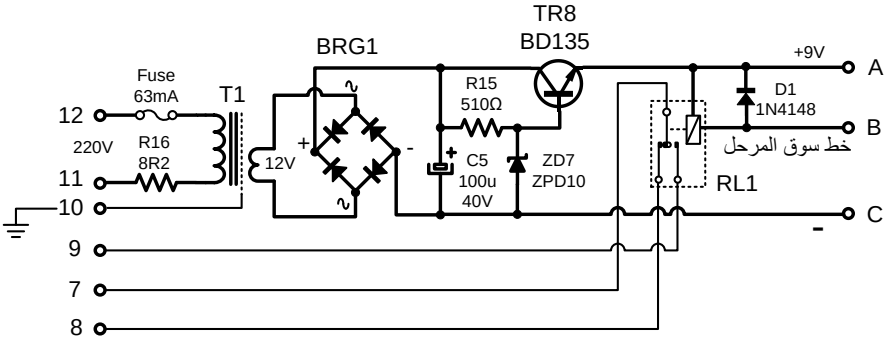
ثنائيات الزنر **ZD1** إلى **ZD3** كذلك **ZD4** إلى **ZD6** تنفع عند الرغبة في تمديد النقطة رقم **1** والنقطة رقم **5** إلى مسافات طويلة من خلال أسلاك مثلاً، حيث تقوم الثنائيات بالتخلص من الكهربائية الساكنة أو أي كهربائية بضمنها الضوضاء التي قد تتراكم على الخطوط، وبذلك توفر هذه الثنائيات حماية للدائرة من الكهربائية الطفيلية، ونبضات الضوضاء العارضة.

الترانزستورين **TR2** و **TR3** موصلة بصيغة القادح شمت **Schmitt trigger** لذا فإن **TR3** يكون في حالة توصيل، وعندما يحدث ارتفاع في فولتية مدخل الترانزستور **TR2** عند توصيل النقطتين **1** و **2** تنقلب حالة القادح ويصبح **TR2** موصلاً و **TR3** مطفأً.

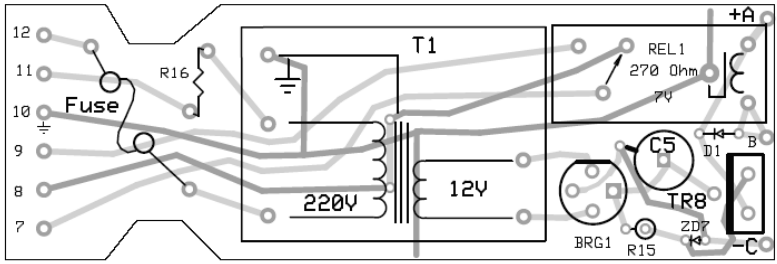
النقطة **D** التي هي جامع الترانزستور **TR1** أمام حالتين أما أن تكون موصلة إلى الخط الموجب وذلك عند وضع التمريرة بين النقطة **$** والنقطة **5**. أو تكون معزولة عن الخط الموجب عند وضع التمريرة بين النقطة **3** والنقطة **4**، وهذه الوضعية الأخيرة تضمن إن الترانزستور **TR1** لا يوصل.

توصيل النقطة **D** إلى الخط الموجب تدفع الترانزستور **TR5** إلى أن يكون مطفأ، لكن قاذف **TR5** عليه استقطاب سالب آتي من جامع **TR3** الذي هو موصلاً، هذا الاستقطاب السالب سيعمل على توصيل **TR4** وبذلك يصل الاستقطاب الموجب الآتي من **R3** يصل إلى قاعدة الترانزستور **TR7** حيث يوصل ويمسك المرحل (الريلي)، عند توصيل النقاط **1** و **2** ترتفع فولتية مدخل **TR2** حيث يوصل وينطفئ **TR3** حيث ينطفئ **TR4** ويتبعه **TR7** ليسقط المرحل.

وضع التمريرة بين **3** و **4** يجعل النقطة **D** ذات استقطاب سالب آتي من المقاومة **R2** مما يدفع **TR5** إلى التوصيل، ولكن الاستقطاب الموجب الآتي من

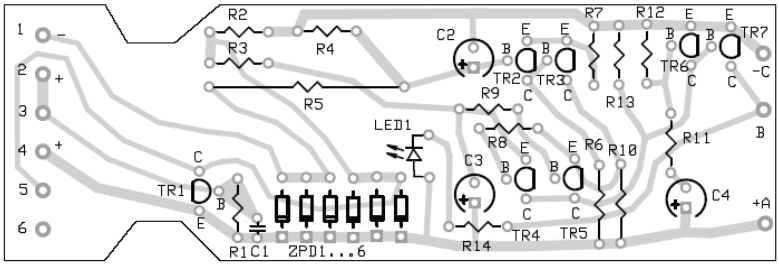


مخطط مجهز القدرة للمفتاح الالكتروني ويجمع داخل الوحدة نفسها على لوح منفصل بنفس أبعاد لوح الدائرة الالكترونية. ويتضمن محولة خافضة مع قنطرة تقويم مع مقر جهد بسيط للحصول على 9V ويحتوي كذلك على مرحل تشغيل الحمل الخارجي. الثنائي D1 الفائدة منه القضاء على النبضة المرتدة من المرحل ذات الجهد العالي بفعل الحث الذاتي لملفه.



لوح مجهز القدرة وجانب المكونات باتجاه القارئ وقد صنعت مادة اللوح من الألياف الزجاجية المشبعة بال(رزن) وتسمى محلياً (فايبر كلاس) وذلك ليتحمل جهد المصدر المتناوب 220 فولت، ومع ذلك فقد شاهدت ألواح من (الفايبر كلاس) وقد انهارت واحترقت تحت تأثير 220V المصدر العمومي.

لاحظ أن التوصيلات المطبوعة ذات طبقتين، التوصيلات الفاتحة على جانب اللحام البعيد عن القارئ والتوصيلات الداكنة هي لجانب المكونات المواجه للقارئ، والمكونات باللون الأسود. النقاط الثلاثة عند حافة اللوح والمؤشرة بالحروف A+ و B و C– تمرر إلى اللوح الثاني من خلال ثلاثة أسلاك.



لوح الدائرة الالكترونية من الورق المضغوط حرارياً كالمستعمل في ألواح التلفزيونات العراقية. ويركب داخل الحاوية إلى جانب لوح مجهز القدرة السابق. نقاط لحام الأسلاك الثلاثة تراها مؤشرة على حافة اللوح اليمنى المتسعات C2 و C3 و C4 من نوع التانتاليوم والثنائي LED1 يركب في الواجهة الأمامية للحاوية.

R10 لا يصل إلى **TR7** عبر **TR5** لأن موصلاً فيبقى **TR7** مطفأ إلى أن نوصل النقاط **1** و **2** حيث يتغير وضع القادح شمت ويصبح **TR3** مطفأ مما يسمح للاستقطاب الموجب الآتي من **R10** إلى أن يصل إلى **TR7** عبر **TR5** ويصبح **TR7** موصلاً فيمسك المرحل. ولا قيمة لتوصيل **TR4** لأن قاذفه سيكون موصلاً إلى الخط السالب.

هذه كانت آلية العمل يبقى سؤال ما فائدة **TR6**؟

من الشائع أن تعمل هذه الوحدات في البيئة الصناعية داخل لوحات السيطرة الكهربائية في أجواء مفعمة بالضوضاء الكهربائية الآتية من التشغيل والإطفاء للمحركات الكهربائية أو غيرها من الأجهزة. وهذه الضوضاء قد تجد طريقها إلى الدائرة الالكترونية رغم وجود الحاجز الأرضي بين الملف الابتدائي والثانوي للمحولة، والغالب أن يظهر أثرها على الخط السالب والموجب لمجهز القدرة. وإذا ما حدث ذلك يظهر أثرها على شكل نبضات قد تطفئ أو تشغل المرحل. لذا وجود المتسعة **C4** تمرر هذه النبضات إلى **TR6** حيث تجعله يوصل وبذلك يلغي أثرها عند مدخل الترانزستور **TR7** ولا يتأثر بها إذا استجابت لها باقي المكونات وأرسلت أثرها مع التيار المستمر إلى قاعدة **TR7**.

بالإضافة إلى ذلك، عند بداية تجهيز الوحدة بالطاقة قد يمسك المرحل للحظة ويفصل، وجود **TR6** مع الترتيبة المرفقة يطفئ الترانزستور **TR7** لحظة التشغيل.

الثنائي الباعث للضوء **LED1** مثبت إلى الواجهة الأمامية كدلالة لعمل المرحل.

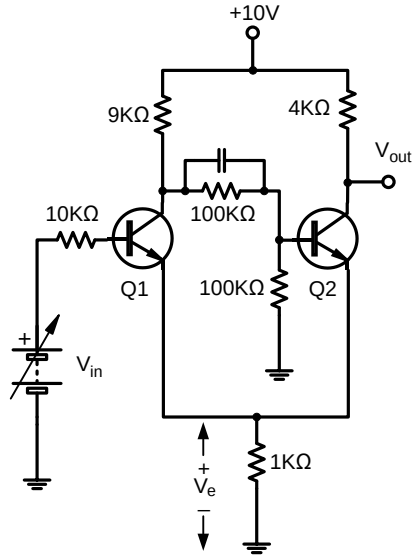
آلية عمل هذه الدائرة مفيدة لنا عند تصميم دوائر مشابهة تعتمد على تشغيل الترانزستورات كمفاتيح للتيار المستمر.

إيضاح معنى

القادح شمت Schmitt trigger

يستعمل القادح شمت لتحويل الإشارة المتناوبة **AC** إلى إشارة مربعة، عن طريق الفعل الإقلابي للقادح عند نقاط فولتية جرى تحديدها مسبقاً عند المرور بها ضمن مجال التغيير السالب أو الموجب للإشارة الداخلة.

يستقر القادح شمت على إحدى الحالتين، لذا فهو يقع ضمن المذبذبات ثنائية الاستقرار. ويتميز بارتباط قاذف **Emitter** كلا الترانزستورين بمقاومة مشتركة. الشكل التالي يرينا طريقة لبناء القادح شمت.



مخطط لقادح شمت

عندما يكون **Q1** في حالة توصيل يكون **Q2** في حالة قطع والعكس بالعكس، ولفهم عمل الدائرة افرض أن فولتية الإدخال V_{in} تساوي صفراً. حينئذ لا يسري أي تيار في قاعدة **Q1** وبالتالي لا يمر أي تيار في جامعه. أما قاعدة **Q2** فتستلم فولتيتها مجزأة من المقاومتين ذواتي **100** كيلو أوم، إذ يتعين أن تكون كافية لإشباع **Q2** حيث تظهر فولتية القاذف بالنسبة للأرض مساوية إلى **2** فولت.، وبذلك تكون فولتية الإخراج V_{Out} مساوية إلى **2** فولت تقريباً.

وطالما بقيت فولتية الباعث مساوية إلى **2** فولت، فإن أي قيمة لـ V_{in} أقل من **2** فولت ستبقي **Q1** في حالة قطع (يبقى الثنائي المؤلف من القاعدة والباعث ذا انحياز عكسي)، وتبقى فولتية الإخراج مساوية إلى **2** فولت. وعندما تزداد فولتية الإدخال على **2** فولت يشرع تيار قاعدة **Q1** بالسريان، وإذ يحدث ذلك، ينفسح المجال أمام تيار مجمع **Q1** بالسريان لتقل بذلك فولتيته. وينتقل هذا الهبوط في الفولتية عبر متسعة الإسراع **Speed up Capacitor** إلى قاعدة **Q2** فيخرجه من حالة الإشباع (تحدثنا عن كيفية عمل متسعة الإسراع في إصدارات سابقة من الالكترونيات في زمن الحصار).

هذا الهبوط الحاصل في تيار **Q2** نتيجة خروجه من حالة الإشباع يقلل من فولتية القاذف **Ve** مما يؤدي إلى زيادة توصيل **Q1** لتقل فولتيته أكثر فأكثر. وتتكرر هذه الحالة بين **Q1** و **Q2** إلى أن يتشبع **Q1** لينقطع **Q2** عندها ترتفع فولتية إخراج **Q2** إلى **10** فولت لعدم مرور تيار خلال المقاومة **4KΩ**.

إن عملية الإقلاب بين القطع والإشباع تتم بسرعة، وبذلك يمكننا القول بأن **Vout** تتغير فجأة بين **2** و **10** فولت. مثل مفتاح المصباح المنزلي فنحن نرفع عتلة المصباح فنتحسس وجود إعاقة نتغلب عليها بعد ذلك ينقلب المفتاح إلى الإطفاء وكذلك عند التشغيل، ولا توجد منطقة وسط، والذي يحدث إما فتح أو إغلاق.

صورة فوتوغرافية للوحدة التي جرى استطلاعها والتعرف على الكيفية التي تعمل بها. يمكن تركيب هذه الوحدة على العارضة المعدنية داخل صناديق السيطرة الكهربائية.

مصباح منضدي له مفتاح باللمس

ظهر في الأسواق مصباح منضدي من إنتاج الصين، المصباح ومضلة المصباح يرتكزان على ساق لها قاعدة معدنية عريضة توضع على الطاولة قرب سرير النوم، يوصل المصباح إلى التيار الكهربائي، وعندما يستيقظ النائم يكفي أن يمس القاعدة بأصبعه حتى يتوهج المصباح خافتاً ويزداد توهجه في اللمسة الثانية لينطفئ في اللمسة الثالثة. وهذه هي دورة التشغيل. وبعد فترة من التشغيل يتعطل المصباح كالعادة مثل أي جهاز صيني. وعند فحص الدائرة الالكترونية التي تسيطر على عمله لوحظ أنها تتألف من ثاريستور أو ترياك صغير الحجم مع دائرة متكاملة مرفقة إلى اللوح العازل ولا يمكن فصلها ويمكن معرفتها من خلال اللاصق الأسود المضاف فوقها وتسمى محليا في السوق العراقية ((عجينة)) لتعطي الوصف الذي ذكرنا. فإذا كانت العجينة متعطلة ماذا يصنع المصلح ؟ تصوروا مصلح ليس بإمكانه تصليح مصباح منضدي! خاصة وإن التشغيل والإطفاء باللمس لا يتسبب في لسعة كهربائية، هذا من جانب الجانب الآخر يجب تشغيل المصباح بدون استعمال محولة قدرة أو بطارية لدائرة المفتاح الالكتروني، وهذه جميعاً متطلبات ليست هينة. الموضوع التالي يتضمن دائرة الكترونية يمكن أن تحل محل ((العجينة)) وتؤدي المهام التي أشرنا إليها.

مفتاح باللمس

Touch Switch

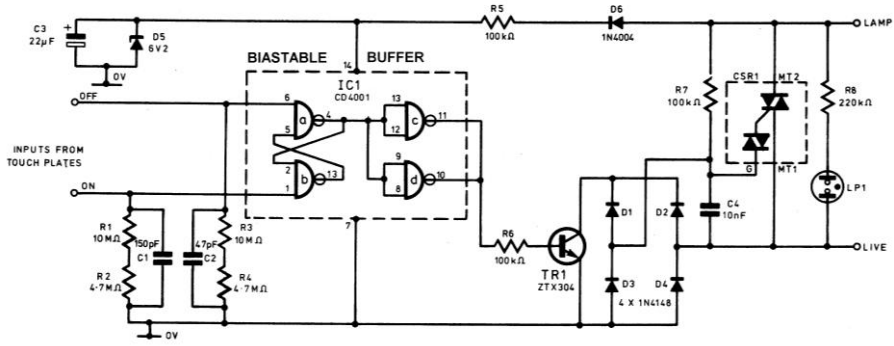
مفتاح اللمس هذا ممكن أن يستخدم ليحل محل مفتاح المصباح الاعتيادي بشكل مباشر بدون الحاجة إلى أي أسلاك إضافية أو وسائل التثبيت. الوحدة بإمكانها سوق حمل من المصدر العمومي 220V يبلغ 300W وإذا استعملت تركيبة من الترياك Triac والدياك Diac وتسمى CSR1 quadrac بعد تثبيتها إلى مسرب حرارة مناسب فإن القدرة ممكن أن تزداد إلى 750Watts.

شرح الدائرة Circuit Description

مخطط الدائرة الكاملة للمفتاح باللمس موضحة في الشكل١. البوابات **"a"** و **"b"** في المتكاملة **IC1** موصلة كمتعدد الاهتزاز ثنائي الاستقرار **bistable multivibrator** والبوابات **c** و **d** مستخدمة كمضخم عزل **buffer stage**.

عندما يكون المفتاح مطفأ فإن الخارج من مرحلة العزل (الأطراف رقم **5** و **11**) يكون عالياً والترانزستور **TR1** في حالة توصيل **ON**. وبسبب توصيل الترانزستور على طرفي القنطرة المؤلفة من **D1** إلى **D4**، فعندما يكون موصلا **ON** يمنع بذلك المتسعة **C4** من أن تشحن. وطالما الـ **CSR1 quadrac** يقوم بالتوصيل من خلال الفولتية المرتفعة على طرفي **C4**، عندما يكون الترانزستور **TR1** موصلاً نتيجة ذلك فإن الـ **SCR1 quadrac** والحمل يكون مطفأ.

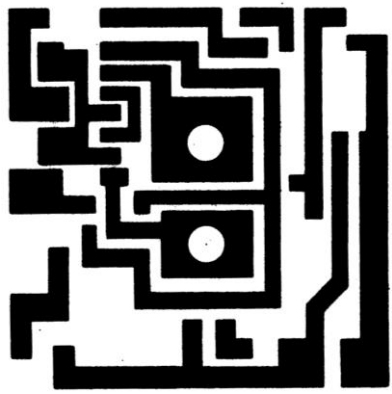
إذا كان الحمل مطفأ وتم وضع الأصبع على لوحة اللمس **ON** سيتم توصيلها سعوياً إلى الأرض وبسبب ممانعة الدخول العالية للمرحلة ستقف فولتية على المقاومات **R1** و **R2**. هذه الفولتية تأخذ مدخل البوابة **"b"** إلى الوضع **High** وينتج عنه أن الخارج من ثنائي الاستقرار **bistable** سينتقل من **low** إلى **high**. يتم عكس الخارج العالي من ثنائي الاستقرار عن طريق بوابات العزل إلى واطئ، ويتم إطفاء **TR1**.



الشكل١ مخطط الدائرة الالكترونية الكاملة للمفتاح باللمس

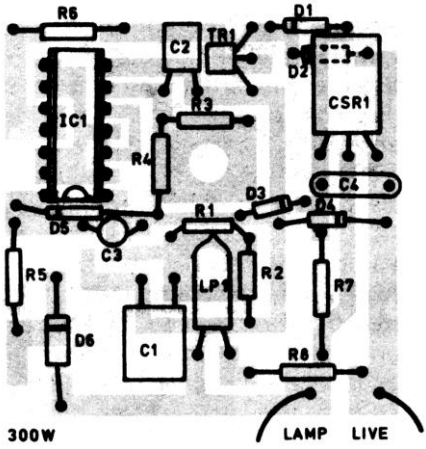
عندما يكون الترانزستور **TR1 OFF**، لم يعد يمنع المتسعة **C4** من أن تشحن عبر **R7** وتتزايد الفولتية على طرفيها. عندما تصل فولتية الشحن هذه إلى حوالي **33V** فإن الـ **quardac** يضع المصباح في حالة **ON**.

عندما يكون المفتاح في حالة إطفاء فإن لوحة اللمس **ON** ستضاء لتسمح بالعثور عليها بسهولة في الظلام.



الشكل٢ تصميم دائرة اللوح المطبوعة.

المتسعات **C1** و **C2** ترشح أي فولتية عابرة ذات نبضات إبرية حادة **Spikes** نحيفة ممكن أن تحدث عند بداية تشغيل المحركات **motor starting surge** في أي مكان في المنزل، مثل لحظة اشتغال البراد أو المجمدة. هذه الفولتيات العابرة قد تسبب قدح زائف للمفتاح.

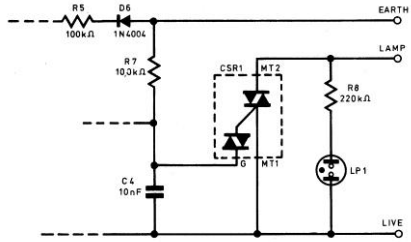


الشكل٣ وضع المكونات على لوح الدائرة المطبوعة.

التركيب Construction

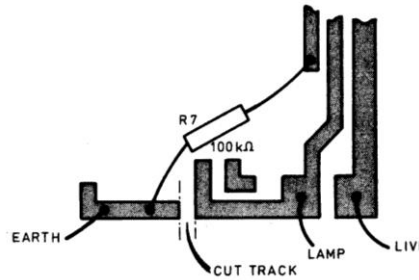
تصميم لوحة الدائرة المطبوعة **p.c.b.** للمفتاح باللمس تراه في الشكل٢، الشكل٣ يبين طريقة وضع المكونات. لاحظ إن اتصال **R1** مع **R2** و **R2** مع **R3** لا يتم من خلال نقطة على اللوح أي إن

المقاومات لا يتم لحامها إلى نقطة. على اللوح المطبوع إنما تلحم مع بعضها فقط.



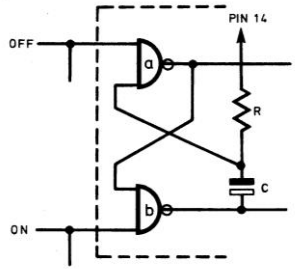
الشكل٤ التحوير اللازم عند استعمال المفتاح مع مصابيح الفلورسنت.

بما أن الوجه المستوي للّوحة المطبوعة سيتم استعماله كواجهة أمامية للمفتاح (وجميع المكونات تكون قد تم لحامها إلى الخلف على المسارات مباشرة) سنحتاج فقط إلى ثقب أربعة ثقوب على لوحة الدائرة المطبوعة، اثنان لتثبيت المفتاح على الجدار وثقب واحد في وسط صفيحة اللمس.



الشكل٥ يبين التعديل اللازم على تصميم لوح الدائرة المطبوعة عندما يقتضي الأمر استعمال المفتاح لتشغيل مصباح الفلورسنت.

بعد صنع الثقوب الأربعة يمكن رش **Sprayed** الدائرة المطبوعة بأي لون مرغوب ثم نضع شريط سيلفوني لاصق على الواجهة الأمامية فوق ثقوب ألواح اللمس. فإذا ما قلبنا اللوح يمكن حينئذ وضع راتنج الأيبوكسي الشفاف لملئ ثقوب ألواح اللمس **"ON"** بينما يملأ لوح الثقب **"OFF"** باللون الأسود. بعد التصلب يمكن رفع الشريط السليفوني اللاصق. بعد هذا يمكن لحام المكونات إلى اللوح بأقصر توصيلات ممكنة.



الشكل٦ تحوير للحصول على فترة تأخير ريثما يتم تمام الاشتغال ON.

الفحص والتحوير Testing and modifications

السلك الذاهب إلى المصباح من مفتاح اللمس يجب أن يذهب عبر المصباح إلى الخط المتعادل **neutral**. إذا قمنا بتشغيل القدرة ووضع الأصبع على كلا لوحي اللمس الواحدة بعد الأخرى فإن المصباح سيضيء ثم ينطفئ. يتعين الانتباه لضمان أن الخط الحي والخط الآتي من المصباح موصلة بشكل صحيح وبخلاف هذا فإن المفتاح لا يعمل كما ينبغي.

إذا استعملنا المفتاح لتشغيل وإطفاء مصباح فلورسنت فيجب تحوير الدائرة كما يظهر في الشكل٤ و ٥. من خلال إدراج شبكة المقاومة والمتسعة **CR** الموضحة في الشكل٦ فإن المصباح سيبقى في حالة اشتغال لفترة تتحدد من خلال قيمة **CR** المقاومة والمتسعة. بمعنى إذا **C= 22uF** و **R= 10MΩ** فإن زمن التأخير **22uF × 10MΩ = 2mins** دقيقة.

Resistors

R1, R3	10MΩ (2 off)
R2, R4	4·7MΩ (2 off)
R5, R7	100kΩ ½W (2 off)
R6	100kΩ
R8	220kΩ

All 5% ¼W carbon unless otherwise stated

Capacitors

C1	150pF 50V Ceramic
C2	47pF 50V Ceramic
C3	22µF 16V Tantalum
C4	10nF 100V Polyester

Semiconductors

D1–D4	1N4148 (4 off)
D5	6·2V 400mW Zener
D6	1N4004
TR1	ZTX304
IC1	CD4001
CSR1	400V 6·5A Quadrac

Miscellaneous

Miniature wire ended neon RS type 586-015

CONSTRUCTOR'S NOTE

All the components including the p.c.b. can be obtained from G.J.D. Electronics, 105 Harper Fold Road, Radcliffe, Manchester.

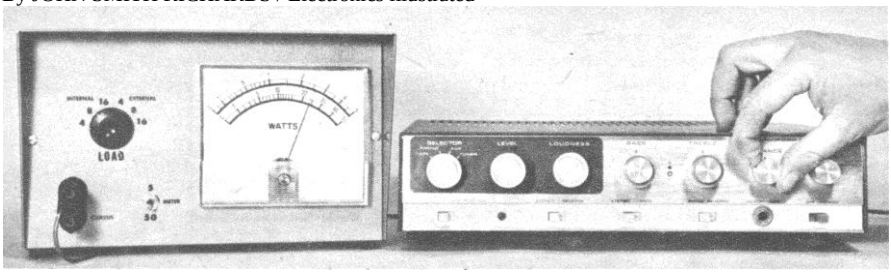
قائمة المكونات للمفتاح باللمس

مقياس قدرة سمعي

يقرأ قدرة الخارج السمعي بشكل مباشر

Direct-Reading Audio Wattmeter

By JOHN SMITH RICHARDS / Electronics illustrated

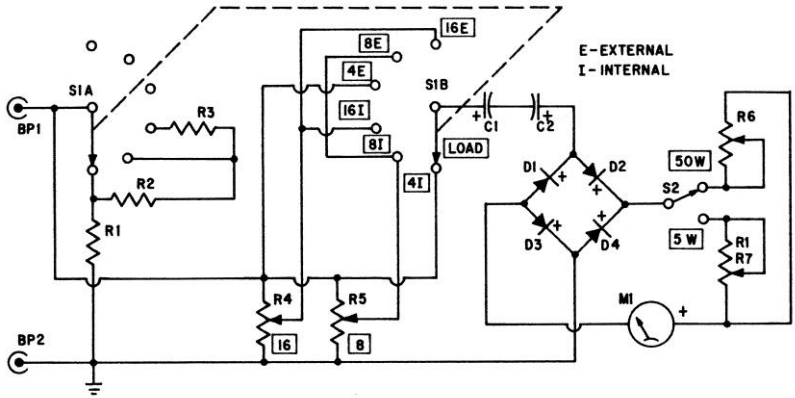


قياس القدرة الخارجة من مضخم مجسم (ستريو) تعني مقاومة حمل متدلية من الواجهة الخلفية، وجهاز فولتميتر لقياس الفولتية على طرفي مقاومة الحمل ثم القيام بالعديد من المناورات بمساعدة حاسبة يدوية Calculator لحساب القدرة الخارجة من ذلك المضخم السمعي.

زمن الحسابات ذاك ممكن أن ينخفض إلى الصفر بمساعدة مقياس القدرة السمعية ذو القراءة المباشرة والذي نتحدث عنه الآن، الذي تتم معايرته لأحمال خارجية أو داخلية تتنوع بين 4 إلى 8 و 16 أوم.

وصل مقياس القدرة ببساطة إلى مضخم الصوت خاصتك، ضع الحمل المرغوب من خلال مفتاح الأحمال، أدخل إلى المضخم إشارة فحص وأقرأ القدرة مباشرة على مقياس كبير الحجم. لا تحتاج إلى حسابات ولا تحتاج إلى حاسبة يدوية ولا تضيع مزيد من الوقت.

مقياس القدرة The wattmeter معاير ليقرأ لغاية 5W على أحد التدريجات ولغاية 50W على التدريج الآخر. مفتاح تحميل مفرد يختار إما 4 أو 8 أو 16 أوم مقاومات حمل داخلية. أو ضع المقياس لأحمال خارجية 4 أو 8 أو 16 أوم . الاستجابة الترددية لمقياس القدرة مستقيمة من 20 هرتز إلى أكثر من 000 20 هرتز.



مخطط مقياس القدرة السمعية. المفتاح المنتخب S1 **ينتخب الحمل للمضخم. الأوضاع** 4I **و** 8I **أو** 16I **توصل للمضخم مقاومات القدرة الداخلية** R1 **و** R2 **و** R3. **استعمال الأوضاع** 4E **و** 8E **أو** 16E **(الخارجي) عندما تكون السماعة هي الحمل للمضخم. الإشارة من المضخم تقوّم بواسطة** D1-D4 **وتغذى إلى المقياس إما خلال** R6 **أو** R7.

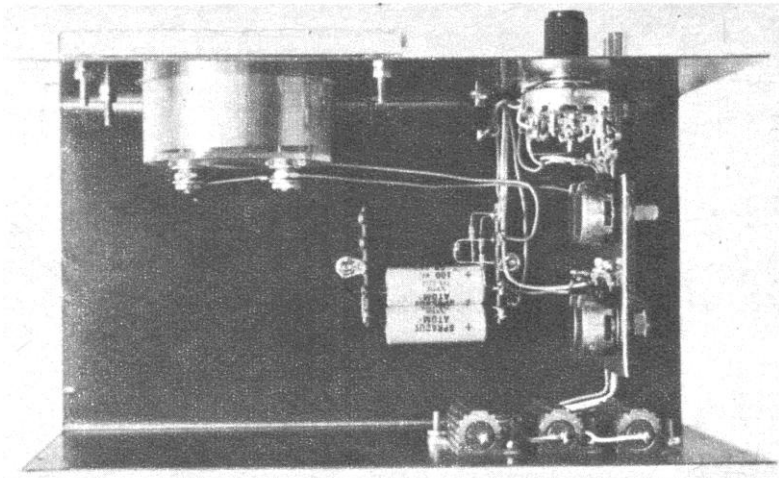
صحة القياس ± 5% أو أحسن من ذلك، وهي تعتمد على أي من التدريجات أو الأحمال استعملت. ولتبسيط التعيير، استعمل وجه للمقياس (المقياس يعني المؤشر) تجده مع المقال بإمكانك قطعه أو استنساخه ولصقه على تدريج المقياس الذي تنوي استعماله.

PARTS LIST

BP1,BP2—Dual five-way binding posts (H. H. Smith 224 BB or equiv. Allied 47 A 1328)
C1,C2—100 μf, 50 V electrolytic capacitor
D1,D2,D3,D4—1N100 diode (Sylvania)
M1—0-1 ma DC milliammeter, 4½-in. square. (Allied 52 A 7214)
R1,R2—4 ohm, 50 watt, 1% wirewound resistor (Dale type RH-50. Allied 45 D 6369 C. $3.23 plus postage. Specify resistance when ordering. Not listed in catalog. 25 watt is Dale Type RH-50. Allied 45 D 6360 C. $1.82 plus postage. Specify resistance when ordering. Not listed in catalog.)
R3—8 ohm, 50 watt, 1 % wirewound resistor (Dale Type RH-50. Allied 45 D 6370 C. $2.25 plus postage. Specify resistance when ordering. Not listed in catalog. 25 watt is Dale Type RH-25. Allied 45 D 6360 C. $1.82 plus postage. Specify resistance when ordering. Not listed in catalog.)
R4—1,500 ohm, linear-taper potentiometer
R5—1,000 ohm, linear-taper potentiometer
R6—25,000 ohm, linear-taper potentiometer
R7—5,000 ohm, linear-taper potentiometer
S1A,S1B—2-pole, 6-position rotary switch (Mallory 3226J, Allied 56 A 4354)
S2—SPDT toggle or slide switch
Misc.—6 x 10 x 7-in. cowl-type Minibox

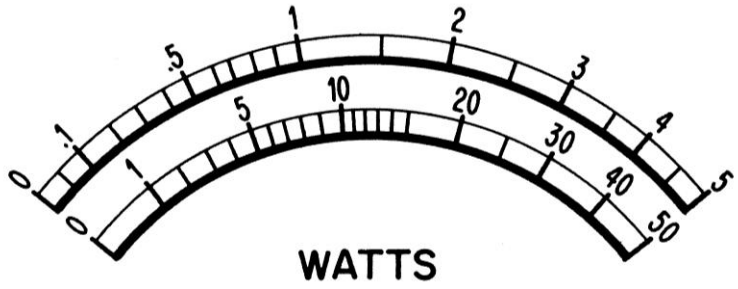
البناء Construction

صحة القياس للواطميتر السمعي تعتمد بشكل كبير على قيم المكونات. لذا يجب أن لا تستعمل بدائل عن قيم المكونات المعطاة.



نظرة إلى داخل مقياس القدرة سنجد وفرة من المكان ذلك لأننا نستعمل مقياس 4 1/5 انج. كل هذا الحيز يجعل التركيب عملية سهلة. وسيكون من الأسهل أن نوصل أسلاك المفتاح المنتخب S1 قبل تركيبه في الحاوية (تراه في الأعلى إلى اليمين). المتسعات C1 و C2 تجدها في قاع الهيكل.

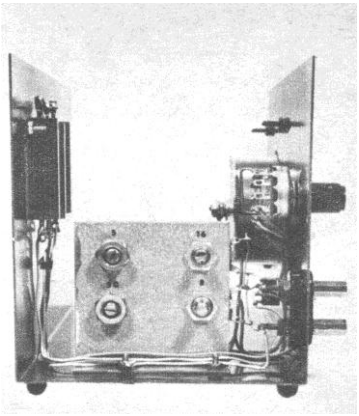
النموذج الذي نقدمه قد قمنا ببنائه مستخدمين مقطع U من صندوق صغير طراز cowl بالأبعاد 6×10×7 انج الأقل سعراً وهو صغير الحجم بعض الشيء، وله غطاء يمكن اختيار شكله حسب الرغبة. وكما تلاحظ في الصور الفوتوغرافية توجد وفرة من المكان داخل الهيكل. عند التجميع أنشر الأجزاء ولا تجمع المكونات في زاوية واحدة وحاول أن تجعل توصيلات المدخل بعيدة عن الثنائيات.



اقطع هذا الجزء وكبره أو صغره حسب الحاجة وطبق مكان الصفر والخمسة على تدريج المقياس المستعمل.

مقاومة التعيير R7 Calibration Potentiometers ذات قدرة 5W والمقاومة R6 ذات قدرة 50Watt و R5 ذات قيمة 8Ω ومقاومات التعيير R5 8Ω و R4 16Ω تركب على لوحة معدنية Bracket على شكل حرف L ذات أبعاد 3×3 انج. مقاومات الحمل R1 و R2 و R3 لها المقدرة على تبديد قدرة تبلغ 50W بنسبة سماح للخطأ في أقيامها تبلغ واحد بالمائة. ثبت هذه المقاومات بصورة جيدة على الواجهة الخلفية للهيكل ، بعيدة عن باقي المكونات، إذ سترتفع حرارتها عندما تبدد كامل القدرة البالغة 50W .

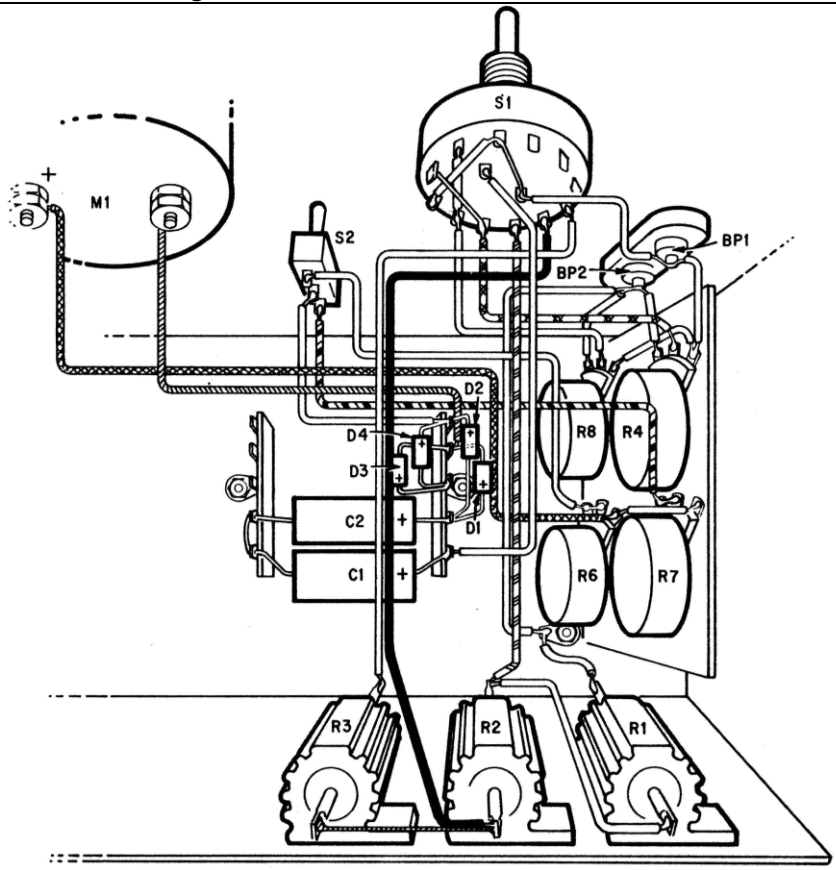
دوّن التوصيلات الخاصة بالمفتاح S1 على الورق قبل توصيلها عملياً. المفتاح S1 له مقطعان وستة أطراف على كل مقطع.



نقترح استعمال مقاومات متغيرة يمكن قفلها كالتي تراها لضمان استقرارها مع الزمن. لاحظ تمرير الأسلاك مع قاع الهيكل.

إذا كنت في شك من القدرة الخارجة من المضخم، ابدأ الفحص بوضع المفتاح S2 على الوضع 50واط. ورغم إن تدريج الخمسين واط معاير لما هو أقل من 5W، لكن أقصى صحة قياس تحصل عليها إذا استعملت تدريج الخمسة واط.

وكقاعدة عامة، عند مراقبة القدرة الخارجة بشكل متواصل فإن القدرة المسلطة إلى مقياس القدرة يجب أن لا تكون أكثر من نصف القدرة المقننة لمقاومات الحمل. لاحظ إن الحمل البالغ 4 أوم يتألف من المقاومة R1 فقط، التي لها قدرة مقننة

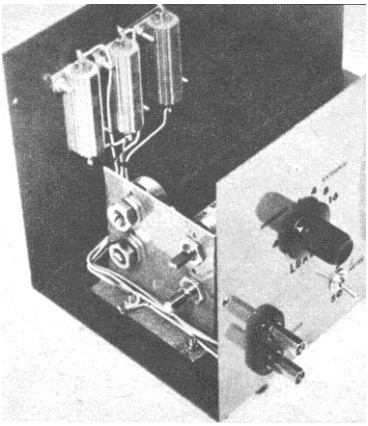


بعد تركيب المقاومات R2 و R2 و R3 ركب الثنائيات على شريط البتلات في القاع. ركب المقاومات المتغيرة على اللوح ووصل الأسلاك إليها ثم ركب اللوح . وصل أسلاك المفتاح S1 قبل تركيبه.

تبلغ 50W . وهذا يعني أن حمل الـ 4Ω يجب أن لا يبدد قدرة أكثر من 25W موضوعة بشكل مستمر. إذا وضعت أكثر من 25W فلا تجعلها تستمر لأكثر من دقائق معدودة في كل مرة.

الحمل البالغ 8Ω يتألف من اثنان من مقاومات ذات قدرة 50 واط موصلة على التوالي وبذلك تصبح القدرة الكلية لمجموعة الربط 100 واط. لذا فإن فحص قدرة يبلغ 50 واط يمكن أن يتم بشكل متواصل.

الحمل البالغ 16Ω يمكن أن يبدد قدرة تبلغ 50 واط بشكل مستمر دون وجل من التسخين الزائد. عند الرغبة يمكن تغيير قدرات مقاومات الحمل للوصول إلى مستويات مختلفة من القدرات. مثلاً إذا لا تتوفر لديك فحوصات لأكثر من 25 واط مع مقاومة حمل 4Ω فإن المقاومة R1 يمكن أن تمتلك قدرة مقننة تبلغ 25W . كذلك إذا كان فحص 8Ω لا يزيد على 50W يمكن أن تستعمل R1 و R2 ذات قدرة مقننة تبلغ 25 واط لكل واحدة منهما.



مقاومات القدرة يجب أن تثبت بإحكام إلى اللوحة الخلفية التي ستتصرف كمبدد الحرارة. اللوحة المعدنية من الألمنيوم الحاملة للمقاومات المتغيرة يمكن تحضيرها من بقايا ألواح الألمنيوم الزائدة عن الحاجة.

اليوم نكمل ما بدأنا في الإصدار الرابع

رسم التدريجات المنتخبة زواياها من المنقلة تحت مؤشر المقياس ذو الملف المتحرك

في الإصدار الرابع من الالكترونيات كنت قد قدمت برنامجاً يرسم تسعين درجة كمنقلة يمكن التحكم بأبعادها لتوضع تحت المؤشر لأي مقياس متوفر تحت اليد للاستفادة منه في التطبيقات، حيث نقرأ مقدار زاوية الموقع المرغوب للمؤشر من تلك المنقلة؛ ندون تلك المواقع على ورقة وندرجها في هذا البرنامج ليرسم لنا التدريج المطلوب وبالإمكان أن ندون عليه الأرقام بالألوان أو أن نكتب ما نشاء من وصف.

عند رسم المنقلة بالبرنامج السابق تكون أول تدريجة من اليمين هي صفر درجة وتتزايد حتى تصل إلى 90 درجة عند أقصى اليسار. وهذا مهم عند قراءة زاوية المواقع المفيدة وتدوينها على ورقة.

عند استعمال بيئة التطوير للبيسك المرئي يتعين على محرر النص البرمجي أن يتمكن من التعامل مع اللغة العربية حتى يسهل عليك قراءة التعليق باللغة العربية، فإذا لم يكن كذلك اذهب إلى Tools ثم Options ثم Editor واختر Font المسماة Arial Arabic. وبذا ستصبح بيئة التطوير قادرة على التعامل مع اللغة العربية.

بالإضافة إلى ذلك ستجد على القرص المضغوط ملفاً يحتوي على ملفات التحديث المسماة SP6 للبيسك المرئي Visual Basic يمكنك تنصيبها إن رغبت في ذلك.

لتشغيل البرنامج بشكل مريح يتعين أن تكون إعدادات الشاشة لديك ليست أقل من 1024×768 Pixel وإذا لم يتيسر هذا، أدخل على البرنامج من خلال بيئة التطوير وصغر النموذج ليتلاءم مع شاشتك.

عندما قدّمت البرنامج في الإصدار الرابع كانت توجد مشكلة في عدم إمكانية طباعة التدريج كصورة ضمن ملف إنما الطبع كان يتم من خلال الطابعة فقط. لذا لا يمكن طباعة أكثر من تدريج واحد على الورقة الواحدة. وكانت الفكرة في كتابة برنامج يسهل الطباعة كصورة. إلا إن هذا البرنامج موجود ولم يُفطَن له في حينها وبذلك وفر علينا جهداً كبيراً. البرنامج هو

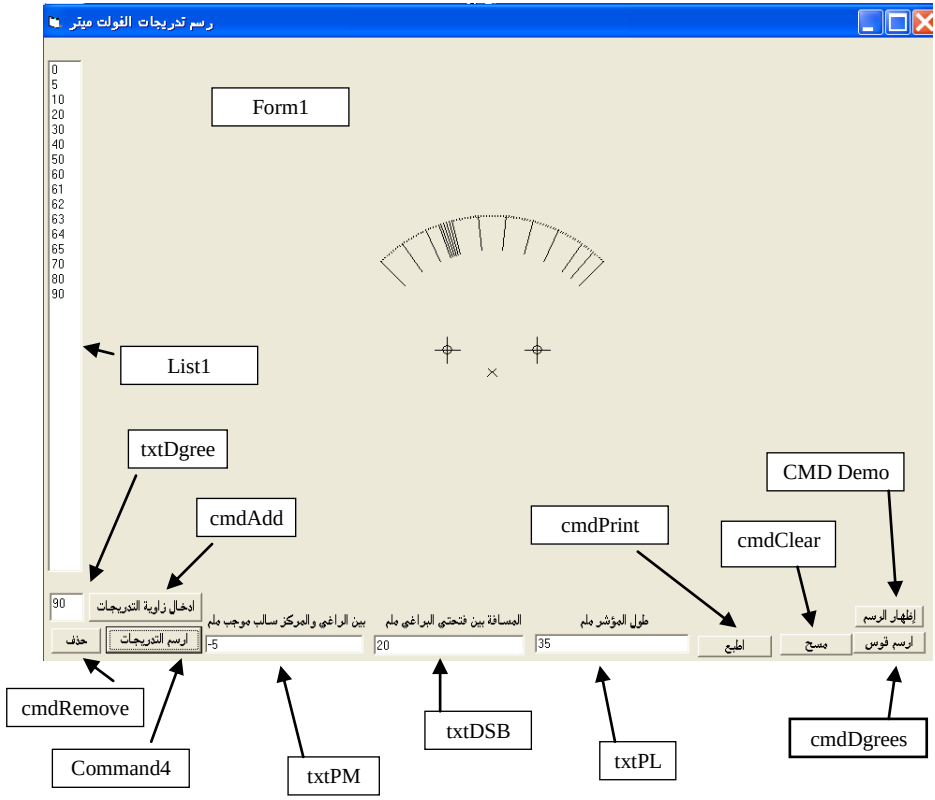
Microsoft office Document Image Writer الذي يتم تنصيبه ضمناً عند تنصيب المجموعة المكتبية Office 2003. ويتعامل معه نظام التشغيل Windows XP كطابعة تطبع على صورة بدلاً من الورق لذا تجد له أيقونة في مدخل الطابعات ضمن Control Panel اذهب إلى هناك ستجد الأيقونة المذكورة نقرة يمين عليها واخترها كطابعة افتراضية للحاسبة. وبذا عندما تطبع التدريج من برنامجنا سيطلب منك تسمية الملف الذي سيطبع به وافق على الاسم الافتراضي الذي يقترحه في My document. وعندما تنتهي من التدريجات وتضغط Print سيتم الطبع وترى النتيجة مطبوعة على صورة؛ هذه الصورة بإمكانك أن تضيف إليها ما تشاء من أرقام وكتابات وألوان وبإمكانك أن تصنع منها عدة نسخ لتطبعها على الورقة الواحدة بالأسود والأبيض أو بالألوان. ومن محاسن هذه الطريقة إنها لا تستوجب امتلاك طابعة إنما تنهي العمل على ورقة منفصلة ضمن برنامج Word لتطبعها لاحقاً على أي طابعة في السوق.

السؤال الآن لماذا هذا الجهد في رسم التدريجات لم لا نرسم التدريجات بمساعدة برنامج رسم مثل الرسام أو كوريل درو أو VISIO الذي يرد مع المجموعة المكتبية Office؟. في الواقع لقد حاولت ذلك كثيراً لكني فشلت في ضبط زوايا الخطوط المنبعثة من المركز. وكان ممكن أن يكتمل العمل مع VISIO إلا إن الموضوع اقتضى الرسم باستعمال برمجة التطبيقات VBA وكان المهرب من عدم توفر المعلومات باستعمال البيسك المرئي.

فيما يلي تجد النموذج الذي يظهر عند تشغيل البرنامج ومؤشر إزاءه الأسماء البرمجية للمكونات Objects حتى يتيسر للقارئ متابعة النص البرمجي. من خلال النص البرمجي يمكنك تغيير سماكة الخط وطول التدريجة وستجد ملاحظة بالعربي ترشدك إلى الرقم الذي تغيره.

أزرار الأمر من اليمين: **إظهار الرسم**/ تعرض صورة توضيحية تبين الأبعاد المطلوبة التي تدرجها في مربعات النص. **ارسم قوس**/ يرسم قوس من الدرجات الناعمة؛ وبإمكانك أن ترسم عدة أقواس إذا كنت ترغب في عدة تدريجات، فقط بتغيير المسافة المدخلة في مربع نص "طول المؤشر". **مسح**/ يمسح الشاشة ويمسح ما مهيأ للإرسال للطابعة. **اطبع**/ يطبع ما تم رسمه على الشاشة. **إدخال زاوية التدريجات**/ يضيف الزاوية المكتوبة في مربع النص الصغير إلى القائمة

ويفضل أن تبدأ بالزاوية صفر. ويمكنك كتابة الزاوية وضغط Enter بدلاً من النقر على زر الأمر. **حذف**/ يحذف الزوايا المحددة في القائمة، ويمكنك تحديد أكثر من زاوية.

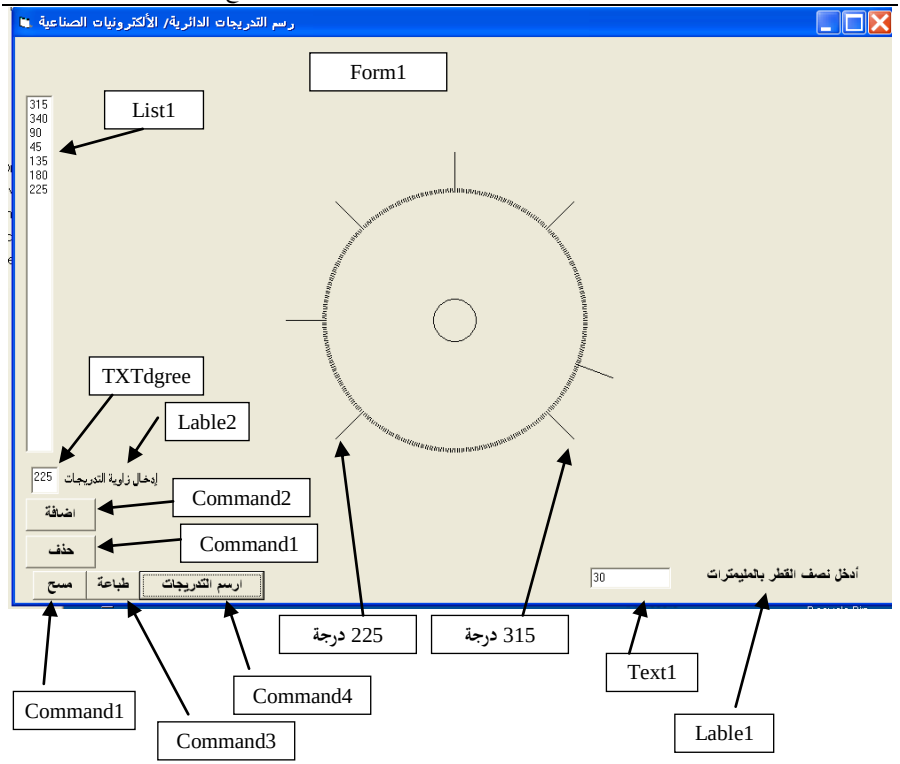


صورة للبرنامج وترى الزوايا التي أدخلناها في القائمة إلى اليسار، والتدريجات يمكن طبعها على صورة بدل الطابعة، وإضافة الأرقام والألوان إن لزم الأمر. تجد على القرص المرفق نص البرنامج مع كافة الملفات وتجد ملفاً تنفيذياً يمكنك تشغيله بدون الحاجة إلى بيئة البرمجة. فيما يلي تجد نص البرنامج.

```
'الالكترونيات الصناعية / الالكترونيات - الاصدار الخامس
'برنامج رسم تدريجات الفولتميتر حسب مقادير الدرجات المستقاة من المنقلة
المرسومة بالاصدار السابق
'تتمة لما ورد في الالكترونيات الاصدار الرابع
'Visual Basic Enterprise SP6
Option Explicit
Dim R_X, R_Y, L_X, L_Y As Double ' Right hole X, Righthole Y, Left hole X and _
Left hole Y
Dim P, R, N As Integer
Dim A, B, C, D, E As Double ' BC are the XY fo the far end of each mark, DE _
are the XY for the near end of each mark.
Dim P_CX, P_CY  As Double ' Pointer Centere X and Pointer Center Y
'دالة عامة نكتب لها قيمة الزاوية بالدرجات فتحولها إلى القياس الدائري
 Public Function Radian(DGR) As Double
Radian = DGR / (180 / 3.141592654)
End Function
'برنامج فرعي يجري استدعائه باسمه ليحدد الاحاثي السيني و الصادي
'للنقطة في بداية خط التدريجة والنقطة في نهاية خط التدريجة
Public Sub BCDE()
B = (Sin(Radian(A)) * N) + ScaleWidth / 2
C = (Cos(Radian(A)) * N) + (ScaleHeight / 2) - (Val(txtPM.Text) * 57.6)
D = (Sin(Radian(A)) * R) + ScaleWidth / 2
E = (Cos(Radian(A)) * R) + (ScaleHeight / 2) - (Val(txtPM.Text) * 57.6)
Line (B, C)-(D, E)
End Sub

Private Sub CMDADD_Click()
List1.AddItem Val(TXTdgree.Text): SendKeys "{Home}+{End}"
TXTdgree.SetFocus
End Sub

Private Sub cmdClear_Click()
'مسح الشاشة ومسح الطابعة
Printer.KillDoc
Cls
End Sub

Private Sub cmdDdegrees_Click()
'إرسم قوس
'النقطة التالية تستخرج قيمتها بالتويب بعد ضرب مليمترات طول المؤشر في طول
المليم الواحد بالتويب
'ويستفاد منها في تحديد النقطة النائية عن المركز للتدريجة الواحدة
N = Val(txtPL.Text) * 57.6
'النقطة التالية لتحديد نقطة التدريجة القريبة من المركز وهي أقرب بمقدار نصف
مليمتر لاحظ الرقم نصف
R = (Val(txtPL.Text) - 0.5) * 57.6
'في الواقع إن مركز المخطط هو المسافة بين الثقبين وليس مركز المؤشر الذي يستخرج
بدلالة المسافة بين الثقبين
'الاحداثي السيني لمركز الثقب الأيمن ويستخرج بدلالة المسافة ابين الثقبين لتي
أدخلناها
R_X = (((Val(txtDSB.Text) * 57.6) / 2)) + (ScaleWidth / 2)
'الاحداثي الصادي لمركز الثقب الأيمن
R_Y = ScaleHeight / 2
'الاحداثي السيني لمركز الثقب الأيسر
L_X = (((Val(txtDSB.Text) * -57.6) / 2)) + (ScaleWidth / 2)
'الاحداثي الصادي لمركز الثقب الأيسر
L_Y = ScaleHeight / 2
'الاحداثي السيني لمركز المؤشر
P_CX = ((R_X - L_X) / 2) + L_X
'الاحداثي الصادي لمركز المؤشر
P_CY = R_Y - (Val(txtPM.Text) * 57.6)
'فيما يلي تحديد عرض خط الرسم
Printer.DrawWidth = 2
'رسم دائرة صغيرة في مركز الثقب الأيمن
Circle (R_X, R_Y), (1 * 57.6)
'إرسال نفس الدائرة إلى الطابعة
```

```
Printer.Circle (R_X, R_Y), (1 * 57.6)
'رسم دائرة صغيرة في مركز الثقب الأيسر
Circle (L_X, L_Y), (1 * 57.6)
'إرسال نفس الدائرة إلى الطابعة
Printer.Circle (L_X, L_Y), (1 * 57.6)
'رسم علامة زائد في مركز الثقب الأيمن
Line ((R_X + (3 * 57.6)), R_Y)-((R_X - (3 * 57.6)), R_Y)
Printer.Line ((R_X + (3 * 57.6)), R_Y)-((R_X - (3 * 57.6)), R_Y)
Line (R_X, R_Y + (3 * 57.6))-(R_X, R_Y - (3 * 57.6))
Printer.Line (R_X, R_Y + (3 * 57.6))-(R_X, R_Y - (3 * 57.6))
'رسم علامة زائد في مركز الثقب الأيسر
Line ((L_X + (3 * 57.6)), L_Y)-((L_X - (3 * 57.6)), L_Y)
Printer.Line ((L_X + (3 * 57.6)), L_Y)-((L_X - (3 * 57.6)), L_Y)
Line (L_X, L_Y + (3 * 57.6))-(L_X, L_Y - (3 * 57.6))
Printer.Line (L_X, L_Y + (3 * 57.6))-(L_X, L_Y - (3 * 57.6))
'رسم أحد الخطين المتقاطعين للمركز الرقم ١ يمثل طول الخط بالمليمتر
Line (P_CX + (1 * 57.6), P_CY + (1 * 57.6))-(P_CX - (1 * 57.6), P_CY - (1 * 57.6))
Printer.Line (P_CX + (1 * 57.6), P_CY + (1 * 57.6))-(P_CX - (1 * 57.6), P_CY - (1 * 57.6))
'رسم الخط المتقاطع الثاني في مركز المؤشر
Line (P_CX - (1 * 57.6), P_CY + (1 * 57.6))-(P_CX + (1 * 57.6), P_CY - (1 * 57.6))
Printer.Line (P_CX - (1 * 57.6), P_CY + (1 * 57.6))-(P_CX + (1 * 57.6), P_CY - (1 * 57.6))
'رسم التدريجات درجة درجة
For A = 135 To 225 Step 1
BCDE
Printer.Line (B, C)-(D, E)
Next A
Printer.DrawWidth = 1
'تعديل طول التدريجة


End Sub

Private Sub cmdDemo_Click()
'يعرض رسم توضيحي ليذكرنا بالمسافات الثلاثة المهمة
If pctDemo.Visible = "False" Then
pctDemo.Visible = "True": cmdDemo.Caption = "إخفاء الرسم"
Else
pctDemo.Visible = False: cmdDemo.Caption = "إظهار الرسم"
End If
End Sub

Private Sub cmdPrint_Click()
'يطبع الورقة
Printer.EndDoc
End Sub

Private Sub CMDRemove_Click()
Dim i As Integer
Do While i <= List1.ListCount - 1
        If List1.Selected(i) Then
            List1.RemoveItem (i)
        Else
            i = i + 1
        End If
    Loop

End Sub

Private Sub Command4_Click()
'تعديل طول التدريجة
'طول التدريجة هو الرقم ثمانية بالمليمترات يمكنك أن تغير كما تشاء
R = (Val(txtPL.Text) - 8) * 57.6
'سمك الخط الذي تطبعه الطابعة هو الرقم ٥ يمكنك أن تغير به كيف ما تشاء
Printer.DrawWidth = 5
'رسم التدريجات حسب ما مدرج في القائمة
Dim NN As Integer
NN = 0
Do While NN <= List1.ListCount - 1
```

```
 A = Val(List1.List(NN)) + 135
  NN = NN + 1
BCDE
Printer.Line (B, C)-(D, E)
Loop
'إعادة سمك الخط إلى ما كان
Printer.DrawWidth = 1
End Sub

Private Sub TXTdgree_GotFocus()
SendKeys "{Home}+{End}"
End Sub

Private Sub TXTdgree_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
If KeyCode = vbKeyReturn Then List1.AddItem Val(TXTdgree.Text): SendKeys "{Home}+{End}"


End Sub

Private Sub txtDSB_GotFocus()
SendKeys "{Home}+{End}"
End Sub

Private Sub txtPL_GotFocus()
SendKeys "{Home}+{End}"
End Sub

Private Sub txtPM_GotFocus()
SendKeys "{Home}+{End}"
End Sub
```



الصورة في الأعلى تبين نموذج البرنامج الذي نغذيه بقيم الزوايا ليرسمها كتدريجات دائرية تحت ضابطة معينة مثل المقاومة المتغيرة ذات القدرة العالية في التطبيقات الصناعية أو ما غيرها. ويمكن رسم عدة أقواس مع تدريجاتها بتغيير مقدار نصف القطر. وكما أوضحت يمكن إضافة الأرقام والكتابات بعد طبعه كصورة وإدخالها في أحد برامج الرسم لإجراء اللازم. تجد البرنامج على القرص المرفق كملف تنفيذي وكمشروع حيث يمكنك الاطلاع على النص البرمجي وإجراء التجارب كما تحب. وفيما يلي نص البرنامج مدرج للاطلاع.

```
'الالكترونيات الصناعية / الاصدار الخامس
'برنامج رسم تدريجات دائرية لضابطات التدوير حسب الدرجات المستقاة من المنقلة في الاصدار الرابع
'Visual Basic enterprise SP6
Option Explicit
'التصريح بالمتغيرات ونوعها
 Dim P, R, N, E As Integer
 Dim A, B, C, D As Double
 Public Function Radian(DGR) As Double
' في البيسك المرئي لا يمكنه التعامل إلا من خلال الزوايا الدائرية أو كما تسمى النصف قطرية
'لذا كتبنا هذه الدالة العامة كي نكتب لها الزوايا بالدرجات فتحولها إلى النظام الدائري
Radian = DGR / (180 / 3.141592654)
End Function

Public Sub BCDE()
'نقطتين كل نقطة لها إحداثيين وكل مستقيم يمثل تدريجة يتم رسمه يتألف من نقطتين
'احداثيي النقطة العليا
B = (Sin(Radian(A)) * N) + ScaleWidth / 2
C = (Cos(Radian(A)) * N) + ScaleHeight / 2
'احداثيي النقطة السفلى القريبة من المركز
D = (Sin(Radian(A)) * R) + ScaleWidth / 2
E = (Cos(Radian(A)) * R) + ScaleHeight / 2
' يرسم المستقيم
Line (B, C)-(D, E)
End Sub

Private Sub Command1_Click()
Dim i As Integer
Do While i <= List1.ListCount - 1
        If List1.Selected(i) Then
            List1.RemoveItem (i)
        Else
        i = i + 1
        End If
        Loop
TXTdgree.SetFocus
End Sub

Private Sub Command2_Click()
List1.AddItem Val(TXTdgree.Text): SendKeys "{Home}+{End}"
TXTdgree.SetFocus
End Sub

Private Sub Command3_Click()
' يطبع الورقة
Printer.EndDoc
End Sub

Private Sub Command4_Click()
' يرسم الدائرة الداخلية الصغيرة
Circle (ScaleWidth / 2, ScaleHeight / 2), 288
'يعين سمك الخط المطبوع للدائرة الداخلية
Printer.DrawWidth = 3
Printer.Circle (ScaleWidth / 2, ScaleHeight / 2), 288
'يعين قيمة جديدة للمتغير وتعادل واحد مليمتر
N = R + 57
For A = 0 To 360 Step 1
'يرسم شرطات قصيرة دائرية طول كل شرطة واحد ملمتر وكل شرطة تمثل زاوية
BCDE
Printer.Line (B, C)-(D, E)
Next A
'يعيد القيم إلى ما كانت عليه
Printer.DrawWidth = 1
N = R + 550
'يباشر بإجراءات رسم التدريجات حسب الدرجاة المثبتة في صندوق القائمة
```

```
Dim NN As Integer
NN = 0
Do While NN <= List1.ListCount - 1
A = Val(List1.List(NN)) + 90
NN = NN + 1
BCDE
Printer.DrawWidth = 9
Printer.Line (B, C)-(D, E)
Loop
N = R + 500
Printer.DrawWidth = 1
End Sub

Private Sub Command5_Click()
Printer.KillDoc
Cls
End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
Printer.KillDoc
End Sub

Public Sub Text1_GotFocus()
SendKeys "{Home}+{End}": SendKeys "{Home}+{end}"
End Sub

Private Sub Text1_LostFocus()
R = Val(Text1.Text) * 57.6: N = R + 500
If R + 500 < (ScaleWidth / 2) - 256 And R + 500 > 0 Then GoTo 100
R = MsgBox("القطر كبير أو سالب", vbOKOnly, "Error")
Text1.SetFocus
SendKeys "{Home}+{End}"
100  End Sub

Private Sub TXTdgree_GotFocus()
SendKeys "{Home}+{End}"
End Sub

Private Sub TXTdgree_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
If KeyCode = vbKeyReturn Then List1.AddItem Val(TXTdgree.Text): SendKeys "{Home}+{end}"
End Sub
```

شاحنة بطارية حامضية متميزة

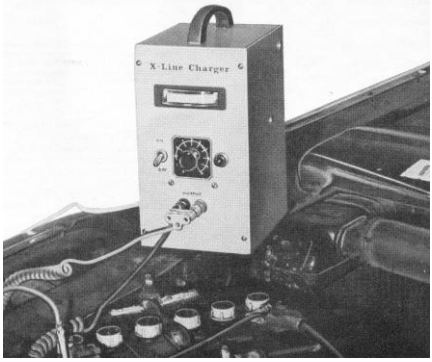
تصميم متقدم يستعمل المقومات السيلكونية المنضبطة وتعمل بشكل أوتوماتيكي

في زمننا هذا وجد الكثير منا أنفسهم وقد اعتمد عملهم بشكل أو بآخر على التيار الكهربائي، ومن الشباب من آثر الولوج في عالم بيع خدمة الاتصال بالشبكة العالمية (الأنترنت). وما يقتضيه هذا الأمر من توفر دائم للتيار الكهربائي يؤخذ عادة من البطاريات، إذا تلكأت مولدات القطاع الخاص في العمل بسبب ندرة الوقود والاعطال. فإذا كان التيار الكهربائي يرد ساعة واحدة كل أربع ساعات، يقتضي الحال عندئذ شحن البطاريات خلال هذه الساعة، وبأقصى تيار شحن مسموح به للبطارية. هذه الشاحنة تحقق هذا المطلب. ويمكن ضبطها لينخفض تيار الشحن عند امتلاء البطارية إلى قيمة قليلة جداً.

X-LINE CHARGER

في فصل الشتاء تنخفض سعة البطاريات Ampere-Hour الحامضية بسبب ظروف الانجماد وانخفاض درجات الحرارة. في فصل الصيف كثيرة هي السفرات القصيرة يصاحبها زيادة في استعمال راديو السيارة وما يتبعه من معدات ومراوح. شحن البطارية من خلال شاحنة اعتيادية لا يعتبر كافياً لبطارية صحية على طول العام. هواة الالكترونيات انتبهوا إلى ما هو جيد وما هو سيء في شاحنات البطارية. الشاحنات الصغيرة والرخيصة تكون أحيانا جيدة إذا استطعت أن تنتظر إلى خمس إلى عشر مرات بقدر الزمن اللازم للبطارية لكي تتم شحنها. الشاحنات ذات الأمبيرية العالية 6-3 أمبير هي أحسن لكن يتعين مراقبتها عن قرب طالما الشاحنات الأغلى سعراً هي المجهزة بالوسائل التي تحد من مخاطر الشحن الزائد Overcharging.

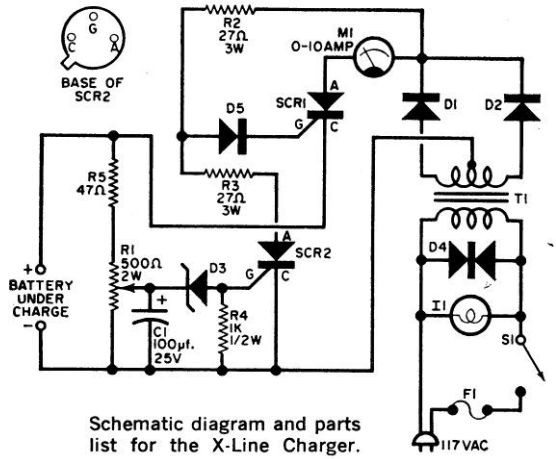
By OLIVER P. FERRELL / Popular Electronics-1964



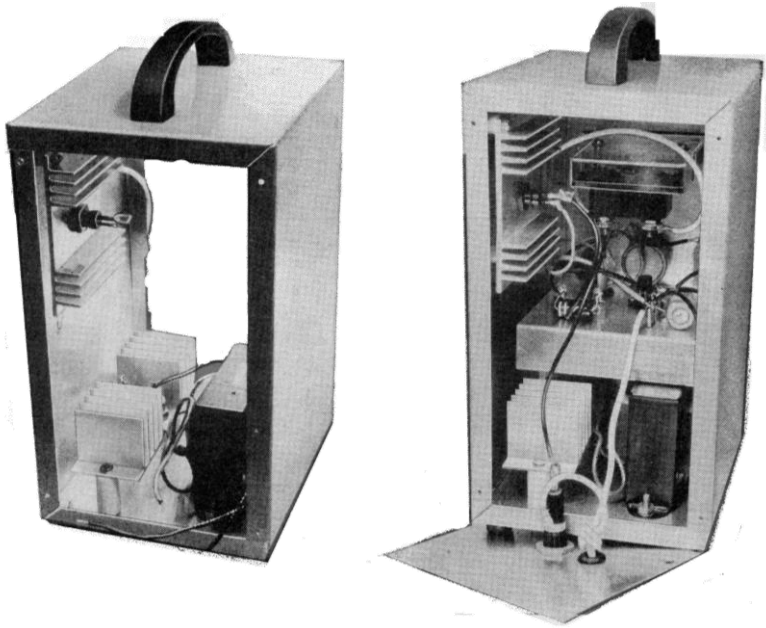
تـرك شـاحنة التيـار العـالي موصـلة إلـى البطاريـة تحـت الشـحن لفتـرة طويلـة ينـتج عنـه إمـا غليـان محلـول البطاريـة، أو إن الألـواح تبـدأ بالتشـوه والالتواء. إذا كنت صادفت أياً من المشاكل السابقة فإنك تحتاج الشاحنة التي نتحدث عنها **X-Line Charger**. وهـي شـاحنة الكترونيـة بكاملهـا يـتم ضـبطها مـرة واحـدة فتناسـب الشـحن الأمثـل لبطاريتك. ولا تحتاج إلى ضبط إضافي. وعندما توصـل إلـى بطاريـة السـيارة، فإنهـا تتحسـس حالـة بطارية السيارة. فإذا كانت واطئة وتحتاج إلى شحن تبـدأ الشـاحنة آليـاً بالعمـل. وطالمـا مسـتوى الشـحن للبطاريـة يتقدم فإن معدل الشحن ينخفض. وعندما تصـل إلـى المسـتوى الـذي ضـبط سـابقاً، تطفـئ الشـاحنة نفسـها بشـكل آلـي. والـدائرة الالكترونيـة للشـاحنة لا تتضـمن مـرحلات لهـذا الغـرض؛ وبـدلا من ذلك فهي مبنية بالكامل من الموحدات السيلكونية المنضبطة **SCR's** (الثريوسترات).

كيف تعمل How it works

الدائرة تتمحور حول المحولة **T1** ومقومات التيار المتنـاوب **D1** و **D2** تشـكل مقـوم للموجـة الكاملـة. فاصم كهربائي **F1** موصل إلـى ابتدائي المحولـة **T1** و كـذلك مفتـاح ومصـباح نيـون **I1** كمبـين اشـتغال و ثايركتور **Thyrector D4**. أياً من هذه المكونـات أو ربما جميعها يمكن حذفها من النموذج الذي ستقوم



Schematic diagram and parts list for the X-Line Charger.



المحولة مثبتة إلى قاع الهيكل. مبدد حرارة المقوم إلى اليسار ومبدد حرارة الثنائيات السيليكونية المنضبطة مثبتة إلى الجانب.

بتشغيله، ويعتمد ذلك على الظروف التي ستعمل خلالها الشاحنة **X-LINE** التي نروم بنائها.

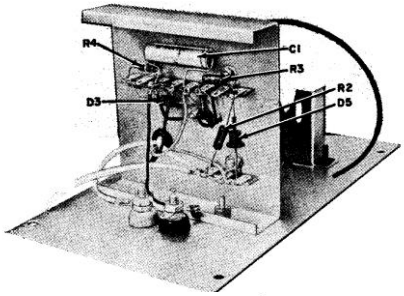
الثايركتور **D4** هو شبه موصل خاص يتألف من اثنان من ثنائيات السيليزيوم موصلة ظهر إلى ظهر **back to back**. ولها جهد انهيار يبلغ **120** فولت، وهي تحمي مقومات الحالة الصلبة **Solid-State rectifiers** في الشاحنة من الانجرافات المؤذية التي تحدث في خط تجهيز القدرة المتناوبة العمومية **a.c. power line surges**.

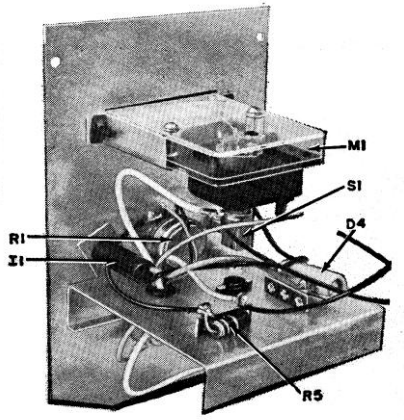
C1—100-μf., 25-volt capacitor
D1, D2—15-amp., 50-volt silicon rectifier (GE X-4 Kit)
D3—8.2-volt, 1-watt zener diode (GE X-11 Kit)
D4—Transient voltage suppressor (GE Thyrector Type 6RS20SP4B4)
D5—100-volt, 600-ma. silicon rectifier (GE Type 1N1692 or equivalent)
F1—2-amp. fuse
I1—120-volt neon indicator light (Calrad N.P.L. or equivalent)
M1—0-10 amp. meter (Simpson 1502 or equiv.)
R1—500-ohm, 2-watt linear scale potentiometer (Ohmite CU-5011 or equivalent)
R2, R3—27-ohm, 3-watt resistor
R4—1000-ohm, ½-watt resistor
R5—47-ohm, 2-watt resistor
S1—S.p.s.t. toggle switch
SCR1—Silicon-controlled rectifier (GE X-3 Kit)
SCR2—Silicon-controlled rectifier (GE X-5 Kit)
T1—Power transformer: primary, 117 volts a.c.; secondary, 24 volts, CT (Triad F41X or equivalent)
Misc.—Cabinet (Premier PAC-695), heat sink: handle, rubber feet, binding posts, stand-off insulators, fuse holder, line cord, etc.

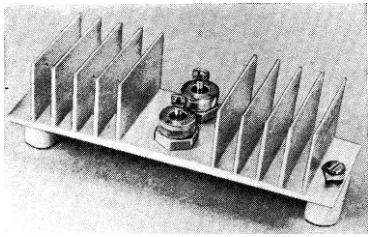
قائمة المكونات اللازمة للشاحنة وكما وردت في المصدر.

الثاريستور أو المقوم السيلكوني المنضبط **SCR1** ذو الأداء الشديد **Heavy-duty** يعمل كمفتاح على التوالي مع البطارية وعناصر التقويم **Rectifiers**.

اشارة البوابة ذات الفولتية الموجبة التي تضع الثاريستور في حالة توصيل تأتي من **SCR2** عبر **R3** و **D5**. إشارة البوابة التي تضع **SCR2** ذو الأداء الخفيف **Light-duty** في حالة تشغيل أو إطفاء تتولد من فولتية البطارية والشحنة المخزونة في المتسعة **C1**. عندما ترتفع فولتية البطارية تزداد شحنة المتسعة **C1**، يوصل ثنائي زنر **D3**، جاعلاً **SCR2** في حالة توصيل. وما داد **R2** و **R3** و **SCR2** موصلة على التوالي يتكون لدينا مقسم فولتية؛ وعندما يمر تيار في هذه الدائرة، فإن بوابة **SCR1** لا يمكنها استلام إشارة موجبة وبذلك تتحول إلى حالة الإطفاء **OFF** مانعة أي شحن إضافي إلى البطارية.







في الأعلى والأسفل مشاهد للواجهة الأمامية للشاحنة وهي مفتوحة، ويمكنك مشاهدة مواضع المكونات المختلفة تركب هذه الواجهة بعد تثبيت مسربات الحرارة والمحولة إلى الصندوق. اترك أطوال كافية للتوصيل إلى المحولة ومسرب الحرارة وخط التغذية العمومي.

المعلومات في الحاسبة PC والمهيأة للخروج عبر المرفأ المتوازي Parallel Port يمكن تحويلها إلى الشكل الملائم للمنفذ المتسلسل Serial port بدون أي دوائر منطقية معقدة. ما مقدم هنا يثبت إمكانية استعمال المكونات المنفصلة الاعتيادية. وبنفس البساطة يمكن تحقيق معكوس العملية.

مغير من المتوازي إلى المتسلسل و بالعكس من خلال أربع متكاملات فقط

Parallel-to-Serial Converter and the other way around, With just for IC's

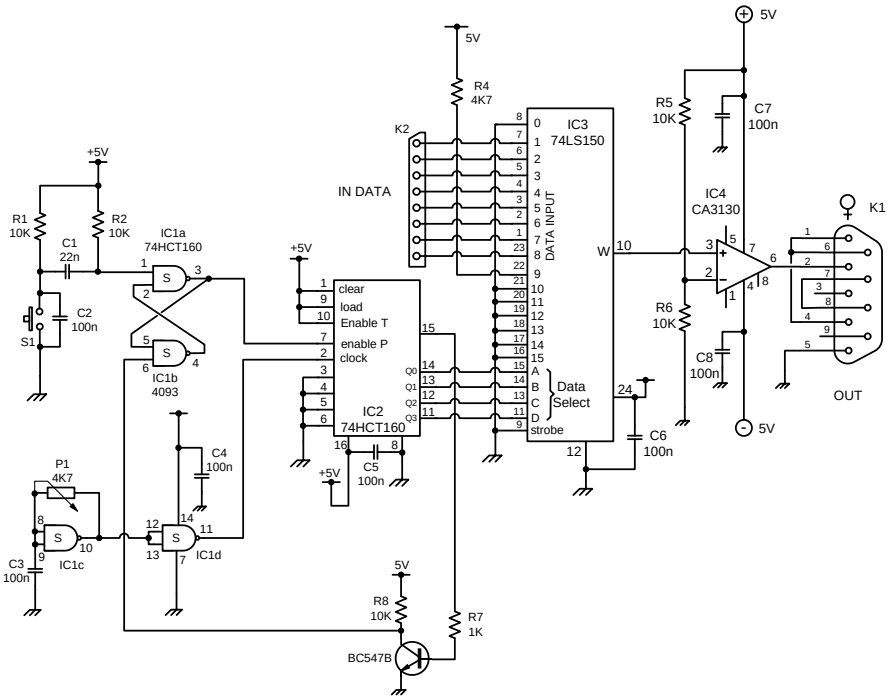
By G. Visschers

بدايةً لننظر إلى هذه المسألة على إنها ليست منتهى الغايات في الحصول على دائرة فائقة السرعة للتحويل من الـ Parallel إلى الـ Serial. وهي ممكن أن تكون الدائرة الصحيحة أو دائرة من الدوائر التي توفر للباحث حل بسيط وذكي.

هذا المقال يشرح كيف يمكن لمتكاملات من نوع TTL أن تستعمل لتحويل البيانات المتوازية Parallel إلى الشكل المتوالي Serial، وتحقق سرعة (Speed) ذات baud rate بمقدار 9600 بت لكل ثانية. شكل الإرسال كما هو شائع: 8 بتات للبيانات data bit، بت واحد للتوقف Stop bit وبدون بت التكافؤ no parity bit وعملياً هذه الوضعية ملائمة جداً لمعظم ما هو اعتيادي باستثناء التطبيقات الغريبة.

(إذا لمس القارئ صعوبة في فهم معنى بت التوقف وبت التكافؤ وبتات البيانات، يمكنه عندئذ الرجوع إلى كتاب الإلكترونيك الرقمي تأليف مالفينو و ليج وترجمه إلى العربية أساتذة جامعة الموصل. والباحث سيجد الكتاب بسهولة على منصات الكتب في شارع المتنبي. هذا الكتاب منهج أساسي ممتاز لمن يرغب في فهم الإلكترونيك المنطقي أو الرقمي).

مخطط الدائرة للمغير من المتوازي إلى المتوالي تجدها في الشكل١ . قلب الدائرة هي المتكاملة IC3 نوع 74LS150. المتكاملة مسئولة عن التغيير الفعلي من المتوازي إلى المتوالي.



الشكل١ مخطط لدائرة التحويل من المتوازي إلى المتسلسل. تستعمل فقط أربع متكاملات من نوع TLL، يتم تحويل البيانات من الشكل المتوازي إلى الشكل المتسلسل بمقدار 9600 بت لكل ثانية.

ثمانية من المداخل الستة عشر inputs 16 لمتكاملة المحفز المتعدد هذه multiplexer موصلة إلى K2، لتصبح المدخل المتوازي للمغير. المدخل EO للمتكاملة يمثل بت البداية Start bit، و E1 إلى E8 تمثل بتات البيانات data bits *(وهي الأرقام داخل المتكاملة، والأرقام خارج المتكاملة هي أرقام الأرجل)*. أخيراً المدخل E9 يستعمل لتوليد بت التوقف Stop bit.

يتم مسح Scan مداخل المتكاملة 74LS150 بواسطة العداد BCD 74LS160. في كل مرة يتم فيها ضغط المفتاح S1، فإن 74LS160 يعد صعوداً من 0 إلى 9 وبذا يتم تسليط شفرة BCD إلى المداخل D-C-B-A للمتكاملة IC3. ويحدث هذا أيضاً عند توصيل التيار الكهربائي أولاً وبسبب أثر المتسعة C2 أن يتم تحويل وإرسال بايت واحد.

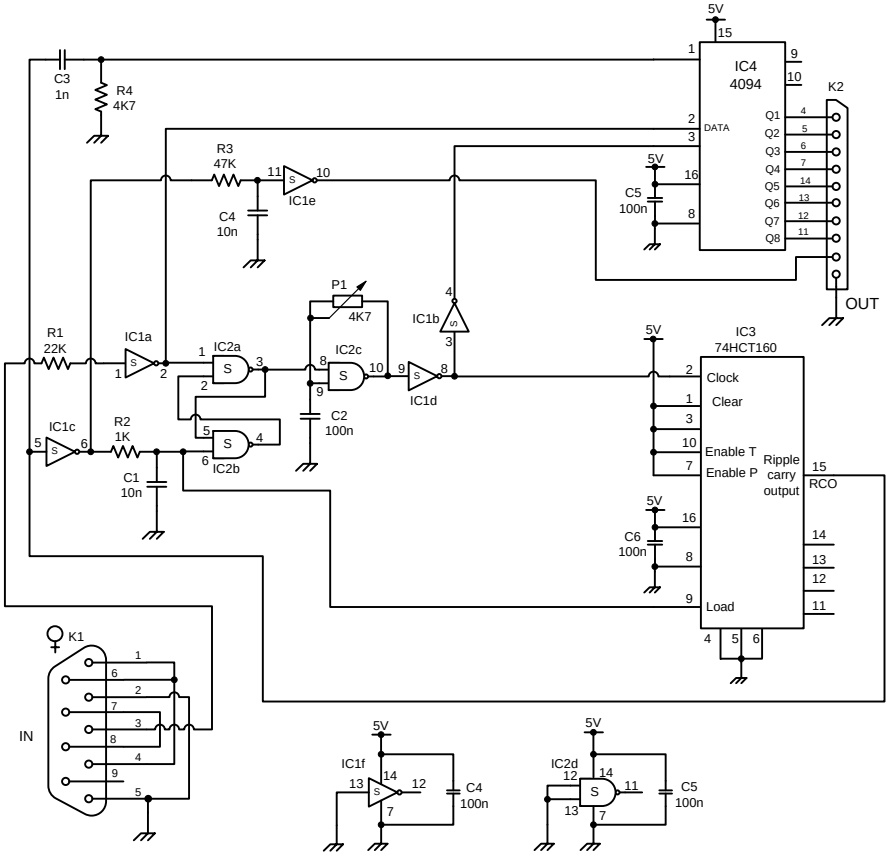
وإذا استعملت الدائرة كجزء من دائرة أكبر، يمكن حذف المكونات R1 و R2 و C1 و S1. ويوصل عندئذ مدخل IC1 إلى دائرة السوق التي تسبقها. عمل الجزء المتبقي من الدائرة يفهم بسهولة لأن المستخدم هي دائرة عداد بسيطة.

دائرة الفلب فلوب Flip-Flop مبنية باستعمال IC1a و IC1b ويمكن وضعها في حالة Set باستعمال S1، أو حالة Reset من خلال عداد BCD في نهاية إرسال الشفرة المتوالية. وحالما تصبح دائرة الفلب فلوب في حالة Set، فإن عداد BCD يصبح ممكنا enabled، وكل نبضة clock ستتسبب في وضع بت جديد على خط خروج التوالي serial output line. دائرة بسيطة لتوليد نبضات الساعة RC clock مبنية باستعمال المصدات IC1c Buffers و IC1d. ويتم ضبطها للوصول إلى معدل بت ثابت bit rate يبلغ 9600 بت لكل ثانية ويتم ذلك من خلال المقاومة نصف المتغيرة.

ولمعدل البتات الأقل، فإن المتسعة C3 يتعين زيادتها تبعاً لذلك. فمثلاً للحصول على معدل بتات 2400، تكون المتسعة 1uF بمثابة اختيار جيد لهذه الغاية وبهذه الطريقة يمكن أن نجعل الدائرة ملائمة لأي معدل بتات نرغب باستعماله– كل ما عليك القيام به تحوير المذبذب كما مطلوب.

RS232 خطوة خطوة

العنصر الوحيد المفقود هو الفولتية الملائمة لسوق الخط في الوصلة RS232. لهذا الغرض طلبنا مساعدة مضخم العمليات (المتكاملة CA3130) المغذى بالفولتية المزدوجة. هذا المضخم موصل بصيغة مقارن، يحول فولتية إشارة TTL المستلمة من المحفز المتتالي إلى إشارة توالي Serial Signal حيث تتقلب بين 5V+ و 5V-، وبهذه الطريقة سنحصل على المتطلبات الكهربائية لخصائص وصلة RS232. سنستعمل في الواقع خط واحد من خطوط وصلة RS232 لهذا الغرض وهو TXD إرسال البيانات transmitted data.



الشكل٢ التحويل بالعكس من المتسلسل إلى المتوازي يتم بنفس البساطة.

خطوط المصافحة hand shaking lines وهي RTS طلب إرسال Request to send و CTS جاهز للإرسال Clear to Send ستكون موصلة وكما مع الثلاثي على المخطط DSR Data set ready و data carrier detect DCD و data terminal ready DTR. لذا سيكون المرفأ RS232 port ممكنا enabled، ومؤهلاً لاتصال التوالي. استعمال مجهز قدرة بسيط له خارج 5V+ و 5V- سيكون كافيا لهذا المشروع.

الطريق الثاني بالعكس The Other way around

فيما سبق قد شرحنا فقط إرسال البيانات من صيغة التوازي عبر الطريق المتسلسل. عكس هذه العملية (المتسلسل إلى التوازي) قد جرى تغطيتها بطريقة بسيطة جداً. الدائرة المقصودة تراها في الشكل٢ القابس ذو الثقوب K1 (الأنثى ♀) يوصل إلى مقبس المرفأ المتسلسل Serial port ذو الدبابيس (الذكر ♂) في الحاسبة الشخصية PC. القابس له عدد من التوصيلات نحقق من خلالها أن نظام المصافحة hand shaking غير فعال.

من خلال الطريق إلى البوابة العاكسة IC1a، الإشارات المتوالية TXD تصل إلى data D مدخل العداد الثنائي المتكاملة IC4.

المتكاملة IC2a و المتكاملة IC2b مع بعضهما تشكل دائرة مذبذب ثنائي الاستقرار SR set-reset أو كما يسمى دائرة قلاب flip-flop أو دائرة نطاط. ومع وجود المذبذب المؤلف من IC1d و IC2c، وعداد من نوع 74HCT160، فإنها تتصرف كقلب للدائرة التي تأخذ التوقيت الزمني بعين الاعتبار.

عندما يتم استلام البيانات عند مدخل التوالي Serial input، يتم تحويل مستوى فولتية البيانات إلى مستوى TTL من خلال R1 و IC1a، ثم تسلط إلى مدخل input ثنائي الاستقرار SR bistable. ثنائي الاستقرار هذا يشغل المذبذب حيث ترسل نبضات ساعة المذبذب إلى مدخل الساعة للعداد IC3 ومسجل الإزاحة IC4. وختاماً فإن مسجل الإزاحة Shift register يزيح Shifts البتات bits الواحدة تلو الأخرى إلى الخارج. شبكة المقاومة والمكثف المؤلفة من R2 و C1 تطيل أمد النبضة الأخيرة. وإذا لم يتم عمل هذا سنحصل على احتمال واسع لأن يفقد مسجل الإزاحة للنبضة الأخيرة، وفي الأغلب بسبب أن المتكاملة IC4 (هي متكاملة من نوع CMOS) كونها أبطأ من المتكاملة IC3 نوع HCT.

شبكة المقاومة والمكثف المؤلفة من C3 و R4 تجهز نبضة لحظية strobe pulse حيث تُمَكِّن قراءة البيانات داخل سجل الخارج IC4 output register. هذه الإشارة تجهز بواسطة الخارج RCO Ripple carry output من IC3. تبقى البيانات ثابتة على أطراف الخروج حتى

تظهر النبضة اللحظية القادمة. يمكن توصيل نبيطة طرفية أو جهاز طرفي إلى مرفأ التوازي parallel port وتجهز بالنبضة اللحظية الآتية من R3 و C4.

وعند تهيئة الدائرة وضبطها، يكون من الملائم أن نجعل إشارات التوالي تنتقل بمعدل 9600 بت في الثانية. ومن خلال زيادة C2 إلى 470nF، قد ينخفض معدل البتات إلى 2400. ضبط المقاومة نصف المتغيرة P1 تسمح بالضبط الدقيق لمعدل البتات.

للأسف فقد تبين أن ضبط ساعة المذبذب لم يكن بالسهولة التي كنا نرغب في أن تكون. وتتمثل المشكلة في أن المذبذب يصبح فعالاً فقط عندما يتم استلام بيانات توالي. ولغرض ضبط الدائرة، يمكن حل هذه المشكلة بتوصيل الطرف 8 للمتكاملة IC2c مؤقتاً إلى خط 5V+ (وهذا يعني مؤقتاً كسر الصلة بين الطرف 3 لـ IC2a و الطرف 8 لـ IC2c). يمكن حينئذ قياس تردد الساعة عند الطرف 8 لـ IC1d (2400Hz لدفق يبلغ 2400 bits/s أو 9600Hz لدفق يبلغ 9600bits/s).

الآن اسمع هذا

في بيئة MSDOS ولكي نضمن أن المرفأ RS232 قد جرى إعداده (تشكيله) بالصيغة الصحيحة لاستقبال البيانات فإن الأمر الذي نستخدمه عند مؤشرة الأوامر هو

```
Mode com2:9600,n,8,1
```

بعد ذلك يمكن تضمين برنامج بسيط لقراءة البيانات.

برنامج QBASIC التالي يبين الكيفية.

```
Start:
IF INP(&H2FD)>96 THEN PRINT INP(&H2F8)
GOTO Start:
```

في المثال السابق، 2F8 هو عنوان المرفأ COM (COM2 port) و 2FD هي لمسجل الحالة status register والذي يُقرأ محتواه لنرى إذا كانت هنالك بيانات جديدة. فإذا ما جرى استخدام مرفأ COM آخر غير الذي ذكر في المثال، يتعين عندها تغيير هذه العناوين addresses حسب ما يناسب المرفأ COM المستعمل.

المغير من Serial إلى Parallel يمكن فحصه ببساطة أيضاً. البرنامج التالي يرسل أرقام متصاعدة من 0 لغاية 255 إلى مرفأ التوالي Serial port.

```
For X = 0 To 255
Out &H2F8, X
FOR Y=1 To 1000 : NEXT Y
NEXT X
```

السطر الثالث إنما وضع لتحقيق تأخير مناسب يُمَكِّن المراقب من تتبع دفق البيانات. كلا البرنامجين تُيَسِّر الاستفادة من مرفأ الاتصالات Communication port COM2. فإذا رغبت في استعمال مرفأ COM آخر فعليك تغيير العنوان.

(كيف نعرف عنوان المرفأ ؟ وما هو عنوان مسجل الحالة للمرفأ الجديد ؟)

يمكن معرفة المرفأ بسهولة من خلال الدخول إلى لوحة الإعدادات Set up عند بداية تشغيل الحاسبة وتسجيل عناوين المرافئ المتيسرة على تلك الحاسبة، ونجده تحت تبويب الوحدات الطرفية. أو أخذ العنوان مباشرة من خصائص المرفأ المقصود في Device manager تحت System ضمن Control Panel.

انتهى المقال

الطريقة البرمجية المذكورة بعاليه لإخراج البيانات عبر المرفأ المتوالي قد لا تنجح في الحاسبات الحديثة مع غياب نظام التشغيل وندوز ٩٥، وكذلك للتغيرات التي تستجد في صناعة عتاد الحاسب.

الطرق الأساسية لترميز الخط الحامل للبيانات

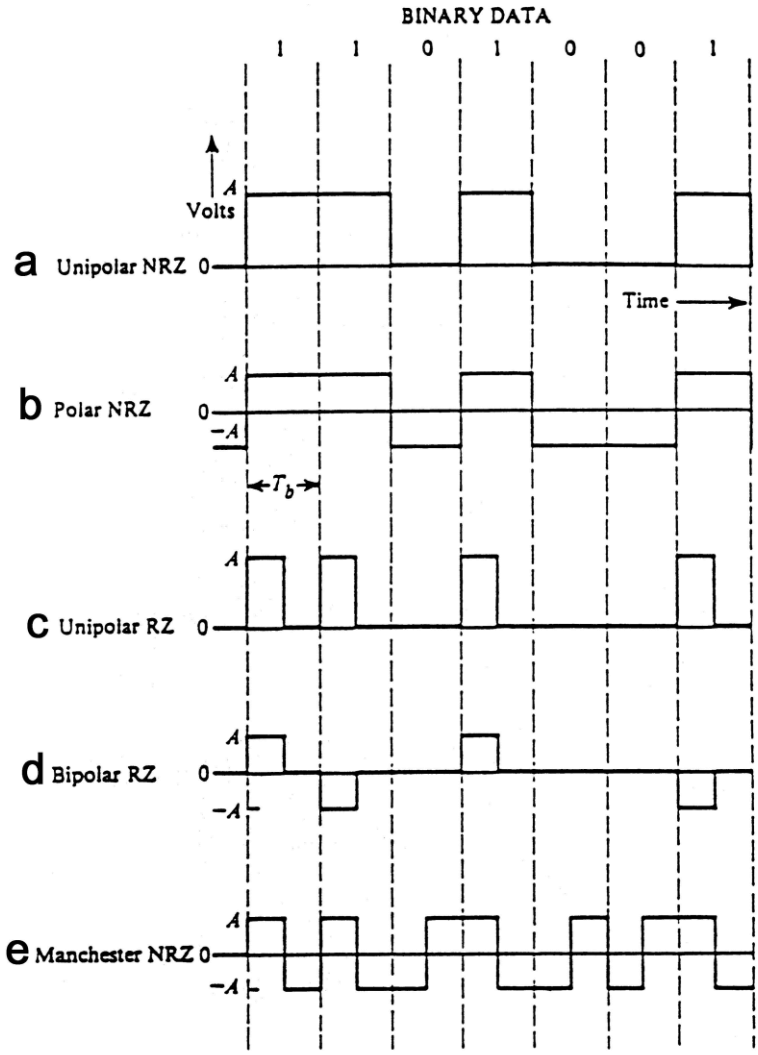
Data Line Coding

من سلسلة محاضرات الدكتور عصام عبود / دمشق 2001

توضح أساليب الترميز المتبعة عند نقل البيانات عبر خط واحد، وهذا الموضوع قلما تجد من يتحدث عنه بتفصيل.

يبين الشكل1 الطرق الأساسية المستخدمة لتمثيل الأرقام الثنائية (الواحدات والأصفار) عند نقل الإشارات الرقمية بالكابلات. وتسمى هذه الطرق عادة ترميزات الخط (Line codes) أو طرق التشوير الرقمي (Digital signaling). وترمز T_b للفترة المخصصة لكل رقم ثنائي أو بت (Bit interval)، ويسمى مقلوبها $r_b = \frac{1}{T_b}$ معدل البتات Bit rate، ويرمز له أحياناً R_b. وتختار فترة البت T_b في حالة إشارات PCM مثلاً أقل من $\frac{T_S}{N}$، حيث T_S فترة أخذ العينات أو الإعتيان Sampling interval و N عدد الخانات أو الأرقام الثنائية Bits المؤلفة لكل ترميزه Code أو كلمة ثنائية Binary word تقابل عينة Sample. ونفترض في الشكل1 أن الإشارات الرقمية تمثل المعطيات الثنائية Binary data وفق التتابع 1101001 على سبيل المثال. ويعتبر الشكل1a أبسط تمثيل لتلك المعطيات، ويمثل فيه الواحد الثنائي أو العلامة Mark بجهد موجب نرمز له A، بينما يمثل فيه الصفر الثنائي أو الفراغ Space بجهد يساوي 0V. وبالمقابل يمثل الصفر الثنائي في الشكل1b بجهد سالب A– يساوي بالقيمة المطلقة مستوى الواحد الثنائي A.

وتسمى طريقتا الترميز أو التشوير في الشكلين 1a و 1b طريقتي عدم العودة إلى الصفر Non return-to-zero أو باختصار NRZ، من أجل تمييزهما عن طريقتي العودة إلى الصفر RZ في الشكلين 1c و 1d. وتدل تسمية RZ على أن فترة النبضة Pulse الممثلة للواحد أقل من فترة البت T_b (وتختار عادة بقيمة $\frac{T_b}{2}$)، بحيث يعود مستوى الإشارة إلى 0V قبل نهاية فترة البت T_b. وتوصف الترميزتان في الشكلين 1a و 1c بأنهما وحيدتا القطبية Unipolar، بينما توصف طريقة الشكل1b بطريقة الترميز NRZ القطبية Polar NRZ، كما تسمى أحياناً



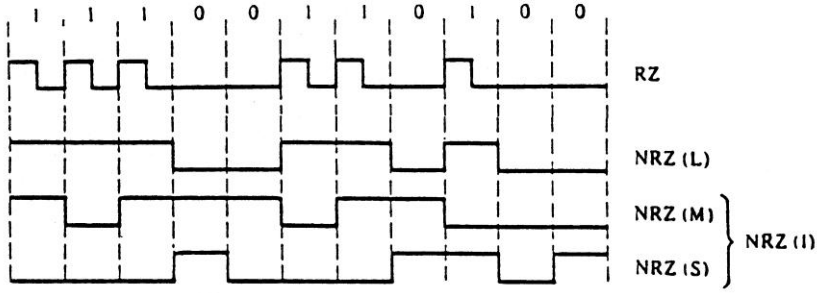
الشكل1

بطريقة NRZ ثنائية القطبية Bipolar. وتسمى طريقة الترميز في الشكل 1d بطريقة RZ ثنائية القطبية Bipolar RZ، وتتميز بتمثيل الواحدات الثنائية بقطبيتين متبدلتين بالتناوب

alternately، وتوصف أحيانا بأنها شبه ثلاثية Pseudo ternary للدلالة على استخدام ثلاثة مستويات للجهد: المستويان A± ومستوى 0V، كما تسمى أحياناً بطريقة عكس أو قلب العلامة بالتناوب Alternate mark inversion، أو باختصار AMI. ويبين الشكل 1e طريقة ترميز مانشيستر من نوع NRZ، وتتميز بتمثيل الواحد الثاني بنبضة موجبة مدتها $\frac{T_b}{2}$ أي نصف فترة البت ثم نبضة سالبة مدتها أيضاً $\frac{T_b}{2}$ ، بينما يمثل الصفر الثنائي بنبضة سالبة مدتها $\frac{T_b}{2}$ وتليها نبضة موجبة مدتها أيضاً $\frac{T_b}{2}$.

وتسمى طريقة مانشستر نفسها طريقة التشوير ثنائي الطور Bi-phase للدلالة على تعاكس طوري الشكلين الموجيين الممثلين للواحد الثنائي والصفر الثنائي. وتستخدم أحيانا طريقة NRZ ثنائية القطبية Bipolar NRZ، المسماة أيضاً بطريقة ترميز AMI-NRZ، وهي تشبه طريقة الشكل 1d وتتميز عليها فقط باستخدام نبضات NRZ عرض كل منها يساوي T_b بدلاً من نبضات RZ.

ويبين الشكل2 ثلاثة أنواع من ترميزات NRZ من أجل التتابع الرقمي المذكور في أعلى الشكل. ويمثل ترميز NRZ(L) نفس ترميزي NRZ في الشكلين 1a و 1b، ويدل الحرف L على تمثيل الواحدات والأصفار بمستووين Levels. وبالمقابل يتبدل المستوى أو القطبية في حالة ترميز NRZ(M) في الشكل2 عند ورود كل واحد ثنائي أو علامة Mark، ولا يحدث أي انتقال Transition أو تبديل بالمستوى في حالة الأصفار الثانية. وفي حالة NRZ(S) في الشكل2 يحدث تبدل بالمستوى أو انتقال عند ورود كل صفر ثنائي أو فراغ Space ولا ينتج أي انتقال في حالة الواحدات.



الشكل2

وتسمى طريقة NRZ(M) أو NRZ(S) في الشكل 2 أحياناً بطريقة NRZ(I)، حيث يدل الحرف I على حدوث عكس القطبية Inversion أو تبدل للمستوى عند ورود كل واحد ثنائي في حالة NRZ(S).

وتوجد عيوب ومزايا لكل من طرق ترميز الخط المذكورة أعلاه. وعلى سبيل المثال، تتميز إشارات ترميز NRZ وحيد القطبية في الشكلa١ باستخدام دوائر ذات جهد تغذية واحد مثلا +5V في حالة دوائر TTL، ولكنها تتضمن مركبة مستمرة dc component، فلا يمكن نقلها عن طريق قنوات اتصالات لا تسمح بنقل المركبة المستمرة مثل قنوات الاتصالات التلفونية (نتيجة نقل الإشارات فيها عن طريق محولات Transformers أو مكثفات ربط أو اقتران Coupling Capacitors). وبالمقابل تحتاج إشارة Polar NRZ في الشكل1b إلى دوائر ذات جهدي تغذية متعاكس القطبية مثلا ±5V، ولكنها تتميز بأنها لا تتضمن مركبة مستمرة في حالة تساوي احتمالي ورود الواحدات و الأصفار.

ومن مزايا طريقة ترميز مانشستر في الشكل1e أنها لا تتضمن مركبة مستمرة، حتى إذا لم يتساوى احتمالات ورود الواحدات والأصفار. وتقارن ترميزات الخط أيضا بخصائص أخرى، من أهمها أشكال أطياف تلك الترميزات، وعرض نطاق القنوات التي تسمح بنقلها، واحتمالات أخطاء البتات Bit error probabilities، أي أخطاء تمييز الواحدات والأصفار في

طرف الاستقبال (نتيجة تأثير التشويهات والضجيج والتداخلات، وكذلك خصائص تلك الترميزات من وجهة نظر التزامن Synchronization. ويقصد بالتزامن هنا التوافق الزمني بين النبضات التي تولدها دائرة الساعة أو الميقاتية Clock في طرف الاستقبال بالاعتماد على حافات النبضات Pulse edges في الترميز المستقبل. ولذلك تعتبر طريقة RZ مثلا أفضل من طريقة NRZ من وجهة نظر التزامن، لأنه غير ورود تتابع الواحدات، لا توجد انتقالات Transitions أو تبدلات بالمستوى في إشارة NRZ، بينما توجد عندئذ انتقالات (حافات) في إشارة RZ.

مرافئ الدخول والخروج إلى الحاسبة الشخصية PC

مرفأ الطابعة والمرفأ المتوالي ومرفأ الألعاب

Centronic, RS232 and Game ports

Translated and prepared from PC INTERFACING

مرفأ الطابعة Printer port ويعرف أيضاً بالمرفأ المتوازي parallel port أو المرفأ السنتروني Centronic port، والمرفأ المتوالي Serial port RS232، ومرفأ الألعاب Game port، هي من أكثر مرافئ الدخول والخروج I/O شيوعاً والتي نجدها غالباً في الحاسبات العصرية. بعض الحاسبات الدفترية قد لا يمتلك مرفأ للألعاب، ولكن المرفأ السنتروني Centronic والمرفأ RS232 هي المرافئ المعممة على جميع أنواع الحاسبات Computers.

الأصل في الموضوع أن هذه المرافئ قد صممت لاستخدامات محددة. المرفأ السنتروني لوصل الحاسبة إلى الطابعات، المرفأ المتوالي RS232 لتوصيل الطابعات والمودم والفأرة؛ ومرفأ الألعاب Game port لتوصيل عصا القيادة Joysticks. ويمكن لهذه المرافئ أن تكون بمكانة وصلة بينية interface لتطبيقات أخرى.

المرفأ السنتروني The Centronic port

المرفأ السنتروني ويعرف كذلك بمرفأ الطابعة Printer port أو المرفأ المتوازي parallel port، هو من الثوابت الصناعية ومصمم لتوصيل الطابعات إلى الحاسبة. الحاسبة الواحدة على الأقل لها مرفأ واحد من هذا النوع مركب فيها. المرفأ ممكن أن يرد مضمناً مع اللوحة الأم للحاسب أو مع بطاقات دخول وخروج يمكن تركيبها plug-in I/O cards. إضافة المزيد من المرفأ السنتروني سهل وغير مكلف. وإجمالاً يمكن تركيب أربع مرافئ سنترونية على الحاسبة وتمنح لها الأسماء المنطقية LPT1 إلى LPT4.

مُوَصِّلات المرفأ Port connectors

موصل المرفأ على الحاسب أحياناً يختلف عن موصله على الطابعة. موصل المرفأ على الحاسب يمتلك 25 ثقب من طراز D (25pin D-type female connector) الشكل1a. والموصل على الطابعة يمتلك 36 نقطة توصيل في أخدود غائر طراز سنترونك 36-pin female Centronic-type (الـ 36-pin هي في الواقع ملامسات وليست بنات pins كما توحي التسمية) الشكل1b. وظائف الملامسات لكلا الموصلين تراها في الشكل1. ولغرض توصيل الطابعة إلى الحاسبة يستخدم (كيبل) توصيل الطابعة وتراه في الشكل2. طول هذا الموصل (الكيبل Cable) يجب أن لا يزيد على 5 متراً. الوصلة البينية Centronic أي مرفأ الطابعة المتوازي غير ملائم للعمل على المسافات الطويلة.

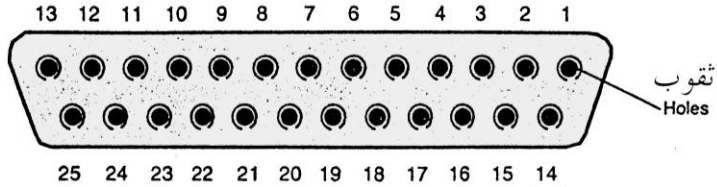
الدائرة الالكترونية الداخلية (التنظيم الداخلي للعتاد) Internal hardware organization

الدائرة الكهربائية داخل الحاسبة لل Centronic port تراها في الشكل3. بيانات من ثمانية بت توضع على زلاقات (سقاطات) Latched داخل IC1 من خلال الكتابة إلى مرفأ يمتلك العنوان: base address +0. هذه العملية تسحب WRITE-DATA إلى الأسفل Pulls down WRITE-DATA أي تضع الطرف WRITE-DATA في حالة Lo.

(("توضع على زلاقات" تعني دائرة الكترونية تأتي النبضة التي تمثل البيانات فتضع خارج هذه الدائرة على 1 بدلاً من حالتها السابقة 0 وبعد ذهاب النبضة تبقى دائرة الزلاقة على 1 لا تعود إلى الصفر، بالضبط مثل سقاطة الباب نغلقها وتبقى مغلقة.

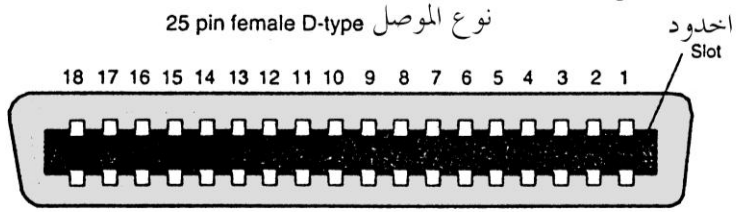
"الكتابة إلى مرفأ" تعني أن نضع رقم ثنائي على نقاط المرفأ الثمانية، فإذا كان المرفأ يمتلك ثمانية نقاط ووضعنا على كل نقطة صفر فولت Low فإننا قد كتبنا الرقم الثنائي 0 على هذا المرفأ وإذا وضعنا على كل نقطة 5 فولت Hi فإننا قد كتبنا الرقم الثنائي 255))

البيانات الخارجة تشكل على المرفأ ما يسمى مجموعة البيانات Data group ويمكن للكومبيوتر قراءة هذه البيانات داخلياً من نفس العنوان عبر IC2 من خلال خط السيطرة READ-DATA. وعند قراءة البيانات فإن الخارج من IC1 يجب أن يكون في حالة الممانعة العالية high impedance state ((يعني أطراف الخروج لـ IC1 لا يظهر عليها لا 5V+ ولا



موصل المرفأ المتوازي سنترونك كما يرى من خلف الحاسبة (a)

نوع الموصل 25 pin female D-type



موصل المرفأ المتوازي سنترونك كما يرى من خلف الطابعة (b)

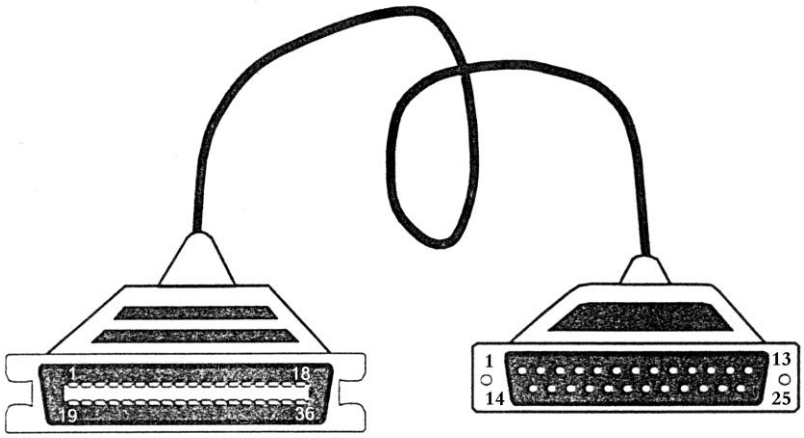
نوع الموصل 36 pin female Centronic-type

أدناه جدول يبين وضائف الدبابيس أو الملامسات على كلا نوعي الموصلات

Connectors on pcs	Connectors on printers	Direction (for pc)	Name	Explanations
1	1	OUTPUT	$\overline{\text{STROBE}}$	low to strobe data into printer
2	2	OUTPUT	DB0	data bit 0
3	3	OUTPUT	DB1	data bit 1
4	4	OUTPUT	DB2	data bit 2
5	5	OUTPUT	DB3	data bit 3
6	6	OUTPUT	DB4	data bit 4
7	7	OUTPUT	DB5	data bit 5
8	8	OUTPUT	DB6	data bit 6
9	9	OUTPUT	DB7	data bit 7
10	10	INPUT	$\overline{\text{ACK}}$	low to indicate data received, printer ready
11	11	INPUT	BUSY	high to indicate printer busy
12	12	INPUT	PE	high to indicate printer paper empty
13	13	INPUT	SLCT	high to indicate printer on line
14	14	OUTPUT	$\overline{\text{LF/CR}}$	auto linefeed after carriage return
15	32	INPUT	$\overline{\text{ERROR}}$	low to indicating printer error
16	31	OUTPUT	$\overline{\text{INITIALIZE}}$	low to initialize printer
17	36	OUTPUT	$\overline{\text{SLIN}}$	low to select printer
18-25	19-30 and 33		GND	twisted-pair return Ground
	18,34		Unused	
	16		Logic GND	logic ground
	17		Chasis GND	chasis ground

الشكل1 مخارج المرفأ Centronic **أو كما يسمى** Printer port **خلف الحاسبة وخلف الطابعة.**

0V وتتصرف وكأنها معزولة أي تبدي ممانعة عالية)). ويمكن بلوغ هذا المرام من خلال جعل Pin1 الذي يحمل اسم (تمكين الخارج Output Enable) للمتكاملة IC1 في وضع عالي High (أي 5+ في منطق TTL). كلمة ذات 6-bit ((كلمة هنا تعني رقم ثنائي)) توضع على الزلاقات من خلال الكتابة إلى العنوان base address+2 ((هذا العنوان يمكن الوصول إليه من خلال برنامج نحن نكتبه في بيئة كويك بيسك Qbasic مثلاً كما سنرى)) وهذه العملية تسحب فولتية الخط إلى الصفر أي تسحب إلى الأسفل الخط WRITE-CONTROL.

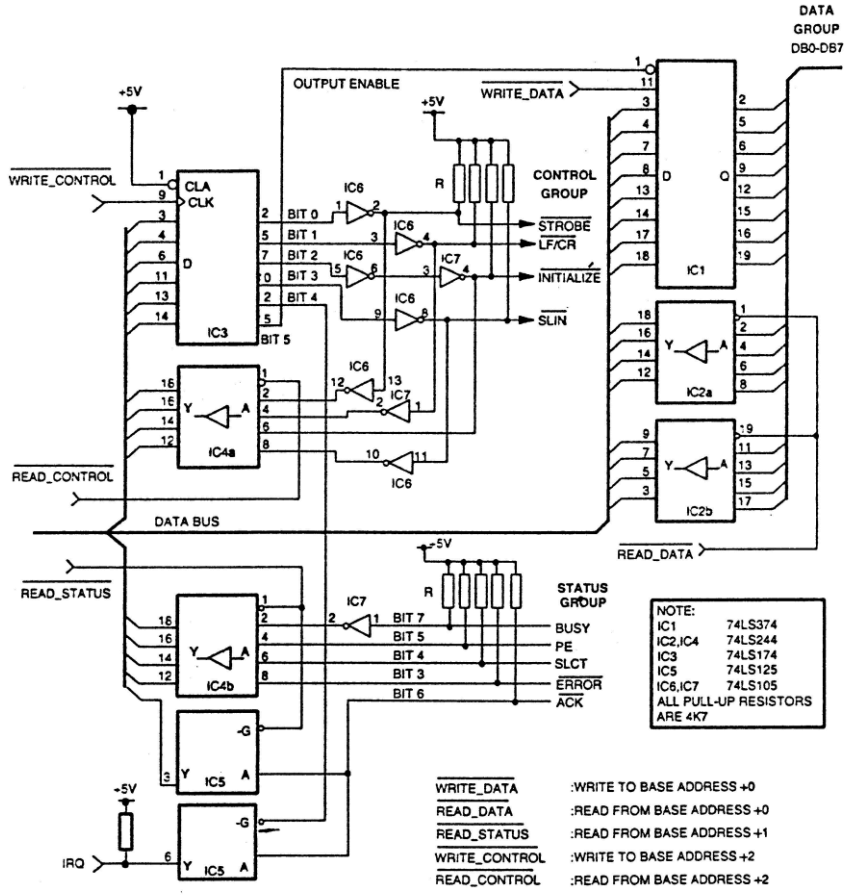


يوصل إلى الطابعة لاحظ إن اللون الفاتح يمثل بروز هذا الجزء
36-way Centronic male connector

يوصل إلى الحاسبة لاحظ إن الدوائر البيضاء تمثل دبابيس بارزة
25-way D-type male connector

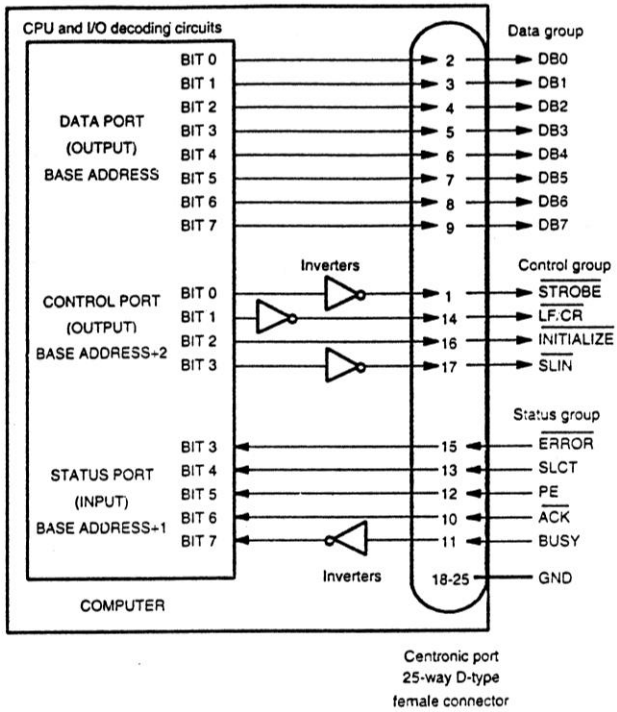
الشكل2 سلك (كيبل) توصيل الطابعة Printer lead.

البت 0 إلى البت3 يتم إرسالها خارجاً إلى موصل المرفأ Port connector **لتشكل مجموعة السيطرة. بعض الخطوط تعكس الإشارة بسبب احتوائها على دائرة إقلاب من نوع المجمع المفتوح** Open collector inverters **المؤلفة من المتكاملات** IC6 **و** IC7. **جميع الخطوط الخارجة مسحوبة إلى** +5V **بواسطة مقاومات** 4K7. **هذه البتات يمكن قراءتها ثانية في الحاسبة على نفس العنوان من خلال** IC4a **تحت سيطرة** READ_CONTROL.



الشكل3 مخطط الدائرة للمرفأ السنتروني أو كما يسمى مرفأ الطابعة أو المرفأ المتوازي.

البت 4 لبايت byte السيطرة يُمَكِّن عملية المقاطعة interrupt والبت 5 يمكّن أو لا يمكّن خارج المتكاملة IC1. خمس خطوط في موصل المرفأ port connector (وهي مجموعة خطوط الحالة The status group) يمكن أن تقرأ في داخل الحاسبة عبر IC4b تحت سيطرة READ-STATUS. والعنوان هو base address+1. هذه المداخل مسحوبة إلى 5V+ (يعني مسحوبة إلى الأعلى) بواسطة مقاومة 4K7 وأحد الخطوط معكوساً inverted.



الشكل4 البناء المنطقي لمرفأ الطابعة على الحاسب.

في الحاسبات الشخصية نوع IBM الأصلية Original IBM يكون OUTPUT ENABLE للمتكاملة IC1 مربوطاً إلى الأرض (النقطة 0) ليكون الخارج مُمَكّناً بشكل دائم. وهذا هو طراز مرفأ سنترونك أحادي الاتجاه. بعد أن ظهر طراز الحاسبات IBM PS/2 (PS/2 تعني تصميم يتم نقل البيانات فيه عبر (ناقل Bus) 16 بت أو 32 بت) صار خط OUTPUT ENABLE للمتكاملة IC1 موصلاً إلى البت 5 في مسجل التحكم IC3 Control register كما يظهر في الشكل3 وأصبح المرفأ ثنائي الاتجاه. وتجدر الإشارة إلى إن معظم مرافئ Centronic التي ترد على شكل بطاقة خروج ودخول I/O يمكن تركيبها ونزعها إنما هي مرافئ سنترونك أحادية الاتجاه Uni-directional Centronic port إلا إذا أُشير إلى نوعها ضمن البيانات الموثقة التي ترد مع البطاقة، ويمكن أن تتضمن عدة أنواع يتم اختيار أحدها.

كل خط خروج في مجموعة البيانات Data group هو مؤهل لتجهيز تيار يبلغ 2.6mA مع فولتية تتغير فيما بين 2.6 إلى 5 فولت. وكل خط بإمكانه أن يسحب 24mA . الخطوط في مجموعة السيطرة Control group تمتلك سعة تجهيز وسحب للتيار أقل بكثير مما ذكرنا. حيث بإمكانها أن تجهز تيار يبلغ 100uA وتسحب 8mA. وبالنسبة لكلا المرفأين فإن إحداث دورة قصيرة بين أي اثنين من المخارج وتوصيل أي من الخطوط إلى الأرض 0V أو إلى خط تجهيز القدرة 5V+ يجب أن لا يحدث إطلاقا.

بما إن الخطوط في مرفأ البيانات data port **بإمكانها أن تجهز تيار صغير، يكون بمقدورها تجهيز قدرة إلى الدائرة الموصلة إلى** Centronic port. **تدفق نقل البيانات عبر مرفأ سنترونك** Centronic **أكبر من** 1Mbyte/second . **فيما يأتي سنقوم بشرح مرفأ سنترونك** Centronic **أحادي الاتجاه** Uni-directional **بالتفصيل**.

خطوط الدخول والخروج في المرفأ منضمة في ثلاثة مجاميع، وأسمائها هي، مجموعة البيانات Data group و مجموعة السيطرة Control و مجموعة الحالة Status group. الشكل4 يقدم البناء المنطقي للمرفأ المتوازي أو مرفأ الطابعة أو مرفأ Centronic.

مجموعة البيانات Data group

هذه المجموعة ترسل البيانات من الحاسبة PC إلى الأجهزة الخارجية. وتمتلك ثمانية خطوط خارجة ذات زلاقات eight latched output lines والمجموعة مترابطة مع مرفأ ذو 8 بت في وحدة المعالجة المركزية CPU. والعنوان هو: base address

مجموعة السيطرة Control group

هذه المجموعة تسيطر على عمل الأجهزة الخارجية external devices عند ربطها إلى الحاسبة. وتحتوي على أربع خطوط خارجة ذات زلاقات latched وهي (STROBE- و – LF/CR و SLIN– و INITIALIZE) وهي تشكل سيطرة الحاسبة على الأجهزة. يتم السيطرة على مجموعة السيطرة بواسطة مرفأ في الوحدة المركزية CPU يمتلك العنوان: base address+2.

الخطوط STROBE و LF/CR و SLIN هي خطوط معكوسة inverted بينما الخط INITIALIZE ليس كذلك.

مجموعة الحالة Status group

تستعمل هذه المجموعة من قبل الحاسبة لإدراك الحالة اللحظية للأجهزة المرتبطة بالحاسبة. تمتلك مجموعة الحالة خمس خطوط وهي (ERROR- و SLCT و PE و ACK و BUSY)، وهي تدار من الأجهزة الخارجية external devices إلى الحاسبة. وتُغَذَى إلى مرفأ في وحدة المعالجة المركزية CPU، عنوان هذا المرفأ هو base address+1. يكون الخط BUSY في هذه المجموعة معكوساً بينما الخطوط الأخرى ليست كذلك.

وظائف البتات bit function **لكل مرفأ دخول وخروج تجدها** I/O **مجملة في الجدول**1.

Data group	
bits 0–7	bit 0 to bit 7
Control group	
bit 0 (-STROBE)	0=normal; 1=output of data
bit 1 (-LF/CR)	0=normal; 1=auto line feed after carriage return
bit 2 (-INITIALIZE)	0=initialize printer; 1=normal
bit 3 (-SLIN)	0=deselect printer; 1=Select printer
bit 4 (-IRQ)	0=printer interrupt disabled; 1=enabled
bit 5 (-Data I/O)	0=output data; 1=input data from data port
Status group	
bits 0–2 (UNUSED)	Unused
bit 3 (-ERROR)	0=printer error; 1=no error
bit 4 (SLCT)	0=printer not on-line; 1=printer on-line
bit 5 (PE)	0=printer has paper; 1=out of paper
bit 6 (-ACK)	0=printer acknowledges; 1=normal
bit 7 (BUSY)	0=printer busy; 1=not busy

الجدول1 **يبين وظائف البتات لمرفئي السيطرة والحالة.**

العنوان base addresser للمرفأ المتوازي LPT1 و LPT2 مبينة فيما يلي

LPT1 : 956D (3BCh) or 888D (378h)
LPT2 : 632D (278h)

((الرقم الذي إلى جانبه الحرف D يعني إن هذا العنوان بالترقيم العشري والرقم الذي إلى جانبه الحرف h يعني إن هذا العنوان بالترقيم السداسي عشر. وهذه الأرقام التي هي عناوين تشير إلى مواقع في الذاكرة يهيئها نظام التشغيل عند الإقلاع ويقدمها لنا وإن اختلف حجم الذاكرة في الحاسبة.))

يختلف العنوان base address للـ LPT1. وهذا يعتمد على تشكيلة العتاد في الحاسب hardware configuration. هنالك طريقتان للحصول على base address. احدهما تتمثل في فحص تشكيلة عتاد hardware configuration حاسبك. والأخرى تتمثل في إيجاد العنوان مباشرة من برنامج المستخدِم باستعمال الإمكانيات المتاحة التي يوفرها نظام الإدخال والإخراج الأساسي BIOS للحاسب. عندما يشغل الحاسب أو عندما نعمل له RESET فإن الـ BIOS يفحص جميع مرافئ Centronic المحتملة فإذا وجد واحدة سيكتب العنوان لذلك المرفأ في كلمة بطول بايتين Byte word 2 إلى موقعين محددين من مواقع الذاكرة. بالنسبة إلى LPT1 فإن المواقع هي 0000h:0408h و 0000h:0409h ((لاحظ إن كل موقع مقسوم قسمين بنقطتين الواحدة فوق الأخرى، لنأخذ أحد القسمين الحرف h للتمييز على إن الرقم بالنظام السداسي عشر؛ الأرقام الأربعة الباقية كل رقم يمثل 4 بت كما هو معلوم في النظام السداسي عشر لذلك فإن كل قسم يتألف من 16 بت والموقع الواحد من 32 بت)).

الموقع المتقدم يخزن LSB byte والموقع المتأخر يخزن MSB byte للعنوان base address.

فمن خلال قراءة محتوى مواقع الذاكرة هذه يمكن الحصول على base address **للمرفأ** LPT1.

مواقع الذاكرة للمرفأ LPT1 **إلى** LPT4 **مدرجة كما يلي:**

LPT1 : 0000 : 0408h – 0000 : 0409h
LPT2 : 0000 : 040Ah – 0000 : 040Bh
LPT3 : 0000 : 040Ch – 0000 : 040Dh
LPT4 : 0000 : 040Eh – 0000 : 040Fh

هنالك موقع ذاكرة آخر مفيد وهو 0000 : 0411h. يخزن هذا الموقع العدد الكلي لمرافئ الطابعة Centronic المركبة في الحاسب. والمعلومات المفيدة يحتويها البت 6 والبت 7.

Bit7 =0 , bit6 = 0 : One Centronic port installed
Bit7 =0 , bit6 = 1 : Tow Centronic ports installed
Bit7 =1 , bit6 = 0 : Three Centronic ports installed
Bit7 =1 , bit6 = 1 : Four Centronic ports installed

السيطرة برمجياً Software control

(أ) كيف تحصل على base address للمرفأ Centronic ؟ البرنامج التالي مكتوب بلغة QBASIC. وهو يعرض الرقم الكلي للمرافئ Centronic المنصوبة في الحاسبة، والعناوين base addresses لـ LPT1 إلى LPT3. السطر 20 يقرأ البايت المخزون في موقع الذاكرة 0000:0411h مستخدماً الأمر ()PEEK. البت 7 والبت 6 لهذا البايت تستخرج بوضع القناع AND (128+64). ثم تزاح النتيجة 6 بتات باتجاه المرتبة الأدنى LSB (يعني إلى اليمين) مستخدمين أمر القسمة "/64". السطر 30 يقرأ بايتين من موقعين من مواقع الذاكرة الماسكة للجزء ذو المرتبة الأعلى MSB والجزء ذو المرتبة الأدنى LSB لعنوان base address المرفأ LPT1.الأسطر 40 و 50 تؤدي نفس العمل للمرافئ LPT2 و LPT3.

```
10 DEF SEG = 0
20 PRINT "Number of Centronic ports: ", (PEEK(&H411) AND (128 + 64)) / 64
30 PRINT "Address of LPT1:  ", PEEK(&H408) + 256 * PEEK(&H409)
40 PRINT "Address of LPT2:  ", PEEK(&H40A) + 256 * PEEK(&H40B)
50 PRINT "Address of LPT3:  ", PEEK(&H40C) + 256 * PEEK(&H40D)
```

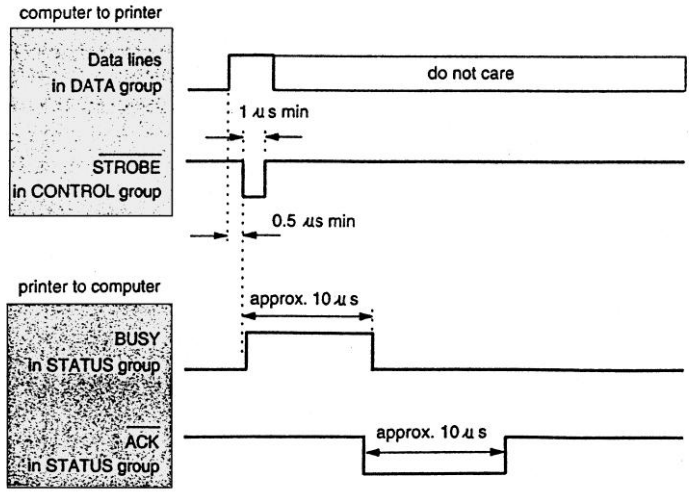
(ب) كيف يتم إخراج وإدخال البيانات عبر المرفأ المتوازي

How to output and input data via the Centronic port

أوامر الطابعة وإجراءات المقاطعة لـ BIOS ؛

: Printer commands and BIOS interrupt routines

في بيئة لغة QBASIC تستخدم العبارة PRINT للطباعة. وتوجد طريقة أخرى للسيطرة على الطباعة تستخدم BIOS interrupt INT 17h. التتابع العملي لإخراج البيانات عبر مرفأ الطابعة Centronic تراها في الشكل5. أولا يقوم الحاسب بفحص الطابعة إذا كانت جاهزة لقبول بيانات جديدة وذلك بفحص الخط BUSY. عندما يكون واطئاً (Not busy) يضع الحاسب البيانات على مرفأ البيانات. بعد 500 نانو ثانية، يسحب الحاسب STROB إلى low. نتيجة هذا تتحول الطابعة إلى BUSY (BUSY=1). الطابعة تستلم البيانات وتعالجها .Processes the data



الشكل5 التعاقب الزمني للمصافحة في الطابعة Printer handshake timing sequence.

ثم تضع الطابعة الخط ACK إلى low مشيرة إلى أن البيانات المستلمة قد تم معالجتها. في نفس الوقت تسحب الطابعة الخط BUSY إلى low. معظم الحاسبات تستعمل الخطين STROBE و BUSY فقط للمصافحة hand shaking ولا تستعمل خط المصافحة ACK.

محاسن هذه الطريقة إنها تيسر استعمال التعليمات instruction القياسية Standard للطابعة ويمكن أن نجد هذه التعليمات في أي لغة برمجة تقريباً. ولها سيئة، إذ إن كل مرفأ سيصبح له غرض مخصص وستعمل مع بعض، لذا فإن هذه الطريقة غير مرنة لعموم عمليات الإدخال والإخراج.

إذا ما وصلت دائرة خارجية إلى الحاسب، فإن دائرة منطق خاصة يتعين توفرها لتوليد الإشارات اللازمة لـ BUSY **و** ACK–. **إذا ما استعمل الحاسب الخط** BUSY **فقط للمصافحة فهنالك طريقة سهلة لفعل ذلك. يوصل الخط** BUSY **بشكل دائم إلى نقطة الصفر** digital ground **ليؤشر أن الدائرة دائماً جاهزة لاستقبال البيانات.** PE **يوصل إلى الصفر (الأرض) ليؤشر إن "الطابعة" تمتلك ورق بشكل دائم، و** ERROR– **توصل إلى العالي** high state. **إذا** PE **و** ERROR– **لم توصل بهذه الطريقة، فإن**

رسالة خطأ ستظهر عندما يصدر الحاسب أمر Print. **توجد طريقة مرنة أكثر للسيطرة على المرفأ** Centronic **باستعمال الوصول المباشر للدخول والخروج** Direct I/O access.

الوصول المباشر للدخول والخروج Direct I/O access

هذه الطريقة تسيطر على البيانات data وخطوط السيطرة control ومرافئ الحالة status ports كل على حدة مستعملة الوصول المباشر للدخول والخروج. في هذه الحالة تجري معاملة مرفأ الطابعة المتوازي Centronic على إنه ثلاثة مرافئ منفصلة للدخول والخروج: اثنان منها هي مخارج وواحد هو دخول. لنأخذ مثالاً على سيطرة LPT1. افرض إن العناوين Addresses لمرفأ البيانات ومرفأ السيطرة ومرفأ الحالة هي 889_D 890_D 888_D على التوالي، لإرسال بيانات لمرفأ البيانات ومرفأ السيطرة، نستعمل الأمر التالي في لغة QBASIC:

```
OUT 888, X
OUT 890, X
```

X هي القيمة الخارجة بالنظام العشري كذلك العنوان قد أدرج بالنظام العشري. بعض الخطوط في مرفأ السيطرة معكوسة. وهذه يجب أن تؤخذ بالحسبان عند إخراج البيانات. لقراءة البيانات من مرفأ الحالة فإن الأمر التالي يمكن أن يستعمل:

```
Y= INP[889]
```

Y هي القيمة العشرية للبيانات الداخلة. بتات البيانات الداخلة تناظر البت 3 إلى البت 7 لمرفأ الحالة وأحد الخطوط معكوس. وهذا يجب أن يؤخذ بالحسبان.

التعامل مع البتات Bit manipulation

في هذا القسم سنشرح بعض التقنيات الأساسية في التعامل مع البتات. وتتضمن وزن البت، وكيف نضع بت معين من بتات البايت في وضع hi يعني إعطائه القيمة 1، ووضع بت معين من البايت في وضع Lo، وإزاحة البتات.

وزن البت Bit Wight

العلاقة بين البت bit ووزن Weigh ذلك البت معطاة فيما يلي

البت	قيمة عشرية decimal value
Bit 0	1 وهو البت الأول من اليمين LSM
Bit 1	2
Bit 2	4
Bit 3	8
Bit 4	16
Bit 5	32
Bit 6	64
Bit 7	128 وهو البت الأول من اليسار MSB

جعل أحد البتات في وضع عالي To make a bit high

المثال التالي يبين كيف يمكن جعل البت 3 (وهو البت ذو الوزن 8) في مرفأ البيانات أن يصبح عالياً high أي تظهر عليه +5V أي أن يحمل الرقم 1 بينما تبقى حالة البتات الباقية بدون أي تغيير. إذا كانت حالة البت 3 عالية فستبقى عالية. أما إذا كانت حالة البت الأصلية واطئة Low فتصبح عالية High.

```
10 X = Original_ data oR 8
20 OUT 888, X
```

السطر 10 قد أجرى العملية المنطقية OR. جدول الواقع أو جدول الحقيقة truth table للعامل OR تجده فيما يلي:

```
0 OR 0 = 0
0 OR 1 = 1
1 OR 0 = 1
1 OR 1 = 1
```

مثال على موقف البت للعملية Example of the bit-Wise OR operation OR

Data-1 : XXXXXXXX (bit 7 to bit 0)

Data-2 : 0 0 0 0 1 0 0 0 وهذا يمثل الرقم ٨

Data-1 OR Data-2 : XXXX1XXX

لجعل أحد البتات واطئ To make a bit low

المثال التالي في لغة QBASIC يبين كيف يمكن أن نجعل البت 4 (bit Weight = 16) لمرفأ البيانات أن يصبح واطئاً.

```
10  X = Original_ data and  (255-16)
20 Out 888, X
```

لاحظ إن 16 – 255 = 239 وهي بالنظام الثنائي 11101111

السطر 10 قد أجرى العملية المنطقية AND. جدول الواقع للعملية AND تراه فيما يلي.

```
0 AND 0 = 0
0 AND 1 = 0
1 AND 0 = 0
1 AND 1 = 1
```

مثال على موقف البت ضمن العملية AND

Example of the bit-Wise AND Operation

Data-1 XXXXXXXX (bit 7 to bit 0)

Data-2 1 1 1 0 1 1 1 1 وهي الرقم ٢٣٩ الذي ذكرناه

Data-1 AND Data-2 = XXX0XXXX

إزاحة البتات إلى اليمين وإلى اليسار

To Shift bits left or right

كما لاحظنا في المواضيع السابقة، عند إدخال بيانات ذات أربع بتات البت 0 والبت 1 والبت 2 والبت 3 في مرفأ الحالة Status port، فإن بتات مرفأ الحالة موصلة داخلياً إلى البت 3 والبت 4 والبت 5 والبت 6 لمرفأ الدخول والخروج I/O port. لذا وبقصد إظهار القيم للبيانات الداخلة يجب إجراء عملية إزاحة إلى اليمين لجميع بتات البايت.

الإزاحة إلى اليمين Shift to right

تتم إزاحة البتات إلى اليمين بعدد من المراتب تكافئ وزن البت وذلك بالقسمة على وزن البت.

```
10   X = Original_ data / 8
20   OUT 888, X
```

لاحظ إن الرقم 8 الذي قسمنا عليه هو وزن البت 3 لذا ستتم الإزاحة ثلاثة بتات إلى اليمين، والرقم 8 يقابل في النظام الثنائي 1000 .

```
Data-1 =    11110111
Data-2 =         1000
Data-1 / Data-2 =    11110
```

أنظر كيف أزيح الصفر في Data-1 ثلاثة مراتب إلى اليمين

الإزاحة إلى اليسار Shift to right

تتم إزاحة البتات إلى اليسار بعدد من المراتب تكافئ وزن البت وذلك بالضرب في وزن البت.

```
10   X = Original-data * 4
20   OUT 888, X
```

لاحظ إن الرقم 4 الذي قسمنا عليه وزن البت 2 (راجع جدول وزن البت) لذا ستتم الإزاحة مرتبتين إلى اليسار.

Value of		Value returned by logical operator					
X	Y	NOT X	X AND Y	X OR Y	X XOR Y	X EQV Y	X IMP Y
T	T	F	T	T	F	T	T
T	F	F	F	T	T	F	F
F	T	T	F	T	T	F	T
F	F	T	F	F	F	T	T

جدول الحقيقة كما موجود في لغة QBASIC **كل عامل مقارنة منطقي يعيد القيمة كما مؤشر أسفل منه. الحرف** T **يشير إلى القيمة** True **وتعني الواحد أو** hi **والحرف** F **يشير إلى القيمة** False **أي صفر أو** lo. **عوامل المقارنة مرتبة حسب أسبقية العامل.**

المنفذ المتسلسل RS232:

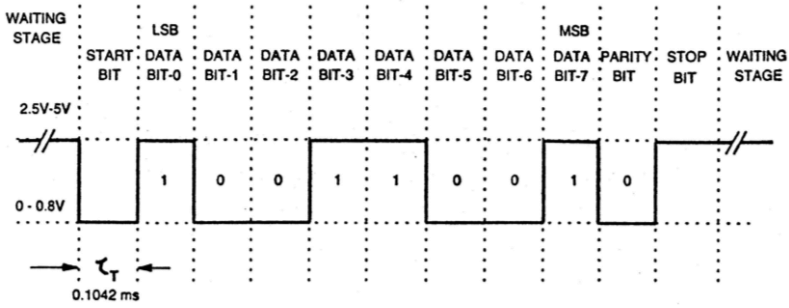
أو كما يسمى البينية المتوالية RS232:

المنفذ التسلسلي هو بينية interface اتصال Communication متزامنة asynchronous ذات دفق بيانات متسلسل Serial data وهي مرفأ قياسي في الصناعة. بالنسبة للحاسب فهي تستعمل لوصل الطابعات printers والمودمات modems وأجهزة الماوس ... الخ. وهي تلاءم الاتصال لغاية مسافة 20 متراً.

وبخلاف مرفأ الدخول والخروج المتوازي أي مرفأ الطابعة أو المرفأ السنتروني الذي يحتوي على عدد من خطوط البيانات تستخدم جميعها في كل مرة يتم فيها إرسال بايت، بينما إرسال البيانات المتوالي يتطلب خط واحد فقط ويرسل البايت على شكل بت يتلو البت الذي سبقه وهكذا. وهذا يقلل خطوط البيانات بين الأجهزة. وهو يقلل معدل إرسال البيانات أيضاً.

الإرسال المتوالي للبيانات Serial data transmission

قطار البيانات المتوالي نفسه يحتوي على المعلومات الخاصة بالتزامن Synchronization والبيانات الفعلية التي ترسل. شكل البيانات المتوالي يتضمن أربعة أجزاء:



(Baud rate: 9600, Data bit length: 8, Parity: Even, Stop bit: 1)

الشكل٦ شكل إرسال البيانات المتوالي الذي تنتجه دوائر يوآرت UARTs.

بت البداية Start bit وهو (1بت) و البيانات المتوالية 5 أو 6 أو 7 أو 8 بت و بت فحص التكافؤ (1بت) وبت التوقف (1 أو 1.5 بت). الشكل6 يبين شكل نموذجي لبيانات التوالي.

عندما لا يتم إرسال بيانات فإن خط البيانات DATA line يكون عالي المنطق logic high. وهذه تدعى مرحلة الانتظار. يتم كشف بداية إرسال البيانات من خلال سحب الخط إلى المنطق Low لفترة زمنية تعادل 1بت. هذا البت هو بت البداية Start bit. بتات البيانات ترسل حينها خارجاً الواحدة تلو الأخرى ابتداءً من البت الأقل مرتبة least significant bit LSB عدد بتات البيانات data bits ممكن أن يكون 6 أو 7 أو 8. يتبع بتات البيانات بت التكافؤ parity bit حيث يستعمل لفحص الأخطاء المتأتية من الإرسال والتي قد تحدث في الطريق الذي تسلكه البيانات عند الإرسال. البتات الأخيرة هي بتات التوقف Stop bits، التي تسحب خط البيانات إلى الحالة high لفترة تعادل على الأقل زمن بت واحد لتؤشر نهاية إرسال البيانات. عدد بتات التوقف ممكن أن يكون بت واحد أو 1.5 أو 2 بت. وهنالك جهاز الكتروني مصمم خصيصاً لتوليد واستلام البيانات المتزامنة يدعى (يو آرت) Asynchronous Receiver/Transmitter (UART). شكل الإرسال المتوالي للبيانات يولد بواسطة قسم الإرسال في الـ UART. قسم الاستقبال يكشف detects استهلال الحافة لبت البداية. ثم تنتظر لزمن بت واحد ونصف البت قبل قراءة بت البيانات. عملية القراءة يجب أن تأتي بالضبط في وسط بت البيانات الأول. ثم تنتظر لفترة بت واحد وتقرأ البت الثاني. هذه المرة تأتي القراءة بالضبط في وسط بت البيانات الثاني. بعد قراءة كافة بتات البيانات، يكشف المستقبل receiver تكافؤ البيانات المستلمة لفحص الأخطاء وتعيد تهيئة نفسها reset itself أثناء بت التوقف. إذاك تكون جاهزة لإرسال استلام البيانات القادم.

يقاس مقدار البيانات المرسلة بما يعرف بالبود baud rate. ويعرَّف على إنه 1 مقسوماً على الفترة الزمنية بين أقصر تحول أو انتقال للإشارة لاحظ الشكل6. معدل البود القياسي The standard baud rates لمرفأ التوالي RS232 هي 110 و 150 و 300 و 600 و 1200 و 2400 و 4800 و 9600 و 19200. معرفة baud rate تمكننا من حساب عدد البايتات المرسلة لكل ثانية. مثلاً إذا بيانات متوالية تمتلك ثمانية بتات، بدون فحص تكافؤ وبت توقف واحد 1 stop bit، فإن الطول الكلي للبيانات المتوالية هو 10 . معدل الإرسال للشواخص Characters هو

baud rate مقسوماً على عشرة. لذا فإن Baud rate بمقدار 9600 سينقل 960 كاركتر Characters كل ثانية.

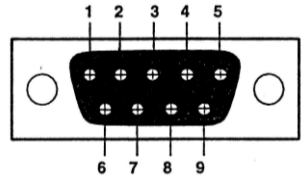
فحص التكافؤ ممكن أن يكون فردي ODD، أو زوجي EVEN، أو بلا NONE. التكافؤ الزوجي أو الفردي يبين أن مجموع الواحد في البيانات المرسلة هي رقم فردي أو زوجي. وهذه هي أبسط طريقة لاكتشاف الأخطاء في البيانات المرسلة التي تظهر أثناء اجتياز طريق الإرسال. ويمكن الاعتماد عليها لاكتشاف أخطاء بمستوى بت واحد. أما الأخطاء التي تظهر في عدة بتات فلا يمكن اكتشافها. بت التكافؤ يتم توليده في دائرة UART بطريقة أن عدد الواحد 1 في بتات البيانات زائداً بت التكافؤ parity bit يكون رقم زوجي أو فردي كما بيّنا. في طرف الاستلام، جهاز الاستلام يجب أن يكون مهيأً لأن يمتلك نفس فحص التكافؤ. دائرة الاستلام UART تحسب عدد الواحد (الواحدات) في البيانات المستلمة. إذا لا تمتلك البيانات العدد الصحيح من الواحدات، يتم توليد خطأ مؤشراً وجود خطأ في الإرسال. أما إذا جرى إعلان declared بلا None لفحص التكافؤ منذ البداية، فلا يتم توليد وفحص بت التكافؤ.

معظم الحاسبات نوع AT تستعمل قطع UARTs طراز 16450 نوع XT تستعمل يوآرت طراز 8250. اليوآرت نفسها تستعمل نظام مستويات فولتية الإشارة نفسه المستعمل مع TTL ((Logic1 = 5V+ وتسمى العلامة؛ Logic0 = 0V صفر فولت للفاصلة)). ولغرض الوصول إلى مسافات طويلة أثناء الاتصال، يتم تحويل مستويات الفولتية من TTL إلى مستويات فولتية أعلى ((Logic1 = 3V+ إلى 12V+ و Logic0 = 12V- إلى 12V+)) Logic0 يعامل على إنه فاصلة إذا كان محصوراً بين 12V- و 3V- و Logic1 يعامل على إنه علامة إذا كان محصوراً بين 3V+ و 12V+. ويتم بلوغ هذا المرام من خلال استعمال RS232 مخصصة للإرسال والاستلام Dedicated RS232 driver/receiver. جميع المرسلات/مستقبلات لها تأثير الإقلاب على الإشارة.

موصّلات المرفأ والتوصيلات للـ RS232

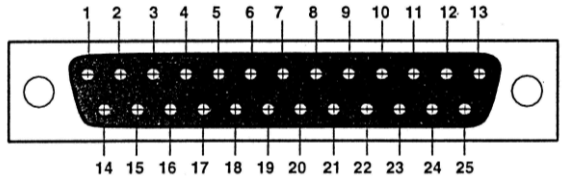
RS232 port connector and connections

بينية RS232 القياسية هي 25-pin أو 9-pin طراز D-type ذات موصلات على شكل دبابيس connector. الشكل7 يبين أرقام الدبابيس الخارجة و وظيفة الموصلات.



مقبس ذو تسعة دبابيس بارزة كما يشاهد من خلف الحاسبة

(a) 9-pin male socket viewed from the back of the computer



(b) 25-pin male socket viewed from the back of the computer

مقبس ذو خمسة وعشرين دبوس بارز كما تراه من خلف الحاسبة

Pin functions of the RS232 connectors

وضائف الدبابيس في موصل آر أس مائتان واثنان وثلاثون

25 PIN	9 PIN	NAME	DIRECTION (FOR PCS)	DESCRIPTION
1		Prot		Protective ground
2	3	TD	OUTPUT	Transmit data
3	2	RD	INPUT	Receive data
4	7	RTS	OUTPUT	Request to send
5	8	CTS	INPUT	Clear to send
6	6	DSR	INPUT	Data set ready
7	5	GND		Signal ground (common)
8	1	DCD	INPUT	Data carrier detedt
20	4	DTR	OUTPUT	Data terminal ready
22	9	RI	INPUT	Ring indicator
23		DSRD	I/O	Data signal rate detector

الشكل7 وترى فيه الدبابيس الخارجة باللون الفاتح ووظائفها للمقبس RS232 خلف الحاسبة.

Prot	Protective ground. It is connected to the metal screening of the cable and the chassis of the equipment.
GND	Ground line. It provides a common voltage reference for all signals.
TD	Transmitting Data. Serial data is transmitted on this line. It is an output line from the computer.
RD	Receiving Data. Serial data is received from the line. It is an input line to the computer.
RTS	Request To Send. It is a handshake line and indicates that a transmitting device is ready to send data. It is an output from the computer. If handshake is not required, it can be used as an output.
CTS	Clear To Send. It is a handshake line from which a receiving device tells a transmitting device that it is ready to receive data. It is an input to the computer. If handshake is not used, it could be used as an input.
DTR	Data Terminal Ready. It is a handshake line and indicates that a transmitting device is ready. It is an output from the computer. If handshake is not used, it can be used as another output.
DSR	Data Set Ready. It is a handshake line from which a receiving device tells the transmitting device that the data set is ready. It is an input to the computer. If handshake is not used, it can be used as another input.

الجدول2

Protective ground Prot **توصل إلى حجاب الكيبل المعدني وإلى الشاسيه.**

Ground line GND **يوفر مرجع مشترك لكافة الإشارات، يعني نقطة الصفر فولت لكافة الإشارات.**

Transmitting Data TD **البيانات المتوالية ترسل على هذا الخط. وهو خط الخروج من الحاسبة.**

Receiving data RD **البيانات المتوالية تستلم من هذا الخط. وهو خط الدخول إلى الحاسبة.**

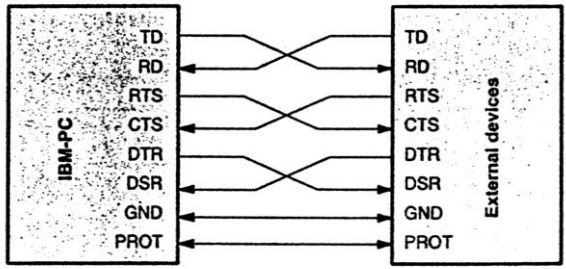
Request to send RTS **خط المصافحة ويبين أن جهاز الإرسال جاهز لإرسال البيانات. وهو خط خارج من الحاسبة. وإذا كانت المصافحة غير مطلوبة يمكن حينها أن يستعمل كمخرج.**

Clear to send CTS **هو خط المصافحة الآتي من جهاز الاستلام يخبر جهاز الإرسال إنه جاهز لاستلام البيانات. وهو خط داخل إلى الحاسبة. وإذا لم تستعمل المصافحة يمكن أن يستعمل كخط دخول.**

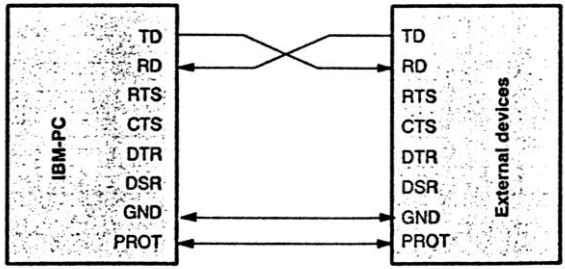
Data terminal ready DTR، **خط البيانات جاهز. هو خط مصافحة ويبين إن جهاز الإرسال جاهز. وهو خط خارج من الحاسبة. إذا لم تستعمل المصافحة يمكن أن يستعمل كخروج من نوع آخر.**

Data set ready DSR. **هو خط من خطوط المصافحة ومن خلاله فإن جهاز الاستلام يخبر جهاز الإرسال أن إعداد البيانات جاهز. وهو خط دخول إلى الحاسبة. وإذ لم تستعمل المصافحة يمكن أن يستعمل كدخول من نوع آخر.**

يوجد نوعين من ربط RS232 بين الحاسبة والأجهزة الخارجية تراها في الشكل8. السهم يبين اتجاه دفق البيانات. الشكل8a يُعرَف على إنه Null modem.



(a) Null modem for connecting a computer to an external device



(b) RS232 connections between a computer and an external device via 3 lines

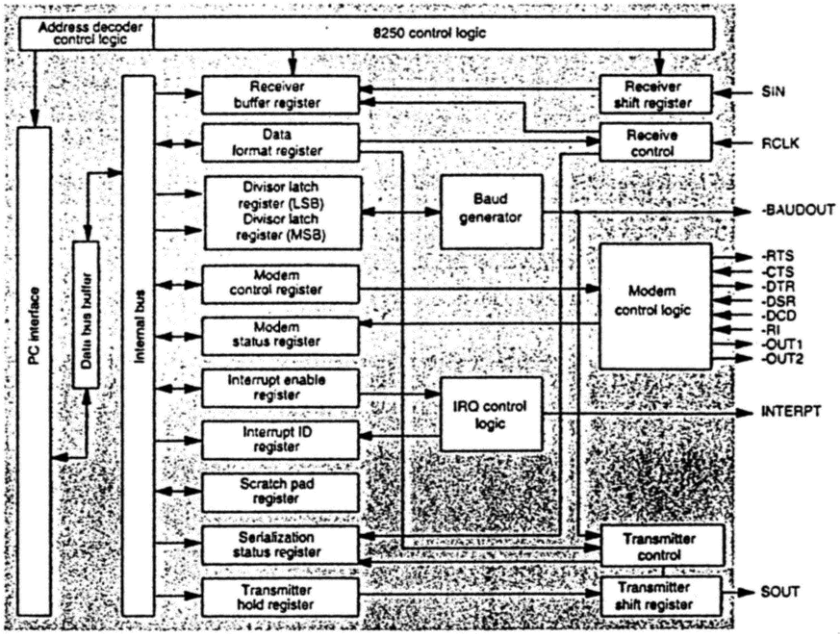
الشكل8 التوصيلات بين الحاسبة والأجهزة الخارجية.

الشكل8b يبين التوصيل باستعمال ثلاثة خطوط. خط واحد لإرسال البيانات وآخر لاستلام البيانات. ويتم ترتيب التوصيلات بحيث أن خط الإرسال للجهاز الأول يوصل إلى خط الاستلام للجهاز الثاني.

التنظيم الداخلي للأجهزة (تنظيم العتاد) Internal hardware organization

الحاسبة من طراز IBM ممكن أن تمتلك أربعة بينيات RS 232 مركبة فيها. هذه المرافئ البينية تسمى COM1 إلى COM4. كل مرفأ COM يرفق إلى يوآرت UART 16450 داخل الحاسبة.

(أ) يو آرت 16450 / 8250



الشكل9 مخطط كتلي داخلي لمحتويات UART 8250/16450 .

الشكل9 يبين مخطط كتلي داخلي. ستجد هنالك ثمانية مسجلات internal registers ذات 8-bit ضمن الـ UART. عناوين الدخول والخروج لهذه المسجلات الداخلية تحسب بإضافة العِوَض الخاص بالمسجل offset of the register إلى base address لمرفأ COM. العوض Offsets والوظائف الخاصة بمسجلات UART ملخصة فيما يلي:

00h سجل مسك الإرسال/والمنطقة الفاصلة للمستقبِل: يخزن البيانات المستلمة ويمسك البيانات ليتم إرسالها.

Transmitter, hold register/receiver buffer register: store received data and hold data to be transmitted.

01h مسجل تمكين المقاطعة: يُعِدْ نظام تمكين المقاطعة.

Interrupt enable register: set the mode of interrupt request.

02h سجل تعريف المقاطعة: يفحص صيغة تمكين المقاطعة.

Interrupt identification register: check the mode interrupt request.

03h **سجل تشكيل (شكل) البيانات: يعد شكل إرسال بيانات التوالي.**

Data format register: set the format of serial data transmission.

04h **مسجل سيطرة المودم: يعد مسيطرات المودم** .RTS, DTR, etc

Modem control register: set modem controls (RTS, DTR, etc.)

05h **سجل حالة التوالي: يحوي معلومات حالة قسم الاستلام إرسال.**

Serialization status register: contain information on status of the receiver transmitter section.

06h **سجل حالة المودم: يحوي الحالة الآنية (الحالية) لـ** DCD **و** RI **و** DSR **و** CTS.

Modem status register: contain the current status of DCD, RI, DSR and CTS.

07h **سجل المسودّة: يتصرف كبايت ذاكرة.**

Scratch-pad register: act as a memory byte

المعوض offset 00h هو مسجل المنطقة الفاصلة للاستقبال ومسجل مسك الإرسال. مسجل مسك الإرسال يمكن الوصول إليه إذا كان البت DLAB في مسجل شكل البيانات (offset 03h) هو صفر. إذا ما تم كتابة بايت إلى هذا العنوان سيتم نقله إلى مسجل الإزاحة Shift register للإرسال وسيتم إخراجه بشكل متوالي. بعد أن يتم استلام بيانات التوالي بنجاح وتحويلها إلى صيغة التوازي، يتم نقل البيانات إلى داخل مسجل المنطقة الفاصلة للمستقبل into the receiver buffer register. بعد قراءة البيانات من المسجل، يتم تصفير Cleared مسجل المنطقة العازلة ويكون جاهزاً لاستلام البيانات القادمة.

المعوض 01h هو مسجل تمكين المقاطعة ومن خلاله يمكنك تشكيل Configure المقاطعة interrupt المولَّدَة بواسطة UART. وظائف البتات bit7 إلى bit0 مبينة فيما يلي:

0 0 0 0 SINP ERBK TBE RxRD

bit 7-4	always zero
SINP	1: interrupt on state-change of -CTS, -DSR, -DCD and -RI 0: no interrupt
ERBK	1: interrupt on parity, overrun, framing errors or break 0: no interrupt
TBE	1: interrupt on transmitter hold register empty 0: no interrupt
RxRD	1: interrupt when one byte is ready in receiver buffer register 0: no interrupt

المعوض offset 02h هو مسجل تعريف المقاطعة interrupt حيث يؤشر فيما إذا كانت المقاطعة معلقة Pending. تعليق المقاطعة يتم تأشيره من خلال البت 0 في المسجل. البت 1 والبت2 تؤشر سبب هذه المقاطعة. وظائف البتات للبت 7 إلى البت 0 للمسجل تراها فيما يلي:

0 0 0 0 0 ID1 ID0 -PND

-PND 1 = no interrupt pending; 0=interrupt pending,
ID1, ID0 00 = change of an RS-232 input signal (priority 3)
01 = transmitter hold register empty (priority 2)
10 = data ready in the receiver buffer register (priority 1)
11 = data transfer error or break (priority 0, highest priority)

ما أن يتم توليد المقاطعة، حتى يتعين تصفيرها أو مسحها Cleared قبل أن تصبح مؤهلة لأن تستجيب لمقاطعة قادمة. ما مطلوب فعله لمسح المقاطعة تراه فيما يلي:

ID1=0, ID0=0: read the modem status register (offset 06h)
ID1=0, ID0=1: write to the transmitter hold register (offset 00h) or read the interrupt identification register (offset 02h)
ID1=1, ID0=0: read data byte from the receiver buffer register (offset 00h)
ID1=1, ID0=1: read the serialization status register (offset 05h)

ID1=0, ID0=0 : **يقرأ مسجل الحالة للمودم** (offset 06h)
ID1=0, ID0= 1 : **يكتب إلى مسجل مسك الإرسال** (offset 00h) **أو يقرأ مسجل تعريف المقاطعة** (offset 00h)
ID1=1, ID0=0 : **يقرأ بايت البيانات من مسجل المنطقة الفاصلة للاستلام** (offset 00h)
ID1=1, ID0=1 : **يقرأ مسجل حالة التوالي** (offset 05h)

المعوض 03h هو مسجل شكل البيانات الذي يُعَرِّف شكل بيانات التوالي مثل معدل البود baud rate، عدد بتات البيانات number of data bits، عدد بتات التوقف number of stop bits و فحص التكافؤ parity check. وظائف البتات من البت 7 إلى البت 0 معطاة فيما يلي:

DLAB BRK PAR2 PAR1 PAR0 STOP DAB1 DAB0

DLAB 1=access to the divisor latches
0=access to the receiver buffer/transmitter hold register (offset 00h) and the interrupt enable register (offset 01h)
BRK 1=break on, 0=break off
PAR2,1,0 000=none, 001=odd, 011=even, 101=mark, 111=space
STOP 1= 2 stop bits, 0= 1 stop bit
DAB1, 0 00=5 data bits, 01=6 data bits, 10=7 data bits, 11=8

DLAB 1= **الوصول إلى زلاقات** latches **المقسوم** divisor
0= **الوصول إلى المنطقة الفاصلة للاستلام/سجل مسك الإرسال** (offset 00h) **و سجل تمكين المقاطعة** (offset 01h).

BRK 1= break ON ، 0= Break off

PAR2,1,0 000=NONE ، 001=**فردي** odd، 011= **زوجي** even، 101=**علامة** mark ، 111= **فاصلة** Space.

STOP 1= **بتين للتوقف** ، 0= **بت واحد للتوقف**

DAB1,0 00= **خمس بتات للبيانات**، 01= 6 **بتات للبيانات**، 01= 6 **بتات للبيانات**، 10= 7**بتات للبيانات**، 11= 8 **بتات للبيانات**.

عندما يكون البت DLAB =1 ، فإن المنطقة الفاصلة للمستلم/سجل مسك الإرسال (00h) ومسجل تمكين المقاطعة (01h) ستستعمل لتحميل المقسوم عليه divisor. الأول يمسك بايت LSB والثاني يمسك بايت MSB. وهي تشكل مقسوم عليه من 16-bit والقيمة تحسب باستعمال المعادلة التالية:

$$\text{Divisor} = \text{byte}_{\text{register 00h}} + 256 * \text{byte}_{\text{register 01h}}$$

في داخل الحاسبة يكون تردد الساعة المغذى إلى UART 1.8432MHz وفي داخل الـ UART يكون التردد المرجعي هو تردد الساعة مقسوماً على 16 وبذلك ينتج 115200Hz؛ العلاقة بين المقسوم divisor عليه ومعدل البود baud rate هي : $\text{Baudrate} = \frac{115200}{Divisor}$

فإذا كانت 9600 baud rate سيتطلب مقسوم عليه Divisor بمقدار 12. لذا عند تحميل المقسوم عليه في المسجلات registers، يتعين تحميل '12' داخل مسجل منطقة الاستقبال/الإرسال العازلة (00h) وتحمل 0 داخل مسجل تمكين المقاطعة (01h). وإذا ما تم تحميل 1 داخل مسجل المقسوم عليه، سيعطي أعلى معدل بود 115200 baud rate .

المعوض 04h هو مسجل السيطرة على المودم modem. وهو يستعمل للسيطرة على منطق السيطرة على مودم يوآرت UART modem control logic. في التطبيقات العامة للبينيات

general interfacing applications، يمكن استعمال المسجل للسيطرة على مخرجين، RTS و DTR. وضائف البتات البت7 إلى البت0 للمسجل تراها فيما يلي:

0 0 0 LOOP -OUT2 -OUT1 -RTS -DTR

bits 7–5	always zero
Loop	1= enabled loop back, 0= disabled loop back
-OUT2	1=enabled, 0=disabled, used internally
-OUT1	1=enabled, 0=disabled, used internally
-RTS	1=enabled, 0=disabled, available from the RS232 connector
-DTR	1=enabled, 0=disabled, available from the RS232 connector

البتات 7-5	دائماً صفر
Loop	1= **تمكين** Enabled loop back، 0 = **عدم تمكين** disable Loop back.
-OUT2	1= **تمكين** Enabled ، 0 = **عدم تمكين** disable ، **تستعمل داخليا**.
-OUT1	1= **تمكين** Enabled ، 0 = **عدم تمكين** disable ، **تستعمل داخلياً** internally.
-RST	1= **تمكين** Enabled ، 0 = **عدم تمكين** disable ، **ويمكن الوصول إليها في مقبس** RS232.
-DTR	1= **تمكين** Enabled ، 0 = **عدم تمكين** disable ، **ويمكن الوصول إليها في مقبس** RS232.

المعوض offset 05h وهو مسجل حالة التسلسل Serialization status register والذي يحوي المعلومات حول حالة المستقبل والمرسل لليوآرت UART. مع سجل تعريف التقاطع Interrupt identification (offset 02h)، يمكن تعريف مصدر التقاطع Source of interrupt. وظائف البت من بت7 إلى بت0 للمسجل تراها فيما يلي:

0 TXE TBE BREK FRME PARE OVFE RxRD

TXE (transmitter empty)	1 = no byte in the transmitter hold register and the shift register 0 = one byte in the transmitter hold and shift register
TBE (transmitter buffer empty)	1 = one byte in the transmitter hold register 0 = one byte in the transmitter hold register
BREK (break)	1 = detected 0 = no break
FRME (frame error)	1 = error detected 0 = no error
PARE (parity error)	1 = error detected 0 = no error

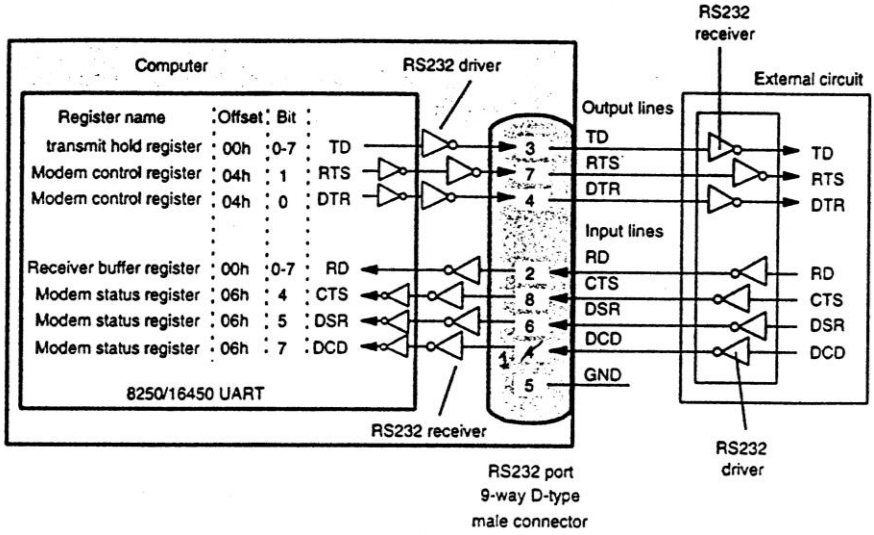
المعوض 07h هذا السجل هو بايت ذاكرة بمثابة مسودة Scratch-pad memory وهو بايت ضمن ذاكرة الوصول العشوائي. كتابة أي بيانات داخل هذا السجل ليس له أي تأثير على UART.

(ب) سائقات مستقبلات الوصلة RS232

RS232 driver/receivers

إشارات السيطرة على الإخراج في RS232 هي (RTS- و DTR–) وإشارات حالة الإدخال (CTS- و DSR–) تتم معالجتها بواسطة UART بشكل معكوس. إشارة البيانات المتوالية SIN و SOUT في صيغة غير معكوسة. الـ UART تنتج مستويات الفولتية الخاصة بـ TTL/CMOS فقط.

سائقات/ مستقبلات خط RS232 (RS232 line drivers/receivers) موضعها بين UART والمُوَصِّل Connector الخارجي لوصلة RS232. السواقات drivers تحول فولتية الإشارات من مستوى فولتية TTL إلى مستوى فولتية RS232؛ والمستقبلات receivers تحول فولتية الإشارات من فولتية RS232 إلى مستوى TTL. جميع السائقات مستقبلات لها أثر الإقلاب على الإشارات. البناء المنطقي لمرفأ RS232 تراه في الشكل10 .



الشكل10 البناء المنطقي لمرفأ RS232.

(ج) عناوين base address للمرفأ المتوالي COM (أي مرفأ RS232)

العناوين base address لل COM1 إلى COM4 ملخصة فيما يلي:

COM1 : 3F8h
COM2 : 2F8h
COM3 : 3E8h
COM4 : 2E8h

عند بداية تشغيل الكمبيوتر أو عند إعادة تشغيله Reset، فإن BIOS (و BIOS هذه هي برنامج) تفحص جميع عناوين RS232 المحتملة. فإذا وجدت أحدها قد جرى تركيبه installed، فإنها تكتب العنوان base address في كلمة بطول بايتين داخل مواقع محددة في الذاكرة. بالنسبة للمرفأ COM1، المواقع هي 0000:0400h و 000:0401 ومن خلال قراءة هذه المواقع، يمكن الحصول على عنوان base address. مواقع الذاكرة لل COM1 إلى COM4 مدرجة فيما يلي

COM1 : 0000:0400h - 0000:0401h
COM2 : 0000:0402h - 0000:0403h
COM3 : 0000:0404h - 0000:0405h
COM4 : 0000:0406h – 0000:0407h

بايت مفيد آخر من مواقع الذاكرة وهو 000:4011h ويخزن في هذا الموقع العدد الكلي للمرافئ COM المركبة installed في الحاسبة. وهذه المعلومة تجدها محتواة في بت3 و بت2 وبت1 من بتات البايت.

bit 3=0, bit 2=0, bit 1=0	no COM port installed
bit 3=0, bit 2=0, bit 1=1	one COM port installed
bit 3=0, bit 2=1, bit 1=0	two COM ports installed
bit 3=0, bit 2=1, bit 1=1	three COM ports installed
bit 3=1, bit 2=0, bit 1=0	four COM ports installed

السيطرة برمجياً Software control

(أ) كيف يمكن الحصول على base address لمرفأ COM

How to obtain the base address of a COM port

البرنامج التالي مكتوب بلغة QBASIC وهو يطبع عدد مرافئ COM المركبة وعناوين base addresses للمرافئ المركبة installed في الحاسب.

السطر 20 يقرأ قيمة البايت المخزون في موقع الذاكرة 0000:0411h باستعمال الأمر PEEK() الذي يقرأ محتوى خلية ذاكرة ذات عنوان سداسي عشر معين ويعيد محتواها بالنظام العشري. البت0 و البت1 والبت2 من البايت تحوي المعلومات حول عدد مرافئ COM ، هذه البتات الثلاثة مركب عليها قناع بواسطة (1+2+3) AND، لنستخلص بمساعدة القناع قيم البتات الثلاثة فقط. السطر 30 يقرأ بايتين من مواقع الذاكرة الماسكة لعنوان base address للمرفأ COM1. الأسطر 40 و 50 و 60 تؤدي نفس الفعل للمرافئ COM2 إلى COM4.

```
10 DEF SEG = 0
20 PRINT " Number of RS232 Ports:     ", (PEEK(&H411) AND (1+2+4)
30 PRINT "Address of COM1:     ", PEEK(&H400) + 256 * PEEK(&H401)
40 PRINT "Address of COM2:     ", PEEK(&H402) + 256 * PEEK(&H403)
50 PRINT "Address of COM3:     ", PEEK(&H404) + 256 * PEEK(&H405)
60 PRINT "Address of COM4:     ", PEEK(&H406) + 256 * PEEK(&H407)
70 INPUT X
```

(ب) كيف تتم تهيئة المرفأ COM

How to initialize a COM port

قبل أن نتمكن من استعمال المرفأ COM يجب أن يتم تشكيله Configured ليتمكن من تمرير الشكل المحدد الذي نريده للبيانات. يتضمن التشكيل إعداد معدل البود baud rate وعدد بتات البيانات data bits وعدد بتات التوقف stop bits وبت فحص التكافؤ Parity check. هنالك ثلاثة طرق لعمل ذلك.

الطريقة الأولى هي باستعمال الأمر MODE من مؤشرة الدوس DOS prompt.

بناء الأمر يكون كالتالي:

```
MODE COM m: baud=b, parity=p, data=d, stop=s, retry=r
```

أو

MODE COM1: b,p,d,s,r

MODE COM!: 96,n,8,1 تشكل المرفأ COM1 لأن يمتلك baud rate بمقدار 9600 وبدون فحص تكافؤ parity check وطول بيانات بمقدار 8بت، وبت واحد للتوقف. وهذا الأمر يمكن أن يضمن في الملف AUTOEXEC.BAT. الشيء الغير حسن في هذه الطريقة أنها لا تسمح للمستخدم أن يغير تشكيلة بيانات التوالي من داخل برنامج المستخدم.

الطريقة الثانية تستخدم مقاطعة البايوس BIOS interrupt, INT14h والتي تسمح للتشكيل أن يتم من خلال برنامج المستخدم. وهذه الطريقة تتطلب أن السجلAH register يحمل بالقيمة صفر والسجل DX يحمل بالرقم من 0 إلى 3 ممثلة للمرفأ COM1 إلى COM4. AL يحمل بشفرة التشكيل initialization code المؤلفة من ثمانية بتات 8-bit.

وظائف البتات البت7 إلى البت0 لهذه الشفرة تراها فيما يلي:

```
BD2  BD1  BD0  PAR1  PAR0  STOP  DA1 DA0

BD2 to 0:      define baud rate bits
               111= 9600  011= 600 110= 4800  010= 300
               101= 2400  001= 150 100= 1200  000= 110
PAR1,0         Define parity check
               00= No parity  10= No parity  01= Odd   11= Even
STOP:          Define stop bit
               0= 1  1= 2
DA1, 0:        Define data length
               10= 7 bit 11= 8 bit
```

للأسف لم يتوفر في المصدر برنامج مكتوب بلغة بيسك QBASIC ولكن يمكن دراسة برنامج تربوباسكال6 التالي لكتابة برنامج QBASIC يحقق نفس الأداء لدالة مؤشرة الدوس MODE COM1: 96, n, 8, 1

```
Procedure initialize;
{COM1:  9600, no parity check, 8 bit data and 1 stop bit}
var   register:registers;
begin
      with register do begin
          ah:=0;                          {load interrupt function number}
          al:=128+64+32+0+0+0+2+1;    {load initialization code, 11100011B}
          dx:=0;                           {COM1 is to be initialized, DX=0 for
                                          COM1, DX=1 for COM2, DX=2 for COM3...}
          intr($14, register);         {Call the BIOS interrupt}
                        end;
end;
```

برنامج مكتوب بلغة تربو باسكال6 يمكن على ضوئه كتابة برنامج QBASIC يصل إلى نفس الغاية.

(ج) كيف يمكن إرسال واستلام بيانات التوالي:

هنالك عدة طرق لقراءة وإرسال بيانات التوالي عبر بينية RS232. أحدها في استعمال أمر الطبع Printer command واستدعاء المقاطعة من BIOS. الأخرى في استعمال الوصول المباشر إلى المرفأ. الطريقة الأخيرة هي الأكثر مرونة لأغراض الإدخال والإخراج I/O العامة. لنأخذ مثالاً للمرفأ COM1. لغرض إرسال البيانات من المرفأ COM1 بإمكانك كتابة البيانات مباشرة إلى سجل مسك الإرسال transmitter hold register، 3F8h. العبارة التالية في لغة QBASIC يمكن استعمالها.

OUT 3F8h, X

X هي البيانات في النظام العشري. لقراءة البيانات من المرفأ COM1، يمكنك قراءة البيانات من مسجل المنطقة الفاصلة 3F8h receiver buffer register والأمر التالي يمكن أن يستعمل:

Y=INP[3F8h] (Y هي البايت الداخل بالنظام العشري decimal)

(د) كيف يمكن كتابة وقراءة البيانات من خلال خطوط المصافحة

How to read and write data via handshake lines

لإخراج البيانات من RTS و DTR يتعين عليك الكتابة إلى بت معين في مسجل السيطرة على المودم modem control register (offset 04h). البت1 والبت0 تنتمي إلى RTS و DTR. وتتطلب العملية عنوان base address للمرفأ COM المختار وحالة RTS و DTR والتي يجب أن تكون إما 1 أو 0.

وعند استعمال إجراء برمجي فإن RTS و DTR تُعكس قبل إخراجها خارج المرفأ. وهذا بسبب الأثر العاكس للإشارة عند استعمال مرسلات مستقبلات TTL/RS232. تستعمل المرسلات مستقبلات لتحويل مستوى الفولتية الخارجة عند الخروج من بيئة الحاسبة.

وعند قراءة خطوط البيانات DSR و CTS و DCD يتعين علينا قراءة مسجل الحالة للمودم (offset 06h).

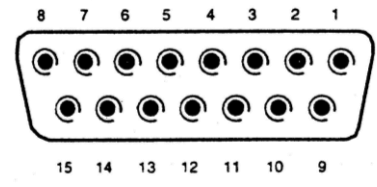
مرفأ الألعاب Game Port

معظم حاسبات المكتب desktop computer تكون مجهزة بمرفأ للألعاب ومن خلاله يمكن توصيل واحداً أو اثنين من عصي القيادة Joysticks. وهو مصمم أساساً لعصا القيادة ويمكن استعماله كذلك لتطبيقات بينية أخرى. المرفأ يوفر أربع خطوط إدخال رقمية four digital input lines وأربع خطوط إدخال تماثلية four analog input lines. خطوط الإدخال الرقمية تقرأ البيانات الرقمية بينما خطوط الإدخال التماثلية تقيس المقاومة. قيمة المقاومة يجب أن تكون من 0 إلى 100 كيلو أوم.

عصا القيادة لها اثنان من المقاومات المتغيرة ذات قيمة 100KΩ موضوعة إحداها إزاء الأخرى بترتيب لتبين قيمة X وقيمة Y لموقع عصا القيادة. وهي تمتلك كذلك اثنان من أزرار الضغط buttons تكون في الحالة الاعتيادية غير موصلة normally-open. الخطوط المناظرة لما ذكرنا مسحوبة إلى المنطق high من خلال الدائرة الداخلية لعصا القيادة Joystick. عندما تضغط الأزرار فإن الخطوط تصبح low.

توصيلات المرفأ Port connector

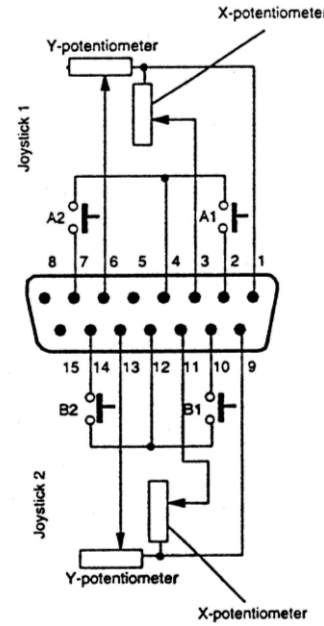
مرفأ الألعاب موضوع في موصل طراز D ذي ثقوب ♀ له 15 طريق 15-way female D type connector. وظائف الثقوب في المرفأ pin-out والتوصيل النموذجي إلى عصا القيادة معطاة في الشكل11.



(a) Game port connector viewed from the back of a pc
Connector type: 15 pin female D-type

Pin functions of the game port

Pins	Name	Description
1,8,9,15	+ 5V	VCC from the pc
4,5,12	GND	Ground
2	BA1	1st button of joystick A
3	AX	X-potentiometer of joystick A
6	AY	Y-potentiometer of joystick A
7	BA2	1st button of joystick A
10	BB1	1st button of joystick B
11	BX	X-potentiometer of joystick B
13	BY	Y-potentiometer of joystick B
14	BB2	1st button of joystick B

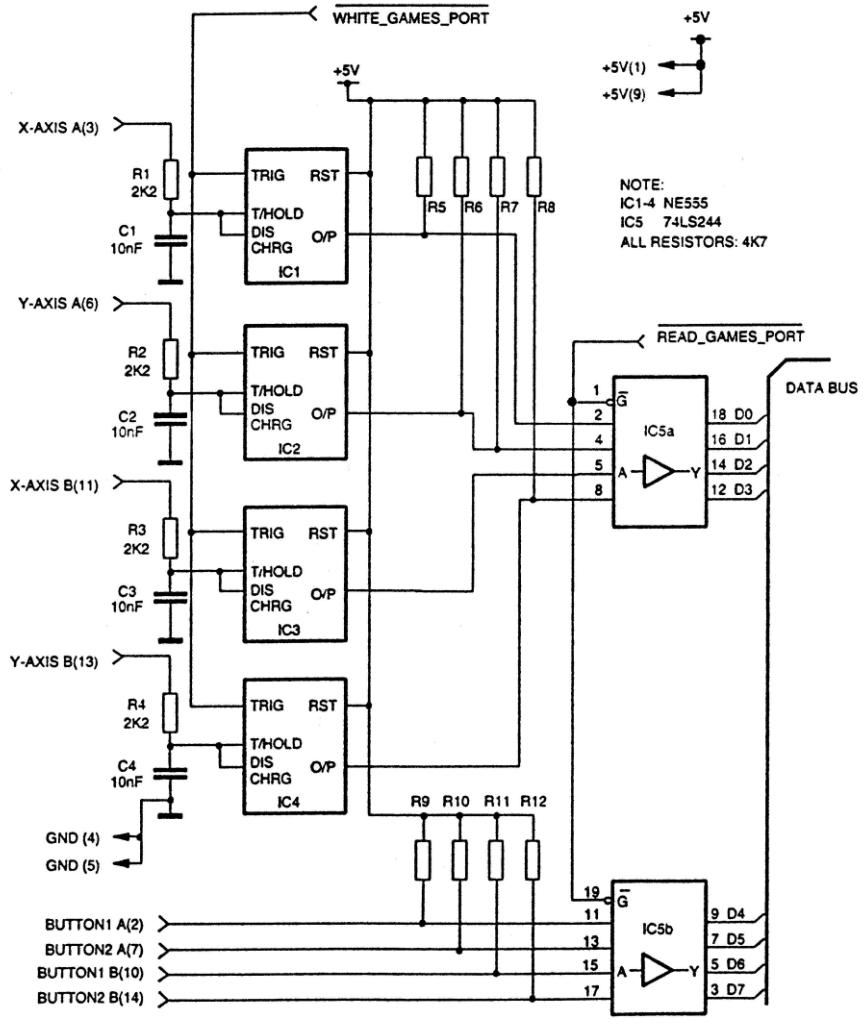


(b) Connection of the port pins to external resistors and switches

الشكل11 يبين نقاط التوصيل الخارجة ووظائف هذه النقاط والتوصيل النموذجي لمرفأ الألعاب.

الدائرة الالكترونية الداخلية (تنظيم العتاد) Internal hardware organization

مخطط الدائرة الداخلية للمرفأ العام معطاة في الشكل12. البناء المنطقي لمرفأ الألعاب تجده في الشكل13. بالإمكان أن ترى أن بتات البيانات الثمانية 8-bit data لناقل البيانات data



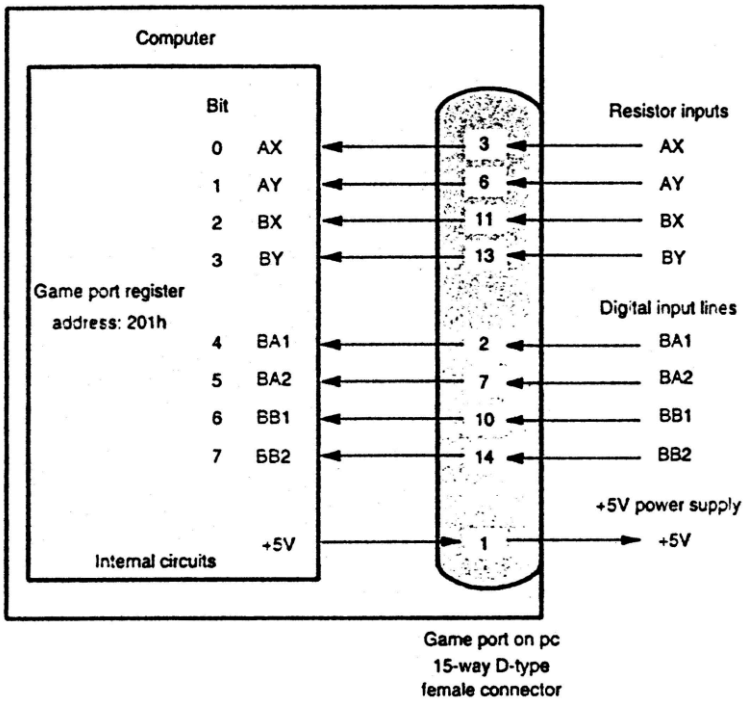
الشكل12 مخطط الدائرة الالكترونية لمرفأ الألعاب Generic game port.

bus أربعة منها تأتي من أربع متكاملات نوع NE555 ثم عبر المتكاملة IC5a وأربعة أخرى من نقاط الدخول في أسفل المخطط.

حالة الدخول للأزرار الأربعة مسحوبة إلى 5V+ بواسطة مقاومات Pull-up resistors.

المرفأ موصل إلى مرفأ الإدخال والإخراج في وحدة المعالجة المركزية CPU I/O الذي يمتلك العنوان 201h. وظائف البتات من بت7 إلى البت0 تراها فيما يلي:

```
BB2  BB1  BA2  BA1  BY  BX  AY  AX

BB2, BB1, BA2 and BA1:      digital input lines
BY, BX, AY and AX:          monostable output status
```



الشكل13 البناء المنطقي لمرفأ الألعاب الموجود على الحاسبة.

يمكن فحص حالة كل من BB2 و BB1 و BA2 و BA1. قياس المقاومات لها قيم تقريبية. دوائر الاطلاقة الواحدة ترتكز على المتكاملة المعروفة 555. الخارج من 555 يكون في

– الحالة الاعتيادية واطئ normally low. عند كتابة بايت إلى المرفأ 201h فإن WRITE-GAME-PORT تذهب في الاتجاه الواطئ لفترة زمنية قصيرة. حافة الإشارة الهابطة إلى low تقدح مذبذبات الاطلاقة الواحدة الأربع والخطوط By و BX و AY و AX تصبح 1. مذبذب الاطلاقة الواحدة monostable يمتلك متسعة 10nF، حيث تشحن عبر مقاومة 2.2K على لوح المنسبة Adapter board والمقاومة المتغيرة داخل عصا القيادة. إذا ما ارتفعت فولتية المتسعة أكثر من حد معين، يصبح الخارج صفر من مذبذب الاطلاقة الواحدة. الفترة التي يستمر فيها الخارج بمقدار1 تتحدد من خلال قيمة المقاومة الخارجية، إذ إن قيم المتسعة والمقاومة الداخليتين ثابتة. الفترة الزمنية time interval والمقاومة الخارجية تستخرج من المعادلة التالية:

$$\text{Resistance}(\Omega) = \frac{\text{Time interval}(u\ S) - 24.2uS}{0.011}$$

القيمة الزمنية Time interval ممكن أن تتغير ضمن المدى 24.2uS بالنسبة لمقاومة خارجية تبلغ صفر، و 1124uS لمقاومة 100KΩ. على أي حال فإن الشك وعدم التأكد من قيم المتسعة الداخلية والمقاومة يجعل المعادلة باطلة.

عملياً يمكن إجراء تعيير يتضمن قياس الفترة الزمنية للإطلاقة الواحدة عندما تكون المقاومة صفر وعندما تكون 100KΩ بالضبط.

بعض منسبات الألعاب game ports adaptors على الحاسبات تدعم فقط Joystic A. في هذه الحالة تتوفر فقط اثنان من قنوات Channels المقاومات Resistance واثنان من قنوات الإدخال الرقمية digital input channels.

السيطرة برمجياً Software Control

في لغة البرمجة QBASIC هنالك تعليميتين tow instructions مخصصة إلى Game port. الأولى هي الدالة STICK(X) والأخرى هي الدالة STRIG(X). بالنسبة للدالة STICK فإن X ممكن أن تأخذ قيماً مثل 0 و 1 و 2 و 3 وهي تستعمل لقراءة المقاومات المتغيرة X و Y لعصا القيادة A و B.

X= 0 read X coordinate of Joystick A
X =1 read Y coordinate of Joystick A
X =2 read X coordinate of Joystick B
X =3 read Y coordinate of Joystick B

عند استعمال هذه التعليمة، يتعين علينا أن نستدعي STICK(0) أولاً قبل أن نستدعي STICK(1) أو STICK(2) أو STICK(3). الدالة STICK تعيد القيمة المناظرة coordinate value للمقاومة المتغيرة والتي تتغير من 6 للمقاومة صفر إلى حوالي 150 لمقاومة 100KΩ.

الدالة STRIG(X) تعيد القيمة 1 إذا كانت الحالة True (يعني الزر مضغوط). وتعيد القيمة 0 إذا كانت الحالة not true (يعني الزر غير مضغوط). X ممكن أن تأخذ قيم من 0 إلى 7 ويستعمل لاختيار زر محدد من أزرار عصا القيادة.

x=0 1st button of joystick A was pressed since last STRIG(0)
x=1 1st button of joystick A was currently pressed
x=2 1st button of joystick B was pressed since last STRIG(2)
x=3 1st button of joystick B was currently pressed
x=4 2nd button of joystick A was pressed since last STRIG(4)
x=5 2nd button of joystick A was currently pressed
x=6 2nd button of joystick B was pressed since last STRIG(6)
x=7 2nd button of joystick B was currently pressed

برنامج QBASIC التالي يطبع ما يناظر قيم X و Y لعصا القيادة A على الشاشة ويرينا حالة الزرين Two buttons.

```
10 dummy=STICK(0)
20 print "Coordinate of X: ", STICK(0)
30 print "Coordinate of Y: ", STICK(1)
40 print "Current status of 1st button:  ", STRIG(1)
50 print "Current status of 2nd button: ", STRIG(5)
60 end
```

الخلاصة

يتم رصف مواقع الذاكرة في الحاسبة بشكل متسلسل، وجرت العادة على كتابة التسلسلات بالنظام السداسي عشر أو ما يكافئه بالنظام العشري. هذه التسلسلات تسمى عناوين ويمكن الوصول إليها وقراءة محتواها أو الكتابة فيه من خلال العنوان عن طريق Poke و Peek.

مواقع الذاكرة على نوعين نوع نكتب فيه البيانات ونمحوه متى شئنا وعمله يشبه التدوين على الورق. النوع الثاني من مواقع الذاكرة يتصرف فيه كل بت ضمن البايت الموجود على موقع الذاكرة كأنه مفتاح تشغيل–إطفاء لجهاز معين من أجهزة الحاسبة، أو إن قيمة هذا البت تبين حالة جهاز معين من أجهزة الحاسبة.

لذلك عندما نغير وضع بتات البايت المخزون في موقع ذاكرة كأن نخزن بايت جديد نكون قد غيرنا في عمل الأجهزة داخل الحاسبة. كيف يمكن معرفة النوع الثاني من مواقع الذاكرة وعمل كل موقع ؟ يتعين على المصنع والشركة التي أنتجت نظام التشغيل (من أنظمة التشغيل وندوز ودوس) أن يجهزا الزبون بخارطة ذاكرة يظهر فيها عمل كل موقع أو مجموعة مواقع، وكان هذا هو الحال مع الحاسبات التي سبقت IBM. ولكن مع حاسبات IBM لم تتيسر لنا خارطة ذاكرة إما لقلة المصادر أو لأن مواقع الذاكرة المفيدة نجدها قد أدرجت في كتب تتضمن تطبيقات خاصة بها مثل المقال السابق.

وهذا المنحى يعكس رغبة المصانع والشركات في جني أكبر قدر من الأرباح عن طريق بيع المعلومات أو إدراجها في مؤلفات لبيعها إلى أوسع شرائح الناس. بينما في السابق كانت المصانع تقدم كل المعلومات لكسب أكبر قدر من مستعملي الحاسبات التي ينتجوها.

الموضوع السابق يجب أن يقرأ بشكل شامل ولعدة مرات حتى ترتسم في ذهن القارئ صورة للمرافئ ومجاميع البيانات فيها وتصبح هذه المرافئ واضحة وما هو النافع منها، مثل طرقات الحي الذي نسكن فيه، ويمكن للقارئ أن يسجل على ورقة صغيرة المرافئ وعناوينها ويضعها أمامه عند التفكير في مشروع معين بدلاً من تكرار تقليب صفحات المقال. لابد إنك قد لاحظت أن كاتب المقال يستعمل أسماء البنات Pins بدلاً من أرقامها هذا لأن أرقامها تختلف حسب نوع الموصل D25Pin أو Centronic 36Pin وبما إن النوع ذو 36 Pin لم يعد مستعملا هذه الأيام يمكنك إذا رغبت أن تضع الأرقام بجوار الأسماء لسهولة الفهم بدلاً من الرجوع إلى مخطط الوظائف، كذلك مع RS232 فهي متوفرة بـ 25 pins و 9 pins وقد أصبحت RS232 ذات 25 pins نادرة هذه الأيام لذا يمكن اعتماد

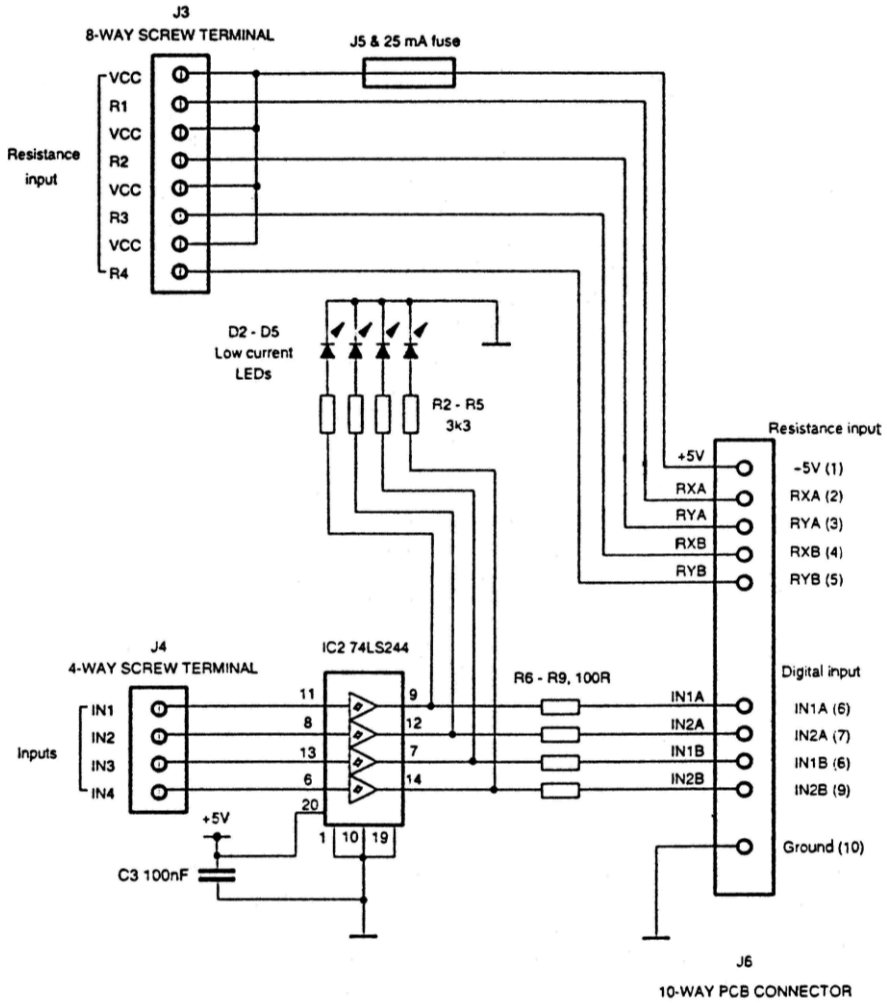
النوع ذو 9 pins ووضع الأرقام بجوار الأسماء. الأرقام تجدها مكتوبة على القابس والمقبس عند شراءها قرب الدبابيس ويمكن ملاحظتها بوضوح وإن كانت صغيرة الحجم.

مع القرص المرفق ستجد برنامج Parallel monitor يبين حالة المخارج لمرفأ الطابعة ولغاية أربعة مرافئ، إن كانت مركبة على الحاسبة ويمكن تغيير حالة أي بن Pin من بنات المرفأ، وفي البرنامج العديد من الخيارات، وهو ممتاز لمن يروم كتابة برنامج للمرفأ المتوازي.

عند تنفيذ البرامج القصيرة السابقة المكتوبة في QBASIC سنجد إن ناتج التنفيذ يختلف فيما إذا كان نظام التشغيل الذي تعمل في ظله QBASIC هو DOS أوندوز 95 أو وندوز 98 أو وندوز XP. وهذه الاختلافات متوقعة إذ إن برامج قيادة المرافئ لـ QBASIC لا تعمل مع نظام XP.

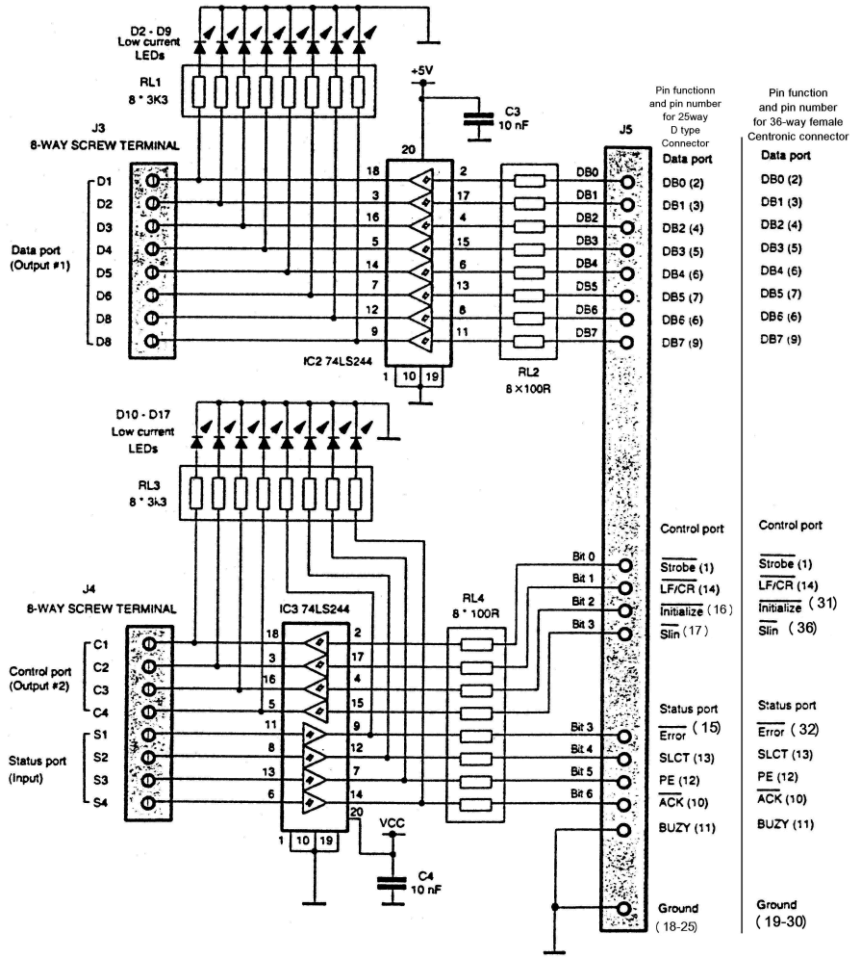
ويمكن لنا أن نأخذ العناوين مباشرة من Device manager ووضعها في التطبيق (البرنامج)، أو برمجة التطبيق بحيث يمكن التنقل بين عناوين المرافئ وملاحظة أي عنوان سيعمل، وهذا تلافياً لتوقف التطبيق عن العمل.

فيما يلي تجد مخططات ثلاثة أنواع من ألواح البيان كل لوح يوصل إلى المرفأ الخاص به مثل المرفأ المتوازي (مرفأ الطابعة) أو المرفأ RS232 أو مرفأ الألعاب حسب الحاجة. هذه الألواح ممكن أن تبنى في المنزل ومن خلالها يمكن مراقبة الحالة التي عليها مخارج ومداخل المرفأ. وبذلك يمكن تطوير البرنامج الذي نكتبه ونلاحظ أثر ذلك على لوح التجريب Experimental board للمرفأ، أو نضع البيانات على المداخل المقصودة للمرفأ وسنشاهد وجودها عيانا من خلال المبينات الضوئية. في الواقع لا يمكن الاطمئنان إلى برنامج دون أن نتأكد من أداءه بمساعدة لوح التجريب، بالإضافة إلى هذا يوفر اللوح الحماية للمرفأ من التلف عند حدوث الأخطاء أو الدورة القصيرة، وبعد الاطمئنان إلى صحة التوصيلات وعمل الجهاز الموصل إلى المرفأ يمكن رفع لوح التجريب وتوصيل الجهاز الخارجي إلى المرفأ مباشرة.

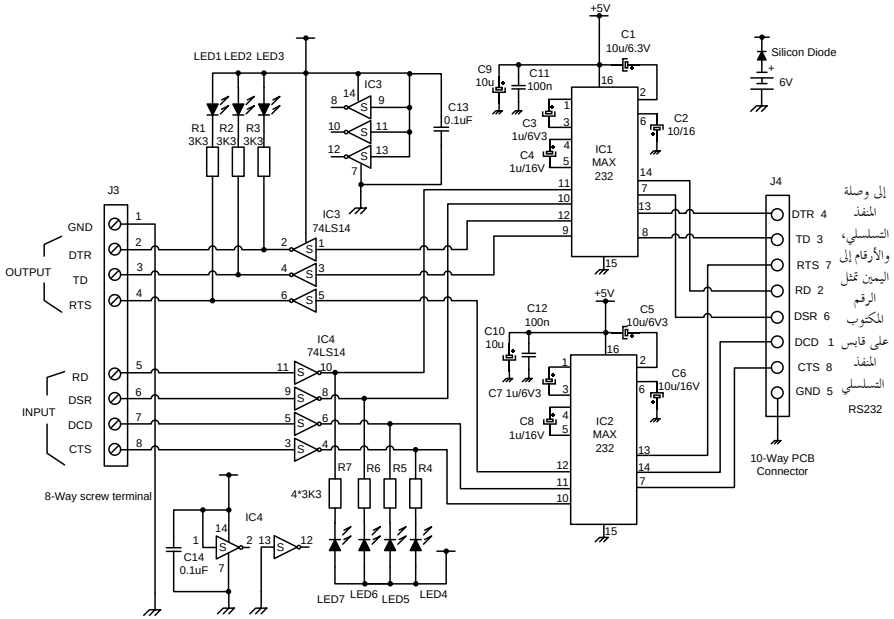


مخطط لوح تجارب لمرفأ الألعاب وعوضاً عن بناء مجهز قدرة 5V لتغذية اللوح وما يتطلبه من محولة وما إليها، يمكن استعمال بطارية 6V من أربع بطاريات قلم ذات 1.5 V وتوصيل ثنائي من السيلكون عبر الطرف الموجب في الاتجاه الأمامي، انحدار الجهد البالغ 0.7V على طرفي الثنائي يجعل الفولتية الكلية الخارجة من البطارية تبلغ تقريباً 5.4V وبذلك يصبح جهد اللوح عائماً وأكثر أماناً من محولة القدرة.

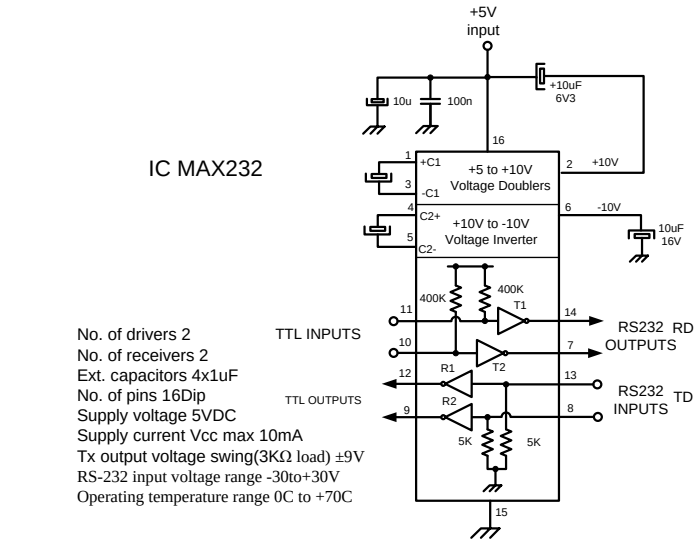
جميع مكونات هذه الألواح متوفرة في السوق المحلية؛ وقد راعيت عند تقديم المخططات تصحيح الأخطاء التي كانت في المصادر.



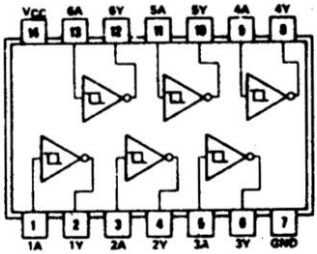
لوح التجارب الخاص بالمرفأ المتوازي (مرفأ الطابعة) وتجد إلى اليمين التوصيلات التي تذهب إلى المرفأ خلف الحاسبة، وأرقام النقاط المؤشرة إزاءها إلى اليمين ما يناسب الموصل السنتروني القديم وإلى اليسار ما يلاءم الموصل الحديث طراز D.

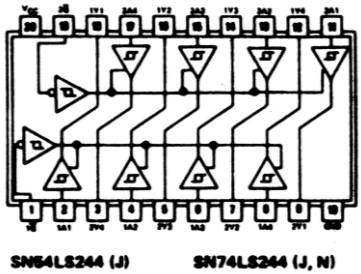


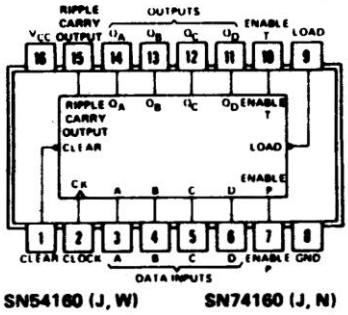
لوح التجارب للمنفذ التسلسلي RS232 ويستعمل اثنان من المتكاملة MAX232 والغاية منها تحويل مستوى الفولتية TTL إلى مستوى الفولتية للوصلة RS232 وهذه العملية للإشارات الداخلة والخارجة. المتكاملة MAX232 تتضمن في داخلها مجهز قدرة مفتاحي يحول فولتية التجهيز للمتكاملة 5V+ إلى 9V+ و 9V- تستعمل المتكاملة هذه الفولتية الجديدة لسوق إشارات الوصلة RS232.



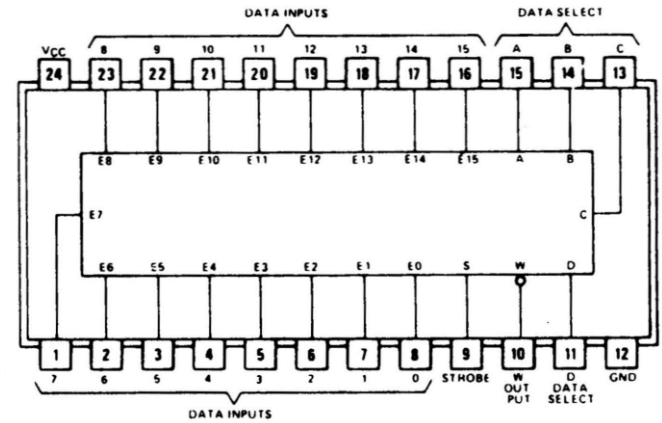
مخطط يبين الأجزاء الداخلية للمتكاملة MAX232 ووظائف هذه الأجزاء مع المواصفات العامة للمتكاملة.



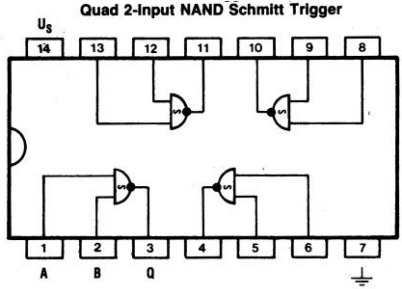




SN54150 . . . J OR W PACKAGE
SN74150 . . . J OR N PACKAGE
(TOP VIEW)

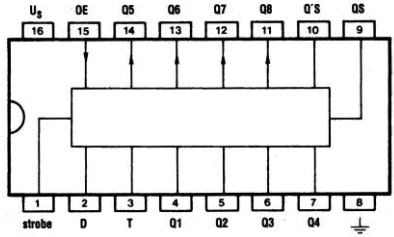


Quad 2-Input NAND Schmitt Trigger



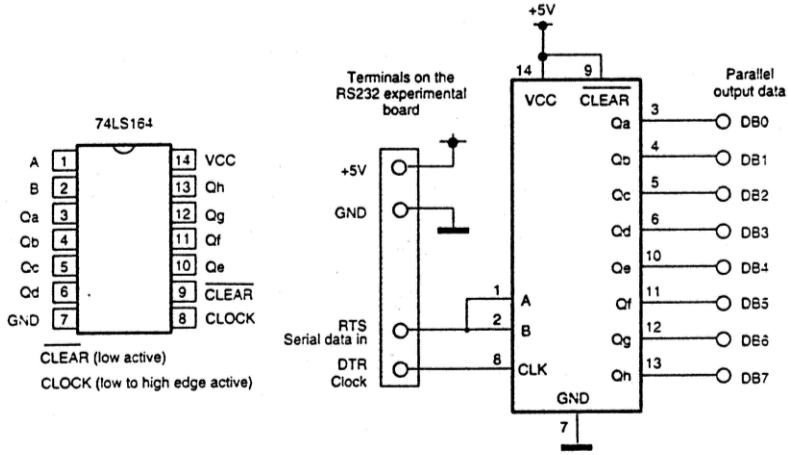
A	B	Q
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

8-Bit Universal Bus Register

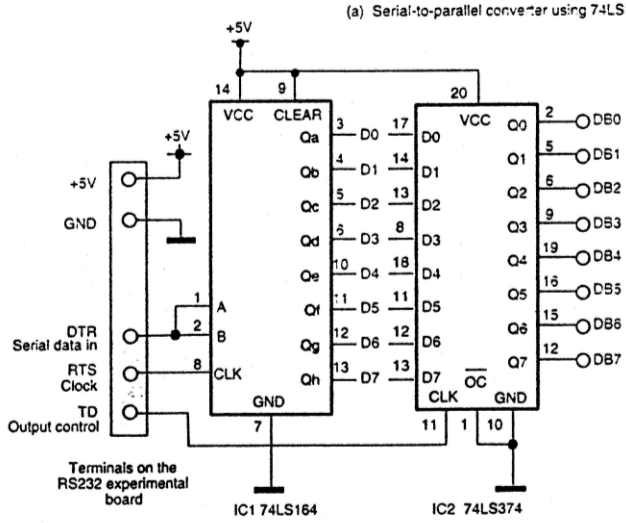


T	OE	strobe	data	Q1	Qn	QS	Q'S
∫	L	X	X	Z	Z	Q7	Q'S
l	L	X	X	Z	Z	QS	Q7
∫	H	L	X	Q1	Qn	Q7	Q'S
∫	H	H	L	L	Qn-1	Q7	Q'S
∫	H	H	H	H	Qn-1	Q7	Q'S
l	H	H	H	Q1	Qn	QS	Q7

دائرة بليدة لا يزال يضعها الانكليز في مصادرهم



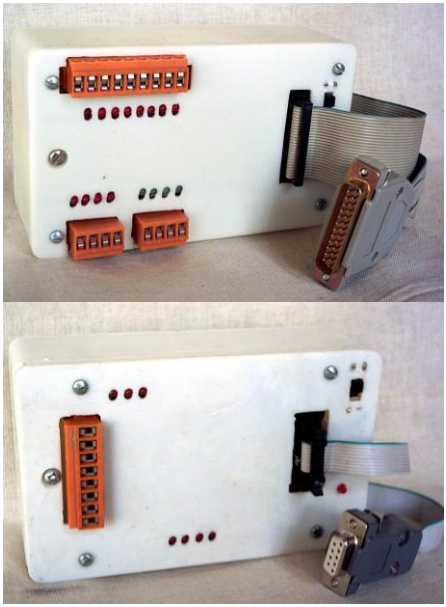
(a) Serial-to-parallel converter using 74LS164



(b) Serial-to-parallel converter using 74LS164 and 74LS374

دائرة للتحويل من البيانات المتوالية إلى البيانات المتوازية؛ هذه الدائرة تفترض عدم وجود ناقل للبيانات المتوالية RS232 في الحاسبة، وكنا في السابق نستعمل هذا التكنيك مع الحاسبات

القديمة التي لا تمتلك مخارج كافية للبيانات كأن يكون مخرج واحد من 8-bit أو مخرج من 4-bit فقط. حيث نختار أحد البتات ليصبح مخرجاً للبيانات، ونكتب برنامجاً يخرِّج كل بايت بت تلو البت من المخرج الذي اخترناه. وهي عملية ليست بالصعبة رغم بطئها الشديد والتطبيق العملي لها في برمجة الذاكرات من نوع EPROM. المخطط يبين كيف يمكن بلوغ هذه الغاية باستخدام المتكاملة 74LS164 ولتفادي الأرقام العشوائية التي تظهر على بتات الخارج عند تعبئتها بالبيانات المتوالية نضع المتكاملة 74LS374 ذات الزلاقات ليتم تغيير الرقم دفعة واحدة بعد تمام تعبئته. يتم تخريج البيانات من DTR ويزاح مسجل الإزاحة بواسطة RTS وعند تمام تخريج البايت يعطي الخارج TD إشارة السيطرة لعرض البايت. وهذه الإشارات جميعاً تساق بواسطة برنامج نحن نكتبه، لاحظ إن الدائرة تغذى بإشارات TTL أي يتعين استعمال لوح التجارب الموصوف فيما سبق لتنسيب فولتية RS232 إلى فولتية TTL. هذه الدائرة لتدريب الطلاب الجدد ليس إلا.



إلى اليسار تجد صورتين للوحي التجارب الخاصة بكل من مرفأ الطابعة المتوازي الصورة العليا، ومرفأ البيانات المتوالي الصورة السفلى. وقد بنيت من مواد محلية غير مكلفة؛ والفائدة المتأتية منها لا تقدر بثمن. وضع في داخل الحاوية البلاستيكية أربع بطاريات صغيرة تغنينا عن بناء مجهز قدرة منفصل.

خاتمة

من الموضوع السابق نجد إن إخراج المعلومات وإدخالها إلى الحاسبة سهل وميسور، صحيح إنه يقتضي قراءة وفهم المقال السابق ولكن جميع ما ورد في المقال السابق في متناول اليد وبلا مقابل.

نظام التشغيل وبيئة البرمجة مثل QBASIC أو Visual basic متوفرة، الأدوات اللازمة مثل المتكاملات ونحوها نجدها في السوق المحلية، والمعلومات حولها تجدها في الكتب المنهجية للطلاب وغير المنهجية على منصات بيع الكتب في كل مكان.

يعني عندما يروم شخص بناء مشروع الكتروني ويتطلب أن يقرأ المعلومات الخارجة منه أو أن يمرر إليه معلومات سيتيسر له ذلك بقليل من العمل الدءوب.

إلا إن منفذ USB قد ظهر في الفترة الأخيرة وأصبح من أكثر المنافذ شعبية، وما كان ذلك إلا باتفاق منتجي تجهيزات الحاسب ومنتجي البرمجيات على مواصفات للتخاطب معينة.

ونحن الآن قد نفكر كيف يمكن تمرير واستقبال المعلومات عبر هذا المنفذ ؟، خاصة وإن الحاسبات المحمولة أصبحت لا تحتوي إلا على هذا المنفذ، وشيئا فشيئا نجده حاضرا أكثر فأكثر على الحواسيب المكتبية.

المسلك أو المسرى أو كما يسمى المنفذ USB ولكي يتصل مع أجهزة طرفية أخرى سواء كانت حاسبات، أو أجهزة صناعية، أو تطبيقات هواة، يتعين عليه أن يستعمل تخاطبية خاصة به. وتخاطبية تعني بروتوكول للاتصال وأمور أخرى، هذه التخاطبية تكون موضوعة في برنامج القيادة للمنفذ Driver. ونحن حتى إذا شئنا أن نبني تطبيق للهواة مثلاً أو أن نقرأ المعلومات من هذا التطبيق عبر المنفذ USB، يتعين علينا أن نشتري متكاملة (رقاقة Chip) ونضعها بين المنفذ والتطبيق على نفس لوح التطبيق وأن تكون هذه الرقاقة تدعم التخاطبية مع USB، ثم نشتري ترخيص يسمى معرف البائع Vendor ID بمبلغ 1500$ أو نحوه (حتى يقبل نظام التشغيل

التخاطب مع الرقاقة) ثم دورة تدريبية من بائع الرقاقة لمعرفة كيف يمكن الاستفادة من الرقاقة وبرمجتها بين المنفذ والتطبيق حتى يمكن تشغيل التطبيق.

هذه العملية لا بأس بها إذا كانت لنا المقدرة على الإنتاج بكميات كبيرة والتسويق. ولكن كيف مع تطبيق قد نبيع منه قطعة أو قطعتين.

ويمكن شراء منسبة Adapter موجودة الآن في أسواقنا وبسعر مناسب، تحول المنفذ USB إلى أحد المنافذ التقليدية RS232 أو المنفذ المتوازي Parallel port (منفذ الطابعة). لكن هذه المنسبة مصممة لربط أجهزة محددة مثل مجموعة من الطابعات أو أجهزة الستلايت أو الأجهزة المشابهة.

أما الفنيين المتقدمين فيمكنهم استعمال المتحكمات المايكروية من شركة Microchip، وكما معلوم فإن أسعار هذه المتحكمات متواضع والشركة تقدم كامل الدعم الفني والمعلومات على موقعها مجاناً. وبعض أنواع هذه المتحكمات تدعم عملية الاتصال مع USB، ومن خلالها يمكن بناء تطبيق بكلفة معقولة وبدون تعقيد.

الطريقة التي قدمناها لمعرفة عناوين المرفأ المتوازي وإرسال واستقبال البيانات إلى أقسامه الثلاثة (مرفأ البيانات ومرفأ السيطرة ومرفأ الحالة) كانت طريقة ناجحة من خلال بيئة البرمجة QBASIC داخل أنظمة التشغيل DOS أو Windows -95 أو Windows-98. لكن المحزن إنها لا تعمل داخل نظام التشغيل Windows-XP، أي إن QBASIC لا يستطيع إدخال أو إخراج البيانات إلى مرفأ الطابعة وهو داخل بيئة مؤشرة الأوامر لنظام التشغيل Windows-XP؛ لهذا سنكتشف إن البرامج التي كانت تعمل تحت نظام التشغيل Windows-98 لا تعمل تحت نظام التشغيل Windows-XP حتى لو كانت على شكل ملفات تنفيذية قدمتها لنا بيئة البرمجة QBASIC.

لماذا ما السبب في هذا ؟

السبب إن نظام التشغيل Windows الإصدار الخاص بـ 32bit لا يتضمن برنامج قيادة drive لمرفأ الطابعة، أي إن API المضمنة في Windows-32 bit ليس من ضمنها برنامج لقيادة عتاد الإدخال والإخراج I/O للمرفأ المتوازي. لذا يتعين علينا أن نوفر برنامج قيادة للمرفأ المتوازي، وبعبارة أخرى نحتاج إلى بيئة برمجة مضمن فيها برنامج قيادة للمرفأ ليمكن الوصول إليه وتمرير البيانات من خلاله.

نتفحص بيئة البرمجة VB6 نجدها تتضمن الكائن MS-COM control 6 (ويمكن الوصول إليه من خلال القائمة Project ثم Components ثم نبحث عنه في القائمة ونضع أمامه علامة الاختيار). الكائن COM يسهل لنا استعمال المرفأ المتوالي RS232، وسنجد ضمن خصائصه في نافذة الخصائص Properties، جميع ما قرأنا في المقال السابق ويمكن حينئذ الاستفادة منه لإخراج البيانات بصيغة التوالي، واستعمال الدائرة الموصوفة سابقاً لتحويل البيانات من التوالي إلى التوازي (إن رغبنا في ذلك).

وتبقى نفس المشكلة كيف يمكن إخراج وإدخال البيانات عبر مرفأ الطابعة ؟

أحد الأجوبة تتمثل في استعمال بيئة البرمجة Liberty BASIC الرائعة التي قدمتها لنا مجلة الرائد الرقمي في إصدارها الرابع، هذه البيئة تمكننا من استعمال جميع خبراتنا التي تعلمناها ضمن لغة بيسك القياسية Standard BASIC، أيام الثمانيات عندما كانت الحاسبات صخر والوركاء وشارب دون أن نضطر إلى إعادة تعلم البرمجة (وإن كنا قد فعلنا ذلك وهو حالنا مع كل منتج جديد لبيئة برمجة تنتجه مايكرو سوفت)، وهي لغة برمجة سهلة خالية من الاحتكار وتعتبر في نظري امتداد وتطور للغة بيسك القياسية بالإضافة إلى إمكانية استعمال النافذة و(الفورم) وأزرار الأمر وغيرها من الكائنات المرئية، ناهيك عن سرعتها العالية (وإن كانت أبطأ من QBASIC) وإمكانية الاستفادة من API الموجودة في وندوز وبإمكانها أن تصنع ملف تنفيذي يمكن تنصيبه على أي حاسبة ليعمل مستقلاً دون الحاجة إلى بيئة البرمجة، بالإضافة إلى الميزة الممتازة الأهم في إمكانية الوصول إلى عتاد المرافئ والكتابة–في والقراءة–من المرفأ

المتوازي تحت نظامي التشغيل Win95/98/ME و WinXP. وإن البيئة ككل تحتوي على نظام للتعليمات help متكامل يستعين به المستخدم.

بعد تنصيب بيئة البرمجة Liberty BASIC قم بإدخال رقم التسجيل (الاسم وكلمة السر) المرفقة لتحصل على الرخصة الذهبية للتشغيل وبدون هذه الرخصة لا يمكن الوصول إلى المرافئ أو إنشاء ملف تنفيذي. ثم قم بتفعيل خيار إظهار الملفات المخفية من خلال File Options ضمن نظام التشغيل Windows. بعد ذلك ستجد في نهاية مسار التنصيب مجلد اسمه ntport في داخله توجد الملفات التالية :

ntport.dill	(Application Dynamic Link Library)
zntport.sys	(Windows NT/2000/XP driver)

Win95/98/ME

عند تنصيب Liberty BASIC تحت نضام التشغيل Win95/98/ME يتعين عليك وضع الملف ntport.dll في نهاية المسار Windows \ System. وليس ثمة حاجة إلى استعمال الملف zntport.sys.

Windows NT/2000/XP

عند تنصيب Liberty BASIC تحت نظام التشغيل Windows NT/2000/XP، يتعين عليك وضع الملف ntport.dll في نهاية المسار WinNT\system 32 ووضع الملف zntport.sys في نهاية المسار WinNT\System32\Drivers وانقر نقرة مزدوجة على الملف ntport2.reg وتجده في المجلد ntport. أعد تشغيل وندوز.

إذا كان بحوزتك لوح التجارب الموصوف قم بوصله إلى مرفأ الطابعة، وأدرج البرنامج التالي؛ وحتى يمكنك مشاهدة واستعمال حروف اللغة العربية أنقر على القائمة setup ثم Editor font واختر الفونت Arial، ومن قائمة Script اختر Arabic.

```
' To See the Arabic fonts go to setup menu > Editor font then choose Arial Font and Arabic Script
' الألكترونيات الإصدار الخامس/ تطبيقات صناعية
'برنامج إخراج البيانات من مرفأ الطابعة داخل نظام التشغيل أكس بي ومراقبة عملية الإخراج من خلال لوح التجارب
OUT 888, 0 'مرفأ البيانات
OUT 890,0 'مرفأ السيطرة
'تظهر الأصفار في مرفأ السيطرة كواحدات عدا البت ٣ لأنه معكوس ويجب أن يؤخذ بنظر الاعتبار
For A = 0 to 255
FOR D = 0 to 100: NEXT D
' الغاية من السطر السابق إحداث تأخير مناسب ليتيسر لنا مشاهدة التغيير على مهل
OUT 888, A
Print A
NEXT A
FOR C = 0 to 16
OUT 890, C
PRINT C
NEXT C
END
```

ثم انقر RUN لتشغيل البرنامج، يجب أن ترى المبينات الضوئية لِلَوح التجارب تضئ، مبينات مرفأ البيانات 888_D ومبينات مرفأ الحالة 890_D وستجد عند إدخال صفر إلى مرفأ الحالة أن المبينات مضيئة عدا واحداً وهذا لأن جميع المخارج في حالة صفر والواحد المختلف يُعكَس داخل الحاسبة بعد التصفير، ويجب أن يؤخذ بنظر الاعتبار عند استعمال المرفأ.

ما الذي بقي لا نعرفه ؟

جميع ما بيناه في الموضوع السابق يرتكز إلى المرفأ المتوازي النوع القياسي Standard parallel port SPP. ومنذ أن أطلقت IBM الإنتاج المطور من الحاسبات PS/2 حتى توالت التطويرات على المرفأ وطبعاً تبعتها في ذلك مصانع الحاسبات ومصانع البطاقات الإضافية التي نقتنيها لنركبها كمرافئ إضافية.

وعند بداية إقلاع الحاسب boot وضغط زر DEL سندخل إلى لوحة الإعدادات Setup لعتاد الحاسب، ومن تلك اللوحة يمكن اختيار نوعية المرفأ المتوازي المركب أصلاً في الحاسبة وذلك من خلال خيارات المرفأ المتوازي Parallel المتوفرة :

SPP= Standard parallel port المرفأ المتوازي القياسي

PS2= Based on Micro channel Architecture. وهذا البناء ينقل البيانات عبر ناقل للبيانات ذو ١٦ بت و ٣٢ بت.

EPP= Enhanced parallel port bidirectional PP operation

Version 1.9
Or Version 1.7

المرفأ المتوازي المحسن الذي يمكن استعماله كمرفأ ذو اتجاهين لتمرير البيانات

ECP= Extended capabilities port, bidirectional DMA mode.
Use DMA to 3
Or Use DMA to 1

ECP+EPP= Normal speed operation in two-way mode.

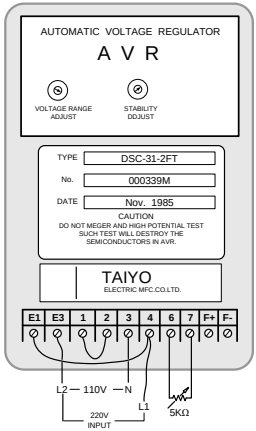
لاحظ إن المرفأ ذو الاتجاهين يمكن تمرير البيانات خلاله بأي اتجاه نرغب.

كيف يمكن تغيير اتجاه المرفأ برمجياً ؟ هذا السؤال لم تتوفر عليه الإجابة بعد. ونأمل في القريب بإذن الله أن يتوفر تحت اليد المصدر الملائم.

للفنيين الشجعان

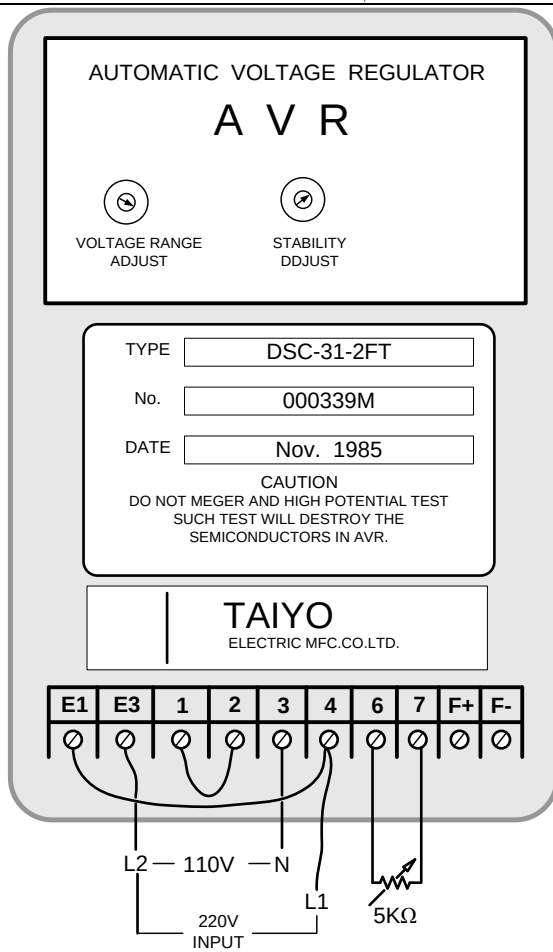
تفاصيل البناء الكاملة لمنظم فولتية المولدات AVR تايو

TAIYO – AVR

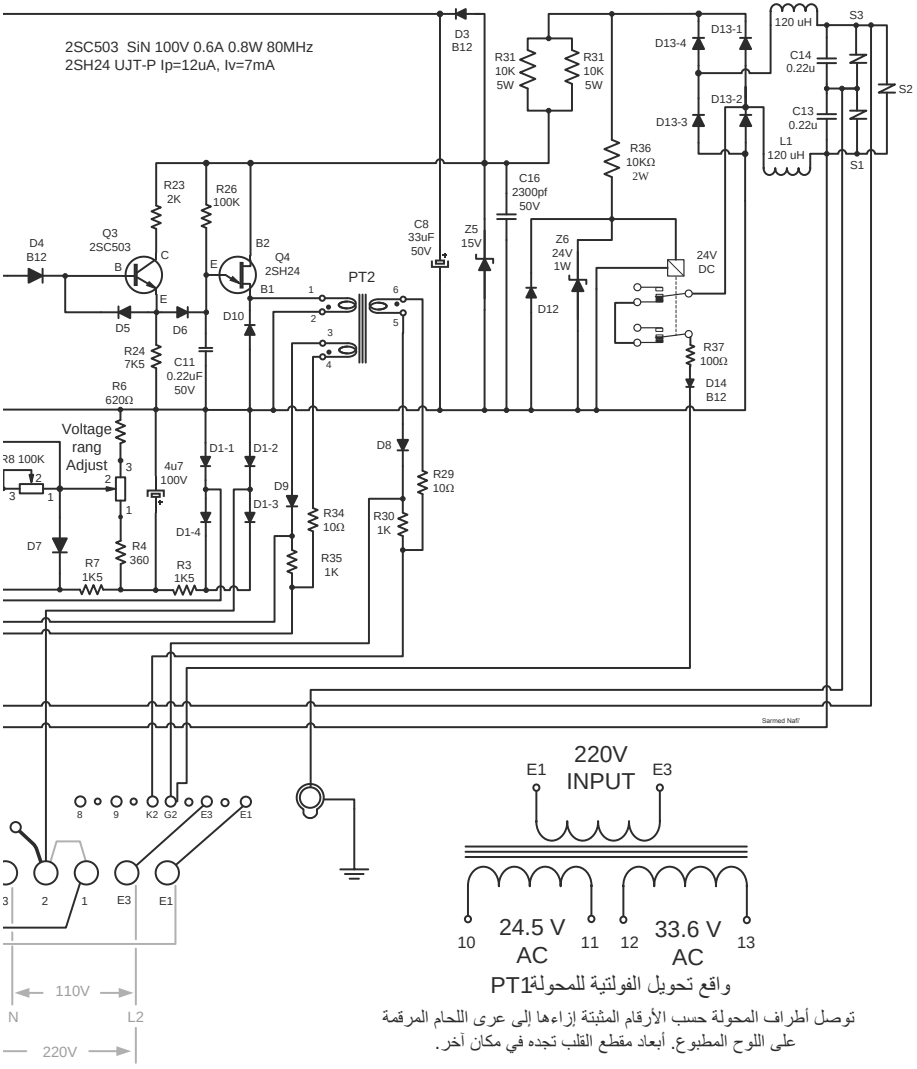


قبل فترة ليست بالقليلة طلب مني السيد محمد (أبو فراس) أن أستخرج المخطط الخاص بمنظم الفولتية الياباني المنشأ TAIO الذي ترى صورته إلى يسار هذا الكلام. وقد قيل لي إن أداءه مع نوع محدد من المولدات لا يعلو عليه أداء، ويتعذر تشغيل المولدة بشكل مقبول مع الأنواع الأخرى من المنظمات. المنظم موضوع في علبة معدنية متقنة الصنع لها حواف معتنى بها ومطلية بطلاء مقاوم للخدش رمادي اللون لامع؛ وما أن ترفع الغطاء حتى ترى جانب اللحام للّوحَة الالكترونية ذات الطبقتين من التوصيلات. وقد قمت بالفعل برسم المكونات على اللوح مع التوصيلات للجانبين كل بلون يختلف عن الآخر، ولم تتاح لي الفرصة في وقتها لاستخراج المخطط من الرسم الذي تم إنجازه بالقلم الرصاص، ولم أتمكن من تقديم الرسم إلى صاحبه أو استنساخه له؛ إذ لم يكن في وقتها استنساخ ملون أو طابعات ملونة كما هو الحال هذه الأيام.

اليوم أتممت ما كنت قد بدأت به سترى على الصفحة القادمة المخطط الذي جرى استخراجه كاملاً ثم الواجهة الأمامية مكبرة تليها صورة للوح الذي رسم بالقلم الرصاص كما هو للاطلاع. ستجد كل ما تحتاجه على المخطط المكونات الداخلية وتوصيلاتها.

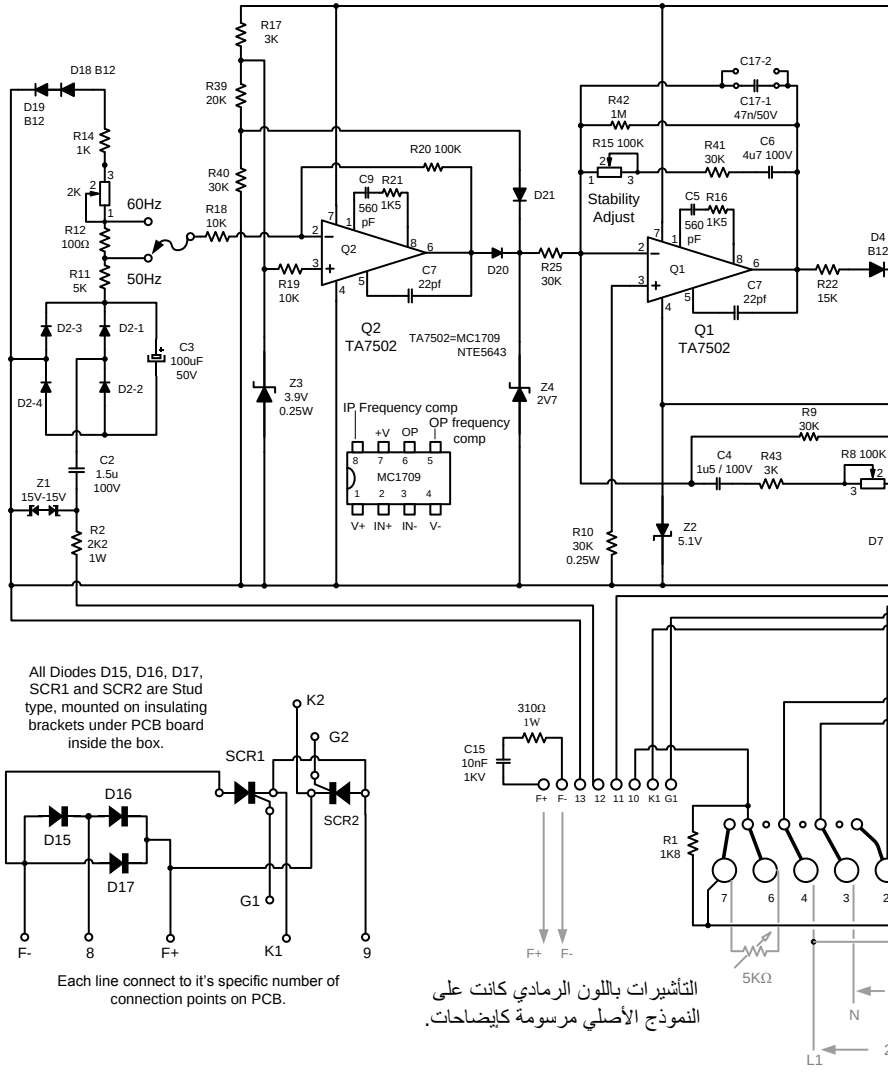


صورة للواجهة الأمامية للوحدة التي جرى استطلاعها. مسطرة نقاط التوصيل في الأسفل (الترامل) إنما هي داخل الصندوق، وهي موصلة إلى النقاط التي تكافئها على اللوح وسوف لن تجد هذه المسطرة مرسومة في أي من المخططات الأخرى، إذ ليس في تكرار رسمها أي فائدة، وهي تيسر أعمال الربط ليس إلا، ويمكن إجراء التوصيلات من على نقاط اللوح مباشرة، إلا إن استعمال مسطرة (الترامل) أفضل من الناحية العملية. والتأشيرات إلى الأسفل منها موجودة داخل الصندوق من المصنع للإيضاح ولم أجد مقاومة متغيرة بقيمة 5K. لاحظ إن توزيع الفولتيات حسب التأشير يبين أن 110V بين الخط المتعادل والخط L2 و 220V بين L2 و L1 وهذا هو نظام ثلاثي الأطوار المعمول به في اليابان ولبنان والولايات المتحدة.

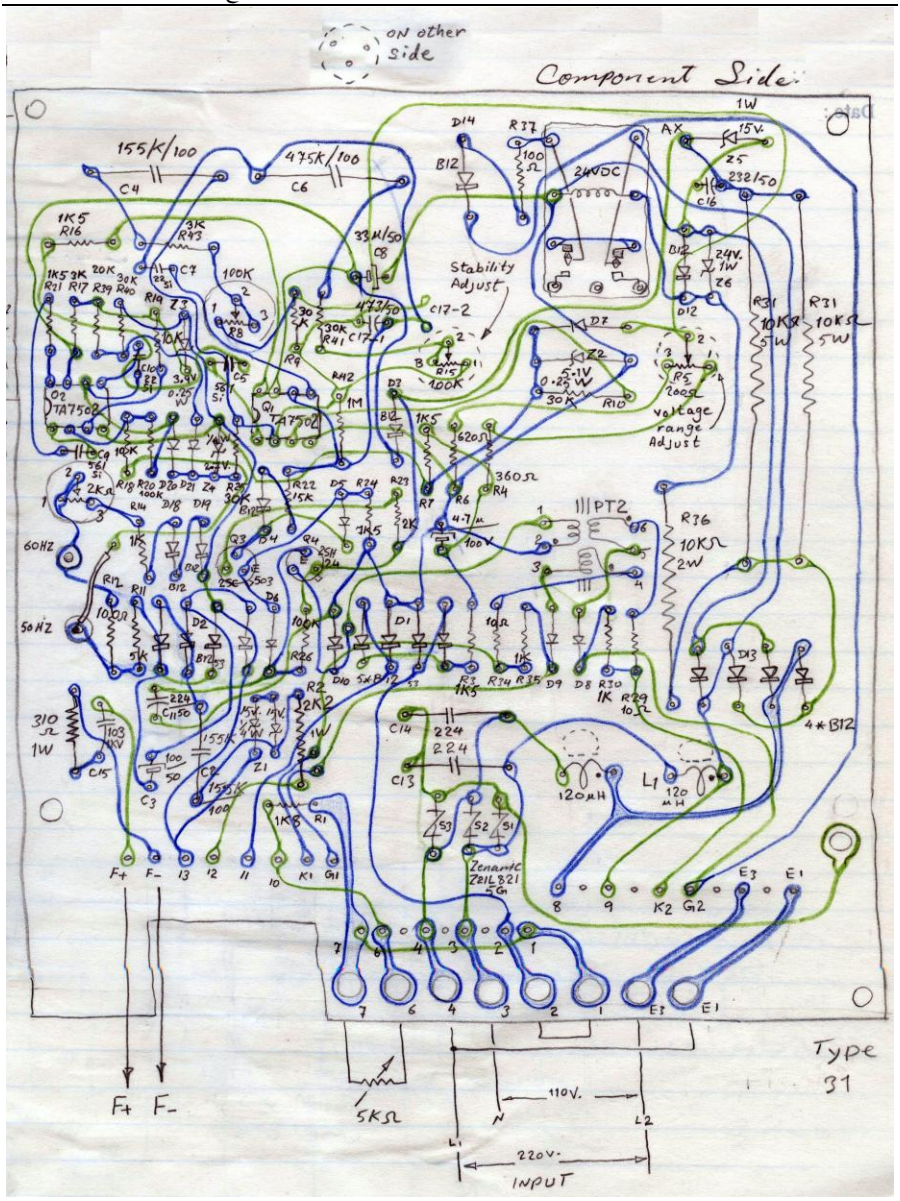


واقع تحويل الفولتية للمحولةPT1

توصل أطراف المحولة حسب الأرقام المثبتة إزاءها إلى عرى اللحام المرقمة على اللوح المطبوع. أبعاد مقطع القلب تجده في مكان آخر.

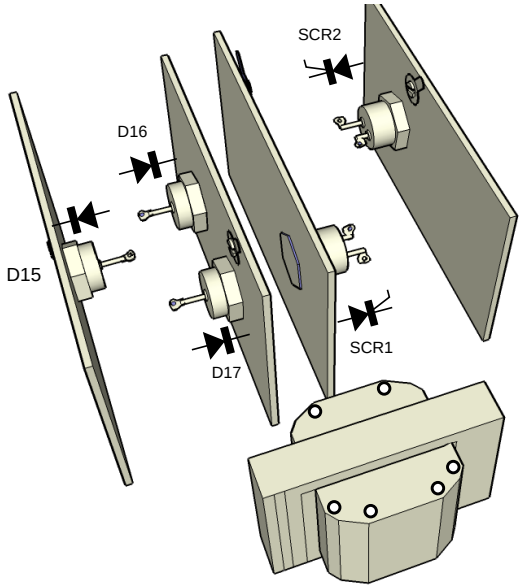


التأشيرات باللون الرمادي كانت على
النموذج الأصلي مرسومة كإيضاحات.

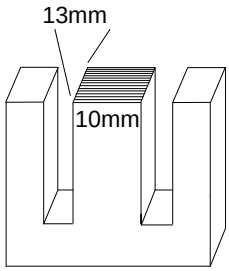


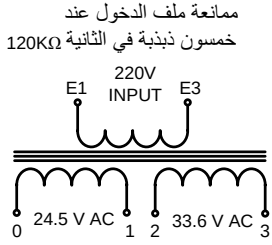
صورة بالماسح الضوئي للرسم الذي صنعته للوح ذو الطبقتين من التوصيلات، لاحظ إن شكل اللوح كما هو ونسبة الطول إلى العرض لم تتغير كثيراً. ونقاط التوصيل على اللوح في الأسفل هي غير فتحات التوصيل

(Connectors كونكتورات) ذات البراغي في الصورة السابقة، وستجد هذه النقاط على المخطط الشامل ليتم الاسترشاد بها عند صيانة الأنواع الأصلية من هذه المنظمات، أو لبناء نماذج تحاكي النماذج الأصلية ليتم استعمالها بنفس الأسلوب عند استعمال النماذج الأصلية. توجد توصيلات (أسلاك) بين (الكونكترات) في الصورة الأولى والنقاط على اللوح لم تظهر في المخططات.



صورة تخطيطية ثلاثية الأبعاد للمكونات الموجودة أسفل اللوح داخل الصندوق المعدني وهي موصلة مع بعضها حسب المخطط بواسطة أسلاك توصيل معزولة. المحولة التي تراها هي PT1 وستجد أبعاد مقطع القلب لها مع واقع تحويل الفولتية لها من 220 فولت إلى قيمتين من الفولتية المتناوبة.



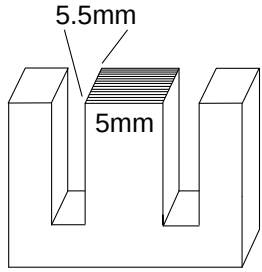


واقع تحويل الفولتية للمحولة PT1

أبعاد مقطع قلب المحولة PT1 وهذه الأبعاد تعطي فكرة عن حجم القلب المستخدم.

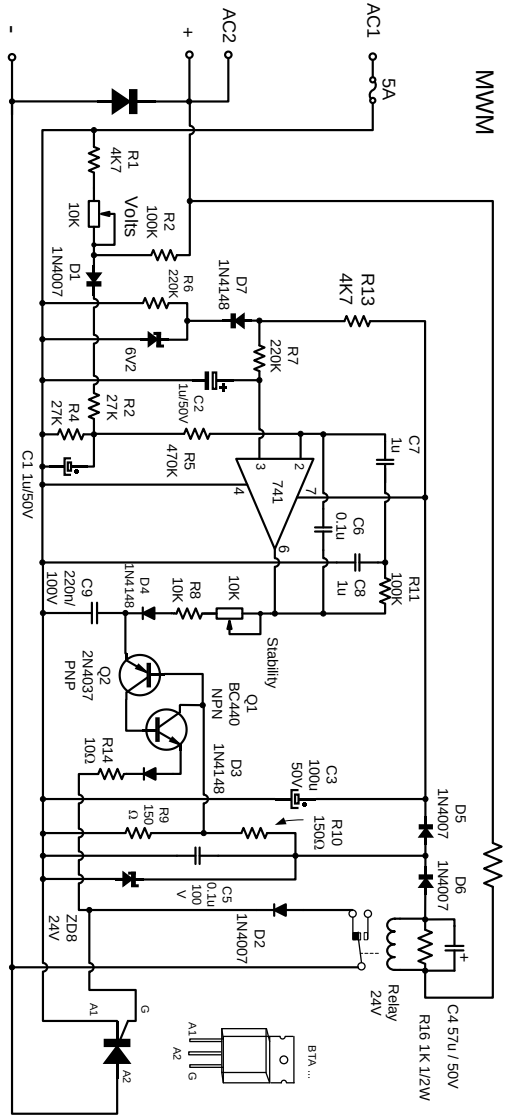
المحولة PT1 وكما تلاحظ في المخطط نحصل منها على فولتيتين، تستخدم هذه الفولتيتين لتحسس الخارج من المولدة (مستوى الفولتية Voltage range) واستقرار هذا المستوى (استقرار الخارج Stability) كي لا يتأرجح صعوداً وهبوطاً أثناء عملية الإقرار.

المحولة النبضية PT2 تستخدم لقدح الثنائيات السيلكونية المنضبطة SCR (الثاريستورات)، ويتعين الانتباه إلى اتجاه الأطوار. وهي في النموذج الأصلي مصنوعة من قلب معدني ذو ألواح، والشائع لدينا استعمال محولة نبضية ذات قلب من غبار الحديد كما مع منظم الفولتية ماركوني، وهذا الأمر متروك للفني.

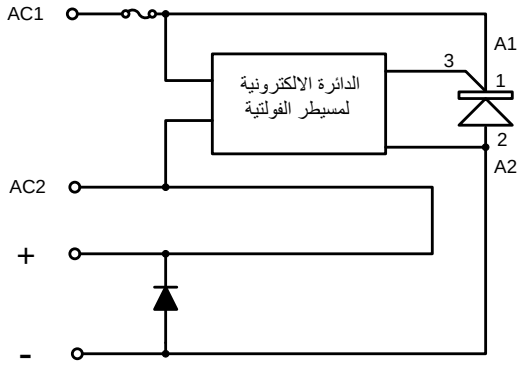


صورة تبين أبعاد مقطع القلب للمحولة النبضية PT2، ويمكن استعمال أنواع أخرى من هذه المحولات لكن يتعين الانتباه إلى اتجاه الأطوار.

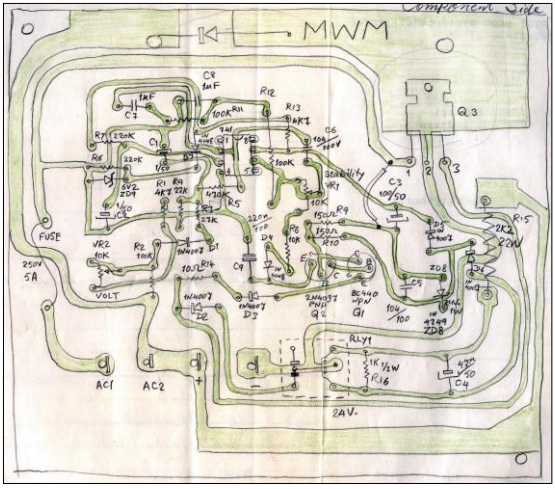
فيما يلي تجد المخطط الكامل لنوع من منظمات الفولتية جرى تصنيعه بكثرة وهو أصغر من النوع الأكبر المشهور والمسمى (ماركوني).



فيما يلي تجد مخطط كتلي يوضح الطريقة التي يعمل بها المنظم السابق.

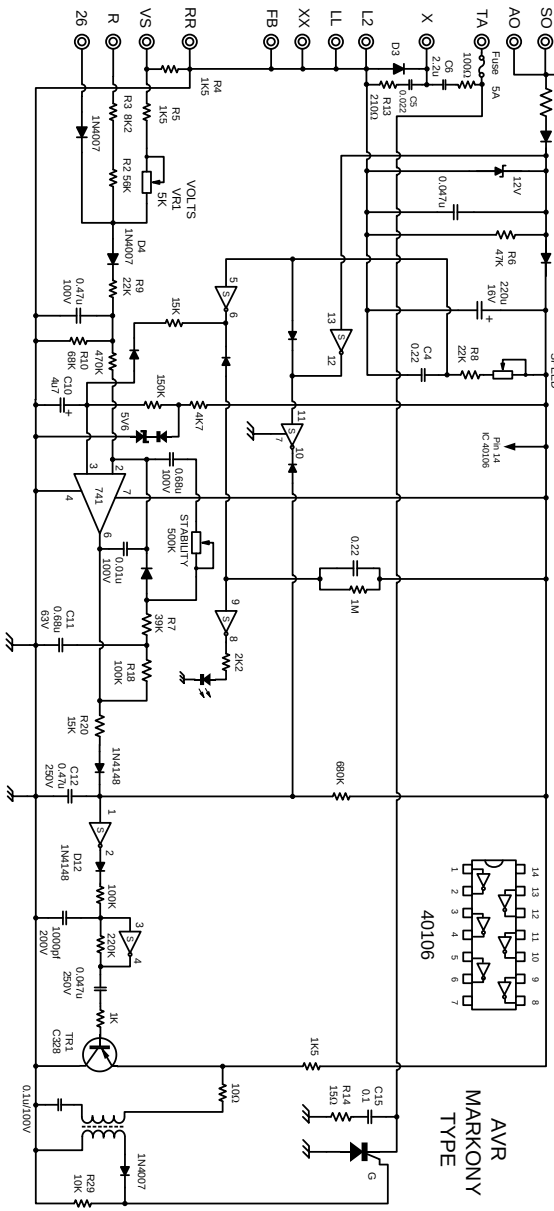


يتحسس المنظم مستوى الفولتية الخارجة من ملفات التوليد، وتبعاً لشدتها المتغيرة بتأثير تغيرات الحمل تتم السيطرة على تيار ملفات الإثارة للجزء الدوار من المولد، وبذلك يتم التحكم في شدة الحقل المغناطيسي الدائر في وسط المولد. +F و -F تعني +Field و -Field أي الطرف الموجب والطرف السالب لملف توليد الحقل المغناطيسي. ويعتبر المسيطر تايو من المسيطرات التي تسيطر على كامل الدورة لموجة التيار المتناوب بينما المسيطرات الأخرى تسيطر على نصف موجة التيار المتناوب.



الصورة إلى اليسار مرسومة بالقلم الرصاص لجانب المكونات، وتبين المسيطر الذي تجد مخططه على الصفحة السابقة. هذا ليتعرف عليه القارئ إن كان قد رآه سابقاً، إذ لم تتوفر لدي صورة فوتوغرافية له عند إعداد الموضوع.

فيما يلي تجد مخطط منظم الفولتية للمولدات طراز ماركوني.

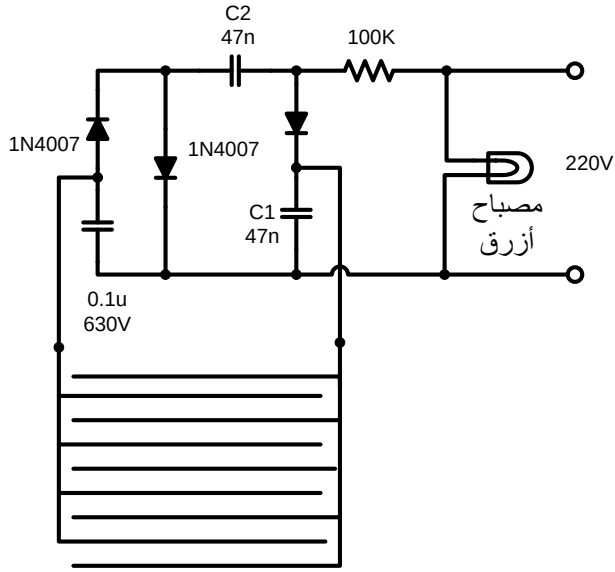


قانصة حشرات منزلية

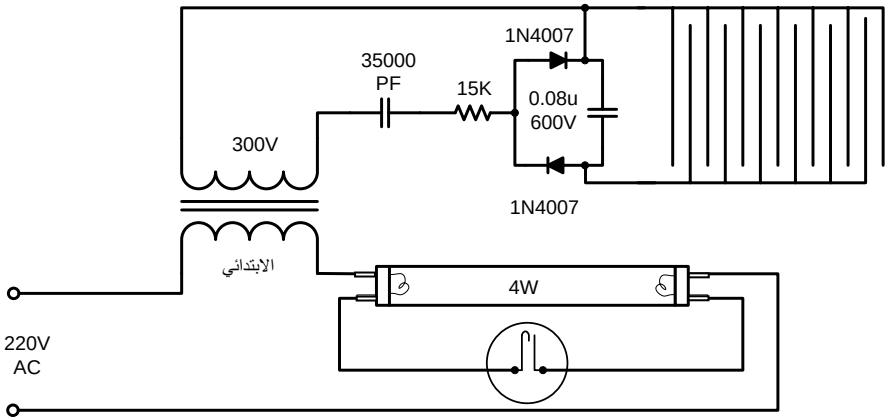
طالما يسألني الأصدقاء الهواة حول مخطط لقانصة حشرات بسيط يمكن بناءها في المنزل، إذ إن الأنواع التي استوردتها المؤسسة سابقاً تتضمن في بناءها محولة رافعة للجهد الكهربائي تصاب بالعطل غالباً، والتعامل معها لا يخلو من خطورة.

وكنت أقدم لهم مخطط لقانصة حشرات صينية المنشأ، لها جودة في الأداء وخفة في الوزن، وبسيطة في بناءها ولا تكلف الكثير من المال.

فيما يلي نوعين من هذه القانصات ...



قانصة حشرات لها مصباح أزرق داكن يوضع وسط الشبكة، وتتغذى بالطاقة من المصدر العمومي، ولها مضاعف للجهد متعدد بسيط من الثنائيات والمكثفات.



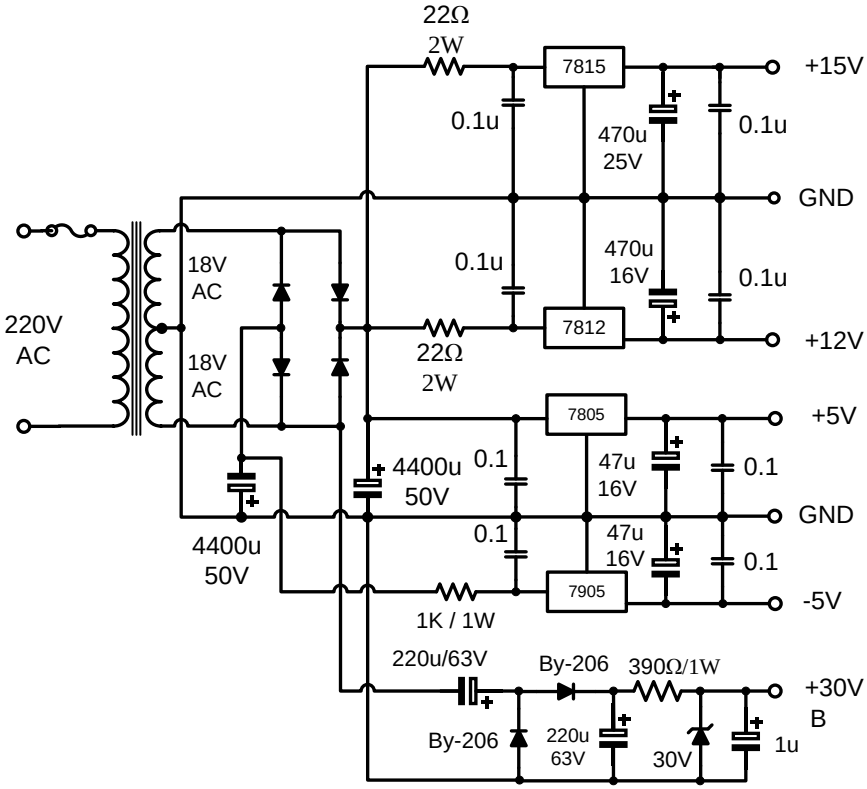
قانصة حشرات أخرى لها مصدر ضوئي من أنبوبة متفلورة قدرة 4W وهو أزرق اللون أيضاً يوضع وسط الشبكة، ولها محولة رافعة للجهد صغيرة قدرة 6W أو نحو ذلك تؤدي وضيفتين فبينما هي تعمل كخانق لدورة عمل الأنبوبة المتفلورة المعروفة عبر ملفها الابتدائي، تقوم برفع الفولتية العمومية إلى ٣٠٠ فولت تذهب إلى دائرة مضاعفة للجهد بسيطة ليتم تغذية الشبكة بالفولتية المرتفعة اللازمة لصعق الحشرات وقتلها.

مستقبل تماثلي
للإرسال التلفزيوني عبر الأقمار الاصطناعية
(ستلايت رسيفر عراقي)

لقد ولّى زمن المستقبلات التماثلية لإرسال الأقمار الاصطناعية، أو ربما هو كذلك. ولم يعد أحد منّا يبني مستقبل للإرسال الفضائي التماثلي Analog Receiver في الوقت الحاضر. لكن كل مشروع قديم أو حديث له جوانب إبداعية يطيب لنا الوقوف عندها وتأملها، ولقد لفت نظري تصميم شاهدته، وقيل لي حينها إن هذا التصميم من تصاميم مركز بحوث الفضاء في بغداد سابقاً، وأنهم كانوا يبنون هذا الجهاز ويجهزون به دوائر الدولة حصراً. وعندما تأملت الورقة الوحيدة التي رُسِمَ عليها وجدت فيه نواحي إبداعية وفنية عديدة. وحتى بعد أن ذهب زمن الاستقبال التماثلي بقيت المستقبلات التماثلية المنفذة وفق تصميم المركز المذكور تخدم كموجدات للأقمار عند تدوير الطبق للبحث عن قمر على قوس الأقمار، وذلك بفضل خاصية البحث Scan المضمنة في التصميم الذي نتحدث عنه، وبعد أن يتم العثور على القمر يتم وصل المستقبل الرقمي، إذ إن المعلومات الرقمية في الأساس مضمنة على إرسال تماثلي.

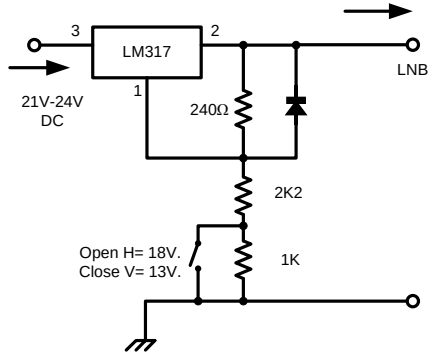
بالإضافة إلى نواحي أخرى مثل تطبيق عملي لمضاعف الفولتية لنحصل على فولتية أكثر من التي تولدها محولة مجهز القدرة. وطريقة استعمال مقاومات متغيرة اعتيادية رخيصة الثمن لتؤدي وضيفة المقاومة المتغيرة ذات العشر دورات غالية الثمن. بالإضافة إلى التطبيق العملي للمتكاملة 592 كمضخم للصورة. والتطبيق العملي لمتكاملة القفل الطوري NE562 PLL ككاشف (قابل للتنغيم) للإشارات السمعية المضمنة ترددياً.

لذا سنستعرض أجزاء هذا المستقبل كمخططات مع تعليق بسيط حولها ثم نتبعها بدائرة استخدمت بكثرة ترسل تردد 22KHz مع التيار المستمر المجهز إلى وحدة LNB وذلك لحملها على العمل ضمن النطاق الترددي العريض الذي كانت تتمتع به بعض أنواع من وحدة LNB.

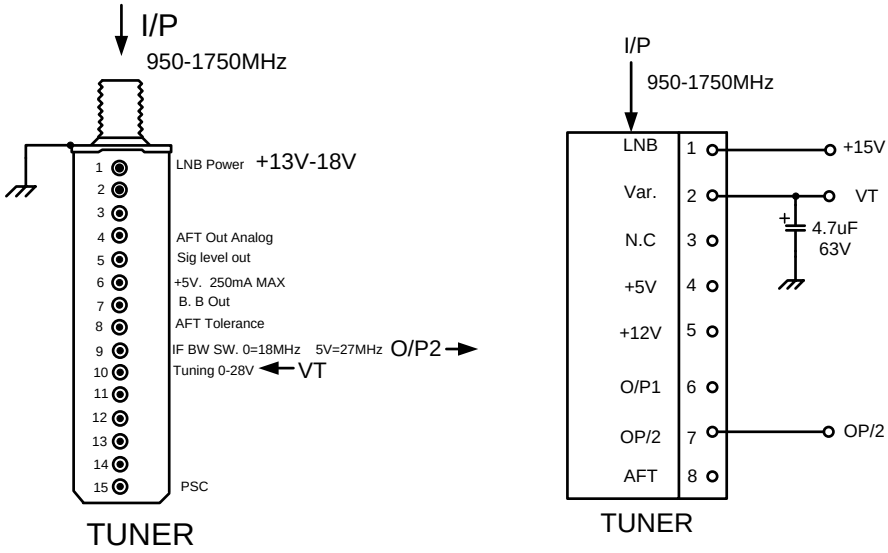


الشكل١ مجهز القدرة للمستقبل

ويتعين على المحولة أن تمتلك قدرة كافية لتغطية سحب التيار دون الهبوط في الفولتيات المجهزة. قد يتطلب استعمال نوع معين من المنغمات TUNERS فولتيات أعلى مما في المجهز أعلاه لذا يعاد النظر في تصميم المجهز أعلاه، مثلما حدث عند ظهور LNB يتم تغيير استقطابه من عمودي إلى أفقي من خلال تغيير الفولتية المجهزة إليه بين 13 و 18 فولت. القسم الأسفل من مجهز القدرة في الشكل هو مضاعف فولتية، تدخل إليه الفولتية المتناوبة عبر المتسعة ثم اثنان من الثنائيات لنحصل على قدر من الفولتية يكافئ مقدار الفولتية المتناوبة ما بين القمتين.

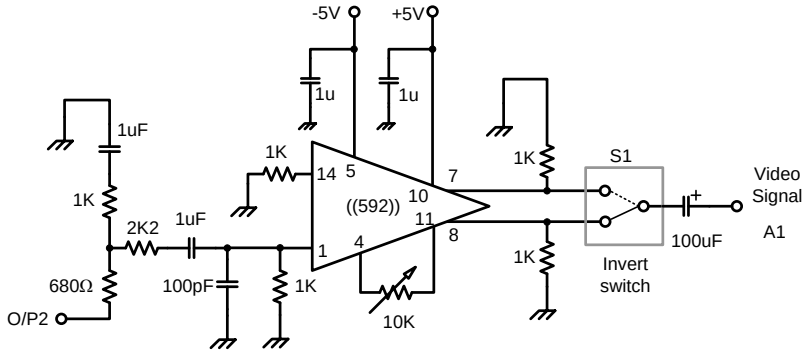


الشكل٢ التغيير بين الاستقطاب العمودي والأفقي من خلال تغير الفولتية الخارجة من الوحدة أعلاه، وهي متكاملة إقرار للجهد LM317 **ويمكن تغيير الفولتية الخارجة منها.**



الشكل٣ نوعين من وحدات التنغيم.

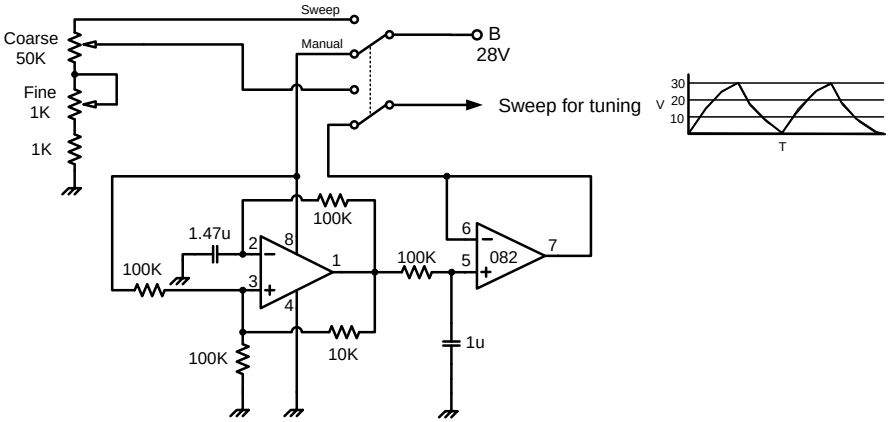
الأول إلى اليمين ورد مع المخطط الأصلي الذي وردنا من (مركز بحوث الفضاء)، والثاني هو ما ظهر في الأسواق واستعمله الكثيرين في تجميع مستقبلات الأقمار الاصطناعية. توجد على كلا النوعين التأشيرات اللازمة لتتضح التوصيلات مع أجزاء المخطط الباقية.



Video Amplifier Stage

الشكل٤ وحدة تضخيم الصورة.

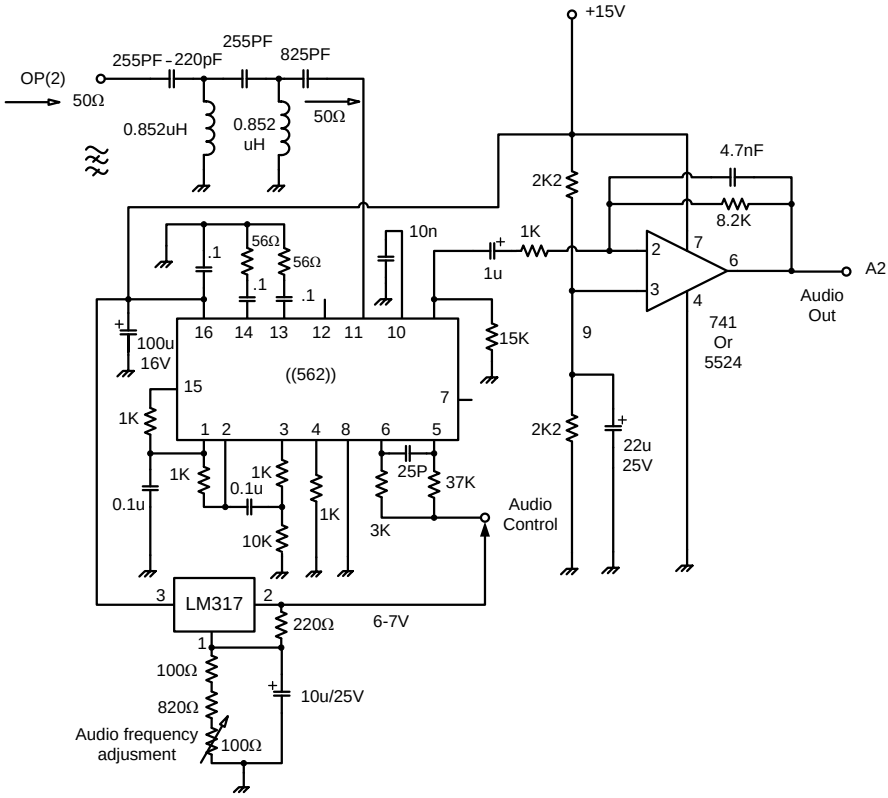
دائرة ممتازة لوحدة تضخيم الصورة، وكما معلوم تكون الصورة التلفزيونية ذات مركبة ترددات عريضة تقرب من 5MHz في نظام الإرسال الأوربي، وتتضمن مع هذه الحزمة الترددية مركبة تيار مستمر تكون بمثابة درجة إضاءة الصورة، لذا ليس من السهل الحصول على مضخم صورة جيد الداء، الدائرة أعلاه تحقق الغرض.



الشكل٥ وحدة البحث عن الأقمار.

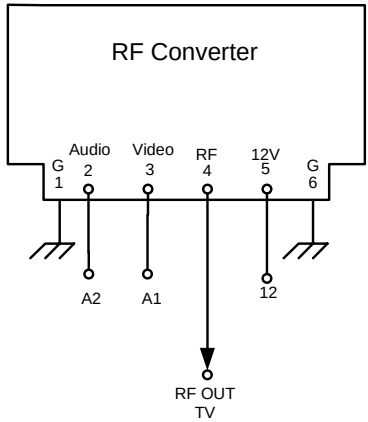
هذه الوحدة تمكننا من اختيار أحد الوضعين إما بحث آلي أو تنغيم يدوي، عند البحث يتم تسليط فولتية تنغيم صاعدة نازلة تغطي كامل مدى التنغيم، لكي يمكن مشاهدة أثر استقبال الأقمار عند توجيه الهوائي الطبقي، بعد الحصول على موقع القمر يتم تحويل التنغيم إلى يدوي للانتقال بين القنوات التي يرسلها ذلك القمر. المتكاملة

المستعملة هي TLO82. لاحظ كيف استعمل المصمم مقاومتين متغيرتين من النوع الاعتيادي للحصول على تنغيم ذو خطوة خشنة من المقاومة المتغيرة العليا، وتنغيم آخر ذو خطوة ناعمة من المقاومة المتغيرة السفلى.



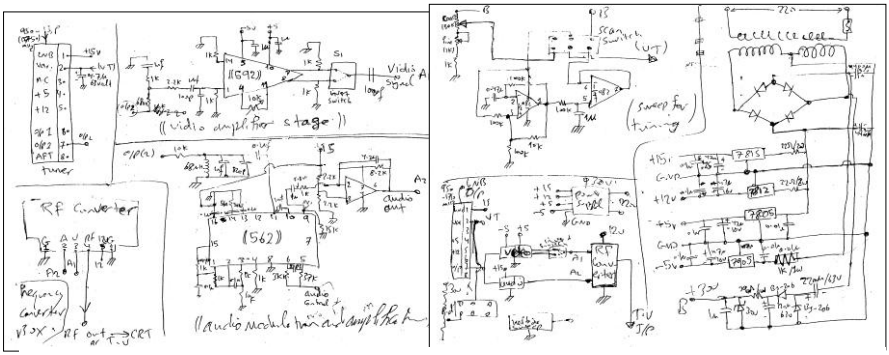
الشكل٦ وحدة كشف الصوت.

الخارج من وحدة التنغيم tuner يتألف من إشارة الصورة مع حاملة الصوت، لذا يتعين حجب إشارة الصورة أو منعها من المرور إلى كاشف الصوت ليتم الحصول على صوت نقي. المصمم استعمل لهذا الغرض مرشح تمرير عالي لمنع إشارة الصورة التي قد يصل ترددها إلى 5MHz من المرور إلى كاشف الصوت، إذ إن تردد حاملة الصوت يكون أعلى من 5MHz، يقع في المنطقة ما بين 6 إلى 8 ميكاهرتز. وعند فحص المرشح الذي ورد مع المخطط الأصلي لوحظ إنه غير صالح للعمل إذ كان قد رسم بإهمال، لذا تم إعادة تصميم مرشح تمرير عالي وبنائه وتحققت الغاية العملية منه. وسندرج لاحقاً موضوع يبحث في المرشحات وتصميمها وبذلك تتوفر للقارئ أداة قوية تمكنه من تصميم أي مرشح ليضعه في التصميم الذي يعنيه.

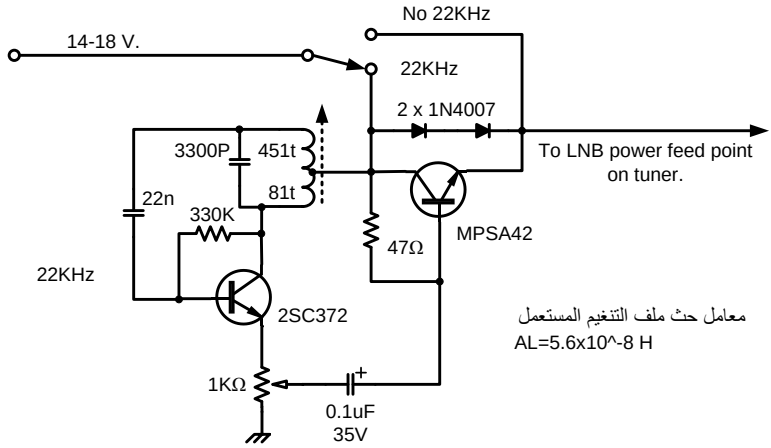


الشكل٧ وحدة المغير إلى التردد الراديوي RF Converter

مع بيان لأسماء التوصيلات الخاصة بها. هذه الوحدات ترد كأدوات احتياطية لأجهزة تشغيل أشرطة الفيديو أو تستخرج من الأجهزة العاطلة، ولغرض استخدامها بشكل ناجح يتعين تمييز الأطراف اللازمة لعملها وكما تراها في المخطط أعلاه.

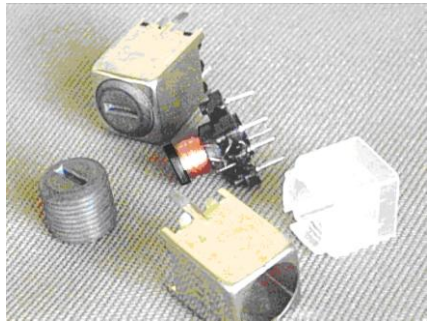


صورة لوجهي الورقة التي وردتنا تحمل المخطط المميز الذي تحدثنا عنه.



الشكل٨ مذبذب لتوليد موجة جيبية بتردد 22KHz

يدرج تردد المذبذب مع تغذية LNB بالفولتية المستمرة حيث يجري تحسسه داخل وحدة LNB بواسطة دائرة خاصة، تتولى تحويل عمل وحدة LNB إلى النطاق الترددي العريض؛ أما عند إطفاء المذبذب عن طريق تحويل وضع المفتاح في المخطط تعود وحدة LNB للعمل ضمن النطاق الضيق. لاحظ إن ملف المذبذب قد تم تحضيره يدوياً بعدد اللفات المثبت إزاءه ليحقق حث يبلغ 42 ملي هنري على قلب قابل للتنغيم عثرت عليه بالمصادفة في السوق، حيث تم فتح لفات الملف ولف بدلها العدد المطلوب، وكان جهل الفنيين بطرق التعامل مع الملفات عائقاً بينهم وبين تسخير الملفات لإنجاز المهام المختلفة، لهذا السبب وضعت في إصدارات الالكترونيات كل ما يلزم ليتمكن القارئ من حسابات الملفات والتعامل معها وتطويعها لخدمة الغرض الذي يقصده.



صورة للملف الذي تم فتحه وإعادة لفه، وهو ذو قلب سميك بشكل ملحوظ ورغم إنه بحجم الملف الذي استعملناه في الجهاز الطبي Echo Sounder في الإصدار الثالث إلا إن قلبه أسمك بكثير ويلاءم ما مطلوب.

المرشحات حسابها وتصميمها

هذا موضوع رائع يشرح طريقة حساب وتصميم المرشحات من نوع Butterworth **بطريقة سهلة ومبسطة، وقد لمست فائدته بشكل عملي، عندما ورد إلينا تصميم لدائرة الكترونية تضمنت رموز الملفات والمتسعات دون بيان أقيامها، ومن فهم الدائرة ظهر أنها مرشح تمرير عالي يتعين عليه حجب الترددات البالغة** 5MHz **فما دون. وعلى الفور تم تصميم المرشح المناسب من الموضوع أعلاه وكانت النتيجة مبهرة لكل من اطلع عليه. قد تعترض القارئ العادي والدارس مسميات لم يسمع بها من قبل تحتاج إلى قليل من خفض الجناح لها وتقبلها.**

ARRL Hand Book 1994

دوائر التردد الراديوي

Radio-Frequency Circuits

يتعين على مصمم معدات الراديو أو معدات هواة الراديو أن يكون متآلفاً مع دوائر الترددات الراديوية، والمعادلات المختلفة ذات العلاقة.

هذا القسم يقدم البيانات الأساسية لتطوير بعض دوائر الراديو.

الدوائر المقترنة والمرشحات

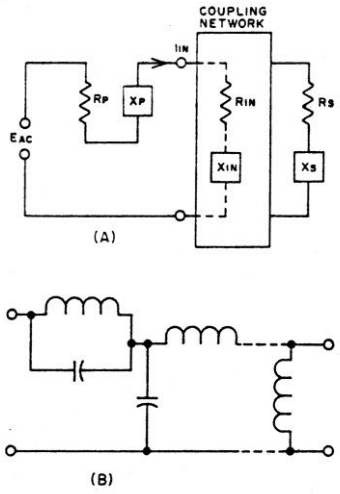
Coupled Circuits & Filters

يقال عن دائرتين أنها مقترنة عندما ينتج فولتية أو تيار من أحداهما نتيجة لمرور فولتية أو تيار في الدائرة الأخرى. الشبكة **Network** التي صدّرت الطاقة يقال لها غالباً الدائرة الابتدائية **Primary Circuit**، والشبكة التي تستقبل الطاقة يقال لها الدائرة الثانوية **Secondary circuit**. مثل هذا الإقران يكون في أغلب الأحيان مفضلاً، إذ من خلال عملية الإقران هذه يمكن عزل أو رفض مركبات الترددات الغير مرغوبة أو الضوضاء، والقدرة يمكن نقلها **Transferred** في المصدر إلى الحمل بكفاءة عظمى.

من ناحية أخرى، قد تقترن دائرتين أو أكثر على نحو غير متعمد منتجة تأثيرات غير مرغوبة. ويمكن إقران الدوائر على أشكال عديدة، وأحد هذه الأصناف **Class** المهمة يغطي مدى واسع من التطبيقات العملية حيث يمكن أن تحلل إلى تفاصيلها. و يتضمن هذا الصنف الشبكات السلّمية **ladder networks** والمرشحات **Filters**.

الشبكات السلمية Ladder networks

أي دائرتين مقترنتين يمكن رسمهما تخطيطياً على النحو المبين في الشكل **71A**. مصدر الفولتية **Voltage source** يتمثل بالرمز **Eac** مع المقاومة الداخلية للمصدر **Rp Source-resistance** ورادة المصدر **Xp Source reactance** موصلة إلى مدخل الدائرة المقترنة، وهذا يمثل الدائرة الابتدائية **Primary Circuit**.



الشكل ٧١–تمثيل لدائرة الإقران في (A) **و شبكة سلمية في** (B).

عند المخرج، رادة الحمل **Xs Load Reactance** ومقاومة الحمل **Rs Load resistance**. موصلة كما تلاحظ لتشكل الدائرة الثانوية **Secondary Circuit**. الدائرة في الصندوق ممكن أن تحتوي على ما لا نهاية من المقاومات المنوعة والمتسعات والمحاثات وحتى خطوط النقل **Transmission lines**. وعلى أي حال سنفترض أن الشبكة يمكن أن تقلل إلى تركيبة من عناصر التوازي **Shunt** وعناصر التوالي **Series** أو تتألف فقط من المتسعات والملفات، كما مبين من خلال الدائرة الموضحة في الشكل **71B**. ولأسباب بينة في الشكل فإن الدائرة غالبا ما تسمى شبكة سلمية **Ladder network**. ((الشبكة السلمية كما ورد معناها في قاموس الالكترونيات لجون ماركوس: شبكة تتكون من سلسلة شبكيات على شكل **H** أو **L** أو**T** ، أو من سلسلة شبكيات متصلة اتصالا ترادفياً)). بالإضافة إلى ذلك و إذا لم تحتوي هذه الشبكة على عناصر مقاومية **resistive elements** أو إذا وجدت مثل هذه العناصر لكن يمكن إهمالها، يقال عن الشبكة حينذاك إنها بلا تبديد للطاقة أو غير مضيعة للطاقة أو القدرة **dissipationless** أي إنها لا تبدد قدرة.

فإذا ما كانت الشبكة لا تبدد طاقة **dissipationless** فإن كل الطاقة المجهزة إلى مدخل الشبكة ستبدد في مقاومة الحمل **Rs**. هذه الحقيقة تقود إلى تبسيط مهم في الحسابات المتعلقة بالشبكات المقترنة **Coupled networks**.

الافتراض أو الادعاء بوجود الشبكات التي لا تبدد طاقة هو في العادة لا يعتد به مع دوائر المرسلات، إذ حتى الفقد البسيط في الشبكة **0.5dB** ينتج عنه تسخين يؤخذ بنظر الاعتبار عند مستويات القدرة العالية المستعملة في تطبيقات هواة الراديو.

من جانب آخر، دوائر الاقتران والمستعملة في بعض مراحل الاستقبال قد تمتلك فقد **Loss** ذي بال لا يمكن التغاضي عنه.

وهذا بسبب أن الشبكة لها محاسن والفقد الكبير فيها يمكن تعويضه من خلال تضخيم إضافي في مراحل أخرى. وعلى أي حال فإن مثل هذه النبائط تشكل قصور نسبي بسيط في شبكات الإقران تصادفنا بشكل عام وسنأخذ فقط حالة عدم تبديد القدرة **dissipationless** في هذا المبحث.

التضاؤل الفعال Effective Attenuation

وفقد الإدراج Insertion loss

الاعتبار الأهم في أي شبكة إقران **Coupled network** هو كمية القدرة المجهزة إلى مقاومة الحمل **Rs** من المصدر **Eac** عبر الشبكة.

وعوضاً عن أخذ فولتية المصدر كل فترة زمنية، يتم إجراء مقارنة بين أقصى قدرة متوفرة من أي مصدر مع المقاومة الابتدائية المعطاة **Rp**. قيمة **Rp** يمكن أن ينظر إليها على إنها مستوى الممانعة المصاحبة والآتي من التركيبة المعقدة المؤلفة من المصادر **Sources** وخطوط النقل **Transmission lines** والشبكات المقترنة **Coupled network** وحتى الهوائيات **Antennas**.

القيم العملية لـ **Rp** هي **52** و **75** و **300** و **600** أوم. القدرة القصوى المتوفرة تعطى من العلاقة

$$P_{\max} = \frac{E_{ac}^{\ 2}}{4R_P}$$

إذا كانت الشبكة **network** هي أيضاً غير مبددة للقدرة **dissipationless**، فإن القدرة المجهزة إلى مقاومة الحمل $\mathbf{R_S}$ هي القدرة المبددة في $\mathbf{R_{in}}$. هذه القدرة تعتمد على التيار الداخل من خلال العلاقة

$$P_O = I_{in}^{\ 2} R_{in}$$

والتيار بدوره من خلال المتغيرات الأخرى يكون

$$I_{in} = \frac{E_{ac}}{\sqrt{(P\pi + R_{in})^2 + (X_p + X_{in})^2}}$$

بتآلف هذه العلاقات تعطينا صيغة جداً مفيدة لنسبة القدرة المجهزة إلى الحمل بدورها كأقصى قدرة متوفرة **maximum available power**. تؤخذ هذه النسبة بالديسبل وتعطى من خلال

$$Attn = -10\log\left(\frac{P_O}{P_{in}}\right)$$

$$= -10\log\left[\frac{4R_{in}R_p}{(R_P + R_{in})^2 + (X_P + X_{in})^2}\right]$$

وفي بعض الأحيان يوصف على أنه التضاؤل الفعال **effective attenuation**.

في هذه الحالة التي فيها X_P و X_S هي أما صفر أو قد تكون متراكبة ضمن الشبكة المقترنة، وعندما R_P هي مساوية لـ R_S يصبح التضاؤل الفعال **effective attenuation** مساوياً كذلك لفقد الإدراج **insertion loss** للشبكة.

فقد الإدراج **insertion loss** هو نسبة القدرة المجهزة إلى الحمل (والشبكة مقترنة إلى الدائرة) إلى القدرة المجهزة إلى الحمل بدون الشبكة. وليس مثل التضاؤل الفعال **effective attenuation**، الذي هو دائماً موجب عند تعربفه من خلال العلاقة السابقة، فقد الإدراج ممكن أن يأخذ قيم سالبة إذا R_P لا تساوي R_S أو إذا X_P و X_S ليست مساوية للصفر. وتأثير هذا أن فقد الإدراج **insertion loss** سيمثل كسب القدرة تحت هذه الظروف. تفسير هذا التأثير أن القدرة العظمى المتوفرة لا تظهر عبر الشبكة المقترنة خارج الدائرة بسبب عدم تساوي مقاومة المصدر والحمل والرادات الغير مساوية للصفر.

مع وجود الشبكة في الدائرة فإن المقاومات الآن متوافقة **matched**، والرادات يقال عنها قد تخلصنا منها بالتنغيم **"tuned out"**. تأثير الشبكة المقترنة في هذه الحالة يشبه إلى درجة كبيرة ما موجود في المحولة **Transformer**، والشبكات الحاوية على حث نقي **Pure inductors** ومتسعات تستعمل غالباً لهذا الغرض. هكذا دوائر توصف عادة بأنها شبكات توفيق **matching networks**. من جانب آخر تكون الرغبة غالباً في تجهيز أكبر كمية من القدرة إلى الحمل عند بعض الترددات بينما يتم رفض الطاقة عند ترددات أخرى. الجهاز الذي يقوم بهذا الفعل يدعى المرشح **Filter**. و في حالة عدم تساوي مقاومة المصدر والحمل، يفضل غالباً إدراج الترشيح **Filtering** والتوفيق **Matching** في شبكة واحدة.

حل مسائل الشبكات السلمية

Solving Ladder-Network Problems

من القسم السابق قد بدا أن قيم R_{in} و X_{in} من الشكل **71A** يمكن أن تعرف ومن خلالها يمكن إيجاد التضاؤل الفعال **effective attenuation** وفقد الإدراج **insertion loss** بسهولة. وأننا قادرين على حل هذه المسألة لما لها من تطبيقات واسعة في دوائر الترديد الراديوي **RF Circuits**.

وكمثال، فإن صيغ تصميم المرشحات غالباً ما تتضمن افتراضات للتبسيط على أن مقاومة الحمل ثابتة مع الترديد. في حالة العديد من الدوائر فإن هذا الافتراض أو الادعاء غير صحيح. وعلى أية حال إذا كانت R_S و X_X معلومة عند أي تردد عملي، يمكن حينها إدراك تضائل المرشح حتى وإن أفني بشكل غير صحيح.

ومما يؤسف له بينما حل أي مسألة للدوائر السلمية ممكن نظرياً كبداية، فإن صعوبات عملية تظهر عند زيادة تعقيد الشبكة. العديد من الحسابات قد تكون مطلوبة مع درجة عالية من الدقة مما يجعل العملية مضجرة ومملة. ونتيجة ذلك تكون الحاجة واضحة لاستعمال حاسبة جيب مثلاً **Calculator** أو آلة حساب مشابهة.

ما مقدم هنا قد جرى تنسيبه **adapted** ليلاءم أي أسلوب في الحساب من ضمنه استعمال حاسبات الجيب الرخيصة.

الانسيابية ADMITTANCE

و التقبلية SUSCEPTANCE

.....

((هذه المسميات قد تكون غريبة عن معظم القراء لذا سأقدم معناها أولاً وكما هو في المعاجم المتخصصة ثم نكمل الفقرة)).

الانسيابية Admittance (ورمزها Y) :

هي مقياس للسهولة التي سيتدفق بها التيار المتردد في دائرة أو شبكة **network**. والتقبلية هي الأثر العكسي للممانعة ويعبر عنها بوحدات السيمنز **S**.

الجانب الحقيقي للانسيابية هو الموصلية **Conductance** (عكس المقاومة ووحداتها مهو عكس الأوم)، والجانب التخيلي للانسيابية هو التقبلية **Susceptance**.

التقبلية Susceptance:

هي المركبة التخيلية للانسيابية **admittance**.

.....

الرادة الخاصة بالملف والمتسعة تستخرج من العلاقات التالية.

$$X_L = 2\pi\,\mathrm{fL} \quad \text{و} \quad X_C = \frac{-1}{2\pi\,\mathrm{fC}}$$

في دائرة التوالي البسيطة فإن المقاومة الكلية هي مجرد مجموع المقاومات المنفردة في الشبكة، والرادة الكلية **the total reactance** هي مجموع الرادات. وأياً كان، يكون من المهم ملاحظة الإشارة للرادة. إذ إن الرادة السعوية **Capacitive reactance** سالبة والرادة الحثية موجبة، ويكون من المحتمل أن مجموع الرادات قد يساوي صفراً حتى ولو كانت الرادات المستقلة لا تساوي صفراً. وكما نعلم أن شبكات دوائر التوالي **Series-Circuit network** يقال عنها أنها في حالة رنين عند تردد معين حيث تلغي الرادات إحداها الأخرى.

توجد حالة متتامة للدائرة المؤلفة من عناصر التوازي، ويكون من الملائم إدراج مفهوم الانسيابية **admittance** والموصلية **conductance** و التقبلية **susceptance**. في حالة المقاومة البسيطة **resistance**، فإن الموصلية **conductance** هي "معكوس **reciprocal**" المقاومة وحسب. وعليه فإن الموصلية لمقاومة ذات **50Ω** تساوي $\frac{1}{50}$ أو **2×10^{-2}** وحدات الموصلية هي السيمنس **Siemens** وهي معكوس **reciprocal** الأوم ((في مناهجنا المدرسية في بغداد كان يرد "المهو هو وحدات الموصلية والموصلية عكس المقاومة ووحدات المقاومة هي الأوم" وهذا الوصف المنهجي يقدم لنا معنى **reciprocal**)).

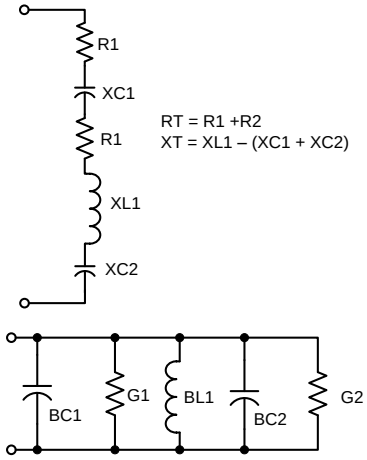
بالنسبة للمحاثات **inductances** والسعات **capacitances** البسيطة، صيغ الكيانات المتعاكسة بكل منهما هي:

$$B_L = \frac{-1}{2\pi\,\mathrm{fL}}$$

و

$$B_C = 2\pi\,\mathrm{fC}$$

هذه الكيانات تعرف كتقبليات **Susceptances**. وفي مجموعات التوازي للموصليات **Conductances** والتقبليات **Susceptances** فإن الموصلية الكلية هي مجموع الموصليات المستقلة،



الشكل٧٢ المقاومات Resistances **و الرادات** reactance's **مضافة في دوائر التوالي بينما الموصليات** Conductance's **و التقبليات** Susceptance **مضافة في دوائر التوالي.**

والتقبلية الكلية هي مجموع التقبليات المستقلة، مع أخذ إشارة التقبلية بالحسبان.

مقارنة مابين طريقة جمع المقاومة والرادة والأسلوب الذي من خلاله تجمع الموصلية **Conductance** والتقبلية **Susceptance** تراها في الشكل**72**.

يوجد كيان **entity** يدعى الانسيابية **admittance** يمكن أن يؤخذ بنظر الاعتبار على إنه معكوس **reciprocal** الممانعة **impedance**. ويمكن تعريف الانسيابية **admittance** من خلال الموصلية الكلية **total conductance** والتقبلية الكلية **total susceptance** من خلال الصيغة **formula**

$$y = \sqrt{G_T{}^2 + B_T{}^2}$$

حيث:

Y= الانسيابية **admittance**

G_T= الموصلية الكلية **total Condductance**

B_T= التقبلية الكلية **total Susceptance**

إذا ما علمت ممانعة **impedance** الدائرة فإن الانسيابية **admittance** لا تعدو أن تكون الصفة العكسية لها.

وبالمثل إذا علمت الانسيابية **admittance** لدائرة فإن الممانعة **impedance** هي الصفة العكسية للانسيابية. وعلى أي حال فإن الموصلية **Conductance** والرادة **Reactance** والمقاومة **Resistance** والتقبلية **Susceptance** لا ترتبط مع بعضها بعلاقات بهذه البساطة.

فإذا كانت المقاومة الكلية والرادة الكلية لدائرة توالي معلومة، فإن الموصلية والتقبلية للدائرة ترتبط بهم من خلال الصيغ:

$$G = \frac{R_T}{{R_T}^2 + {x_T}^2}$$

و

$$B = \frac{-X_T}{{R_T}^2 + {X_T}^2}$$

من جانب آخر، إذا ما علمت الموصلية الكلية والتقبلية الكلية لمجموعة توازي، فإن المقاومة المكافئة والرادة يمكن أن تستخرج من العلاقات

$$R = \frac{G_T}{G_T^2 + B_T^2}$$

و

$$X = \frac{-B_T}{G_T^2 + B_T^2}$$

العلاقات موضحة بالرسم في الشكل**73** بينما اشتقاق الصيغ الرياضية غير معطى، أهمية تغيير الإشارة **Sign** لا يمكن تتبعه أو استشفافه بدرجة عالية من الوضوح. حل مسائل الشبكات من خلال حاسبة جيب يشبه عملية مسك دفاتر حسابات التجار في السوق، ومصدر الخطأ الشائع يأتي من الاخفاق في أخذ تغيير الإشارة بالحسبان مع الرادات والتقبلية المتحولة.

نموذج لمسألة A sample problem

المثال التالي يوضح الأسلوب الذي من خلاله يمكن تطبيق النظرية التي شرحناها للتو في مسألة عملية.

المرشح الموضح رسمه التخطيطي في الشكل **74A** يمتلك فقد إدراج **insertion loss** يبلغ **3dB** عند تردد **6MHz** عندما تم توصيله بين حمل يبلغ **52Ω** ومصدر ذو مقاومة ابتدائية **52Ω** (كلا الرادتين X_P و X_S مساوية للصفر). جد R_{in} و X_{in}.

عندما يكون التضاؤل الفعال **effective attenuation** مساوياً إلى فقد الإدراج **insertion loss**، تطبق الصيغة السابقة للتضاؤل الفعال **effective attenuation**.

نبدأ عند المخرج **output**، قيم الموصلية **Conductance** والتقبلية **Susceptance** لدائرة التوازي **RC** يجب أن تستخرج أولاً. الموصلية **Conductance** هي عكس **52** أوم و الصيغة السابقة للتقبلية السعوية تعطي القيم المبينة داخل الأقواس في الشكل **74A**. الخطوة التالية هي في تطبيق الصيغ **formulas** للمقاومة والرادة بأسلوب الموصلية **Conductance** و التقبلية **susceptance**، والنتائج تعطينا مقاومة **26Ω** على التوالي مع رادة سعوية **26Ω-**، مؤشرة في الشكل **74B**.

رادة **reactance** المحاثة **inductor** يمكن الآن اضافتها لتعطينا الرادة الكلية **total reactance** لـ **78.01Ω**.

علاقات الموصلية **conductance** والتقبلية **Susceptance** يمكن الآن تطبيقها؛ ونتائج هذه العمليات مبينة في الشكل **74C**.

وختاماً، إضافة التقبلية **Susceptance** لمتسعة **510.1 Pf** في الشكل **74A** وتطبيق الصيغ مرة أخرى ينتج القيم **Rin** و **Xin** الشكل **74F**. إذا ما أدرجت القيم الأخيرة في صيغة التضاؤل الفعال **effective attenuation formula**، سيكون كل من فقد الإدراج **insertion loss** والتضاؤل الفعال **effective attenuation** بمقدار **3.01dB**، الذي هو قريب جداً من القيمة الموصوفة. القارئ بإمكانه أن يتحقق أن فقد الإدراج هو **0.167** و **0.37** و **5.5** ديسبل عند الترددات **3.5** و **4.0** و **7.0** ميكاهرتز على التوالي. إذا رسمنا **Plot** مواقع فقد الإدراج **insertion loss** المقابلة للتردد **frequency** ورسمنا

منحنى من مقابلة القيمتين سنحصل على منحنى الاستجابة الترددية للمرشح **frequency response of the filter**.

إعادة تدريج التردد والممانعة الاعتيادية

Frequency Scaling and Normalized Impedance

غالباً ما تتمثل الرغبة في أن نجري تغيير على شبكة الإقران **Coupling network** من تردد واحد إلى آخر وممانعة إلى أخرى. وكمثال افرض أن المفضل تحريك نقطة **3dB** لمرشح في الرسم السابق من **6** إلى **7MHz**. فحص علاقة الرادة والتقبلية يظهر لنا أنها تبقى بدون تغيير عند ضرب التردد بثابت مثل **K** وقسمة كل من الحث والسعة على نفس القيمة لـ **K**.

لذا ، إذا تم ضرب المتسعات والحث في الشكل**74A** بـ $\frac{6}{7}$ فإن كل الرادات والتقبليات في الدائرة الجديدة ستمتلك الآن نفس القيمة عند **7MHz** بينما القيمة السابقة كانت لـ **6MHz**.

ومن الشائع عملياً، خاصة مع العديد من جداول المرشحات، أن نستخرج كل مكونات الدائرة لعدد من التصاميم ذات الترددات الملائمة.

ترجمة التصميم إلى التردد المطلوب يتم ببساطة من خلال ضرب كل المكونات بعامل ثابت. التردد المستعمل بشكل شائع لقيمة **f** مثل **2πf** يكون مساوية لـ **0.1**. وهذا يطلق عليه في بعض الأحيان التردد الدائري **radian frequency** لـ **1.0** وينسب إلى **0.1592 Hz** .

لتغيير مرشح **Filter** ذو تردد **1-radian** إلى تردد جديد f_O بالهرتز، فإن كل ما هو مطلوب ضرب المحاثات والمتسعات بـ $(\frac{0.1592}{f_O})$.

بنفس الطريقة، إذا أحد المقاومات **resistance** (أو الموصليات **Conductance**) إذا تم ضربها بثابت **n** فإن كل المقاومات الأخرى (أو الموصليات) والرادات أو (التقبليات **Susceptances**) يجب أن تضرب بنفس العامل للمحافظة على خصائص الشبكة **network characteristics**.

مثلاً، إذا المقاومة الثانوية **Secondary resistance** R_S قد ضربت بـ **n** وسعات الدائرة قد قسمت على **n** (وكما نعلم الرادات السعوية تتغير تبعاً لمقلوب **C**).

فبالإضافة إلى تحويل المرشح في الشكل**74A** من **6MHz** إلى **7MHz**، و كانت الرغبة كذلك لتغيير مستوى الممانعة من **52** إلى **600** أوم، فإن الحث يجب أن يضرب بـ $(\frac{6}{7}) \times (\frac{600}{52})$

والسعات تضرب بـ $(\frac{6}{7}) \times (\frac{52}{600})$

استعمال جداول المرشحات

Using Filter Tables

في المثال السابق كان قد تبين أن الاستجابة الترددية لمرشح يمكن أن تشتق من خلال حل فقد الإدراج للشبكة السلمية لعدد من الترددات.

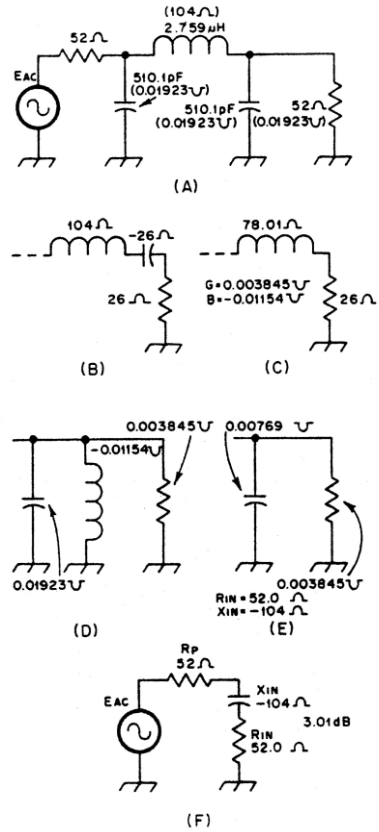
السؤال الذي قد يعترضنا ما إذا كان بالإمكان أن ندخل الاستجابة الترددية المرغوبة ثم إيجاد الشبكة التي تمتلك هذه الاستجابة؟ أي أن نجري العملية السابقة بالعكس.

الجواب هو نعم، والمصطلح الفني لهذا الأسلوب من المعالجة يسمى تأليف الشبكة **Network Synthesis**.

الاستجابة الترددية للشبكات ممكن أن تسجل الواحدة تلو الأخرى في جدول، وبإمكاننا أن نجد استجابة ترددية تناسب احتياجنا، فإن عناصر الشبكة المعنية يمكن أن تعرف أنواعها وقيمها من خلال جدول مرفق. المرشحات المستخرجة من خلال أسلوب (تأليف الشبكة **Network Synthesis**) أو الطرق المشابهة مثل (تصاميم الكومبيوتر) يشار إليها غالباً على إنها المرشحات العصرية، حتى ولو كانت النظريات التي استندت إليها موجودة لسنين. المصطلح مفيد لتمييز هكذا تصاميم من تلك المستندة إلى طرق التقريب القديمة والتي تسمى **Image-Parameter theory**.

مرشحات بتروورث Butterworth filters

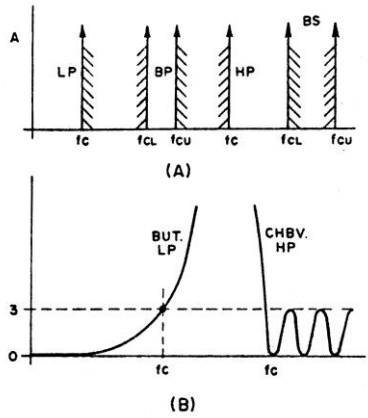
يمكن تصنيف المرشحات بشكل عام إلى أربعة أصناف، كما موضح في الشكل**75A**. مرشح التمرير الواطئ **Low-pass filters** يمتلك فقد إدراج يبلغ صفر لبعض الترددات الحرجة **critical frequency** أو تردد القطع (f_C) **cut off**



الشكل٧٤ مسألة توضح إقلال الشبكة network reduction **لإيجاد فقد الإدراج** insertion loss.

frequency، عندها يحدث رفض كبير فوق هذا التردد (حالة القطع يشار إليها بالخطوط المظللة في الشكل75 والرفض يحدث بسبب التضاؤل الذي يزداد لذا يمكن الإشارة إلى الشكل بأنه يمثل منحنى التضاؤل للمرشحات).

مرشحات تمرير الحزمة **Band-Pass filters** تمتلك فقد إدراج بين ترددي قطع، ورفض عالي خارج عرض الحزمة الموصوف.



الشكل٧٥ في (A) **ترى منحنيات استجابة مثالية للمرشحات، وفي** (B) **ترى خصائص** characteristics **لمرشحات عملية.**

مرشحات رفض الحزمة **Band-stop filters** ترفض حزمة الترددات بينما تمرر الترددات الأخرى. ومرشحات التمرير العالي **high-pass filters** ترفض كل الترددات التي هي تحت تردد القطع.

منحنى التضاؤل **attenuation shapes** الذي تراه في الشكل**75A** هو منحنى مثالي وعملياً نقترب منه ولا نصل إليه.

وكمثال، إذا كان المرشح في المسألة السابقة قد استخدم لأغراض التمرير الواطئ لخارج مرسلة **80** متراً لرفض التوافقيات ذات الأربعين متراً، فإن أدائه سيترك لنا الكثير للاختيار. بينما فقد الإدراج عند **3.5** ميكاهيرتز يكون مقبولاً، فقد يبدو كثيراً جداً عند **4.0** ميكاهرتز، ومن المحتمل أن يكون الرفض **rejection** غير كاف عند **7.0 MHz**.

وما يبعث على الارتياح، أن علاقات التصميم موجودة لهذا النوع من الشبكات، وهي مصنفة **classed** كمرشحات بتروورث **Butterworth**.

شكل المنحنى لفقد الإدراج **insertion-loss** أمام التردد يقال له في بعض الأحيان **maximally flat response**. والعلاقة لاستخراج منحنى الاستجابة الترددية هي:

Table 10

Prototype Butterworth Low-Pass Filters

Fig. 76A *Fig. 76B* *k*	*C1* *L1*	*L2* *C2*	*C3* *L3*	*L4* *C4*	*C5* *L5*	*L6* *C6*	*C7* *L7*	*L8* *C8*	*C9* *L9*	*L10* *C10*
1	2.0000									
2	1.4142	1.4142								
3	1.0000	2.0000	1.0000							
4	0.7654	1.8478	1.8478	0.7654						
5	0.6180	1.6180	2.0000	1.6180	0.6180					
6	0.5176	1.4142	1.9319	1.9319	1.4142	0.5176				
7	0.4450	1.2470	1.8019	2.0000	1.8019	1.2470	0.4450			
8	0.3902	1.1111	1.6629	1.9616	1.9616	1.6629	1.1111	0.3902		
9	0.3473	1.0000	1.5321	1.8794	2.0000	1.8794	1.5321	1.0000	0.3473	
10	0.3129	0.9080	1.4142	1.7820	1.9754	1.9754	1.7820	1.4142	0.9080	0.3129

الجدول ١٠ مرشحات النماذج الأولية نوع Butterworth **ذات التمرير الواطئ.**

$$A = 10\log_{10}\left[1+\left(\frac{f}{f_C}\right)^{2K}\right]$$

حيث:

f= التردد لفقد إدراج يبلغ **"A"** ديسبل

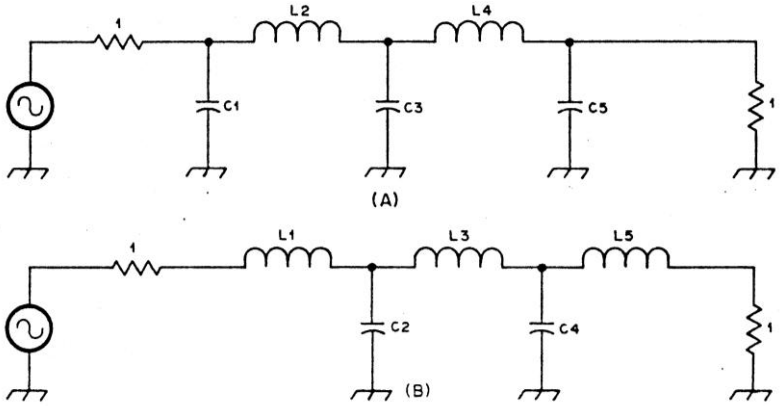
f_C= التردد لفقد إدراج **3.01dB**

K= عدد عناصر **elements** الدائرة.

شكل مرشح التمرير الواطئ **low-pass** بتروورث **Butterworth** موضح في الجانب الأيسر من الشكل**75B**. ترى أيضاً في الشكل**75B** طراز آخر يشبهه ولكن يسمح بوجود تعرجات في الحزمة الممررة، هنا تجد خصائص التمرير العالي -**high pass characteristic** موضحة في استجابة مرشح تشبي شيف **chebyshev**).

وكما تلاحظ من خلال العلاقة فإن زيادة عدد العناصر ينتج عنه أن استجابة المرشح تقترب من المنحنى المثالي للتمرير الواطئ.

وكمثال، فإن مرشح من **20** عنصراً قد صمم لتردد قطع عند **4.3MHz** بمقدار **3.01-dB** يمتلك فقد إدراج **insertion-loss** بمقدار **0.23dB** عند **4MHz**، وفقد **loss** يبلغ **84.7dB** عند تردد **7MHz**. وعلى أي حال، عملياً نجد صعوبات تجعل هذا المرشح صعب البناء جداً. وبعض الحلول الوسط تكون غالباً مطلوبة بين أحسن استجابة ترددية نظرياً وبساطة البناء.



الشكل٧٦ مخطط لمرشح تمرير واطئ نوع Butterworth **لاحظ الجدول** 10 **لقيم العناصر.**

قيم العناصر Element Values

ما أن يتم إدراك عدد العناصر، حتى تتم معرفة **K**، الخطوة القادمة في إيجاد هيئة الشبكة المطابقة إلى **K**. جداول المرشحات في بعض الأحيان تضع بعض المنحنيات التي تمكن المستخدم أن يختار تردد الاستجابة المرغوب بالإضافة إلى استعمال العلاقات.

ما أن نجد المنحنى الذي يقابل فقد الإدراج لأقل عدد من العناصر لتمرير الحزمة **Band-pass** ولرفض الحزمة **stop-band**، إذاك يصنع المرشح **filter** حول قيمة **K** المطابقة. الجدول **10** يقدم لنا قيم معتدلة للعناصر إزاء قيم **K** من **1** إلى **10**. هذا الجدول لمصدر إشارة يمتلك مقاومة خروج **1Ω** ومقاومة حمل بنفس القيمة (الرادة **reactance** مساوية للصفر) و **3.01dB** لتردد قطع يبلغ واحد تردد دائري **radian 1** لكل ثانية أي **(0.1592Hz)**. ويوجد لهذه الغاية طريقتين محتملة لتهيئة الدائرة، وهذه تراها في الشكل**76**. هنا تجد مرشح من خمس عناصر معطى كمثال وتجد عناصره موصلة إما توازي **shunt** إلى الحمل الشكل **76A** أو توالي **series** إلى الحمل الشكل**76B** وأي مرشح منهما يمتلك نفس الاستجابة.

بعد أن تم إيجاد القيم لمرشح النموذج الأولي ذو ممانعة الدخول والخروج ذات **1-Ohm** وتردد **1-radian** لكل ثانية، فإن القيم المطابقة لمستوى (التردد / الممانعة الحقيقية) يمكن أن تستخرج (لاحظ القسم **(frequency & impedance scaling**).

قيم الحث **inductance** للنموذج الأولي والسعة تضرب في النسبة ($\frac{0.1592}{f_C}$) عندما **3.01-dB** f_C الحقيقية لتردد القطع. بعد ذلك يتم ضرب هذا الرقم بمقاومة الحمل في حالة أن المحاثة قد قسمت على مقاومة الحمل إذا كان الحمل سعة. مثلاً، المرشح في المثال السابق هو تصميم لثلاثة عناصر (**K** مساوية لـ **3**)، ويمكن للقارئ أن يتحقق من قيم المكونات لـ f_C تبلغ **6MHz** ومقاومة حمل **52Ω**.

العلاقة لتغيير الممانعة والتردد من **1-ohm** و **1-radian** لكل ثانية الخاصة بالنموذج الأولي **prototype** إلى بعض المستوى المرغوب يمكن أن نكتبها لتصبح ملائمة:

$$L = \frac{R}{2\pi f_C} L_{Prototype}$$

$$C = \frac{1}{2\pi f_C R} C_{Prototype}$$

حيث **R=** مقاومة الحمل بالأوم

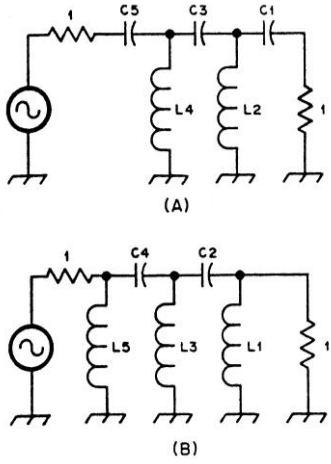
f_C**=** تردد **3.01-dB** المرغوب بالهرتز.

ثم تعطى **L** و **C** قيم عنصر الدائرة الحقيقي بالهنري والفاراد بالمصطلح **Prototype element values** من الجدول **10**.

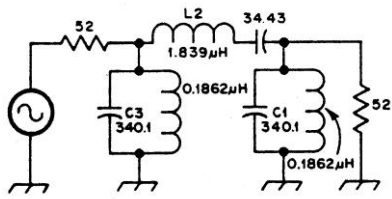
مرشحات بتروورث ذات التمرير العالي

High-pass Butterworth Filters

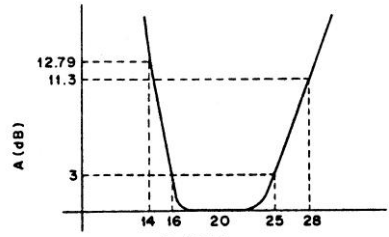
الفائدة من النموذج الأولي لمرشح التمرير الواطئ **Low-Pass** لا تنتهي إلى هنا. فإذا ما تم تطبيق العلاقات التالية على قيم النموذج الأولي، يمكن الحصول على عناصر الدائرة لمرشح التمرير العالي **high-pass filter**. المرشحات المبينة في الشكل**77A** و **B**، والتي توافق الشكل**76A** و **B** في الجدول**10**.



الشكل٧٧ شكل الشبكة لمرشح Butterworth **للتمرير العالي. النموذج الأولي** prototype **للتمرير العالي يمكن تحويله كما في الشرح.**



(A)



(B)

الشكل٧٨ مرشح تمرير حزمة نوع Butterworth. **قيم السعات بلبيكوفراد.**

معادلات الحصول على قيم دائرة التمرير العالي **high-pass circuit values** في مصطلحات النموذج الأولي **Prototype** للتمرير الواطئ **low-pass values** معطاة من خلال:

$$C = \frac{1}{R2\pi\, f_C C_{prot.}}$$

$$L = \frac{1}{2\pi\, f_C L_{prot.}}$$

ومنحنى استجابة التردد يمكن أن نحصل عليه من:

$$A = 10\log\left[1+\left(\frac{f_C}{f}\right)^{2K}\right]$$

وكمثال، مرشح تمرير عالي يتألف من ثلاثة عناصر، f_C ذات **3.01-dB** عند تردد **6MHz** ومقاومة الحمل **52Ω**، فيه **C1** و **C3** ذات **510pF** و **L2** ذو حث (**0.6897uH**). فقد الإدراج عند **3.5** و **7** ميكا هرتز سيكون **14.21** و **1.45** ديسبل على التوالي.

مرشحات بتروورث لتمرير الحزمة

Butterworth Band-pass Filters

مرشحات تمرير الحزمة ممكن أن تصمم كذلك من خلال استعمال الجدول **10**. ومما يؤسف له أن العملية لا تصل إلى الغاية بشكل مباشر كما هي بالنسبة لمرشحات التمرير الواطئ والعالي عند محاولة الحصول على تصميم عملي.

ومرشح التمرير الواطئ في جوهره يكون في رنين عند بعض تردده المركزي حيث تجد أن تردد القطع **3.01-dB** موجود على كامل عرض الحزمة للمرشح. نسبة عرض الحزمة **Bandwidth** إلى التردد المركزي يجب أن تكون كبيرة؛ وإلا ستميل قيم المكونات إلى صعوبة التحكم بها.

بينما توجد اختلافات عديدة في وصف مثل هذه المرشحات، فإن الجانب الأكثر فائدة يتمثل في إدراك نهاية التردد العلوية والسفلية **Upper and lower frequency** للتضاؤل المعطى.

التردد المركزي وعرض الحزمة سيتم استخراجه من:

$$f_O = \sqrt{f1 f2}$$

$$BW = f2 - f1$$

إذا كان عرض الحزمة الموصوف هو ليس **3.01-dB Bandwidth (BW_C)** فيمكن استخراج عرض الحزمة هذا من :

$$BW_C = \frac{BW}{(10^{0.1A}-1)^{\frac{1}{2K}}}$$

في حالة الاستجابة من نوع بتروورث **Butterworth response** أو من جداول المنحنيات. **A** تمثل التضاؤل المطلوب عند تردد القطع.

ترددات القطع العلوية والسفلية (f_{CU} و f_{Cl}) تستخرج من:

$$f_{Cl} = \frac{-BW_C + \sqrt{(BW_C)^2 + 4f_O{}^2}}{2}$$

و

$$f_{CU} = f_{Cl} + BW_C$$

الطريقة الأكثر ملائمة تتمثل في التقاط عرض حزمة **3.01-dB** (كلما كانت أعرض كانت أحسن) حول تردد مركزي ما **Some Center frequency** ونحسب التضاؤل **Attenuation** عند الترددات الأخرى التي نحتاجها من خلال المتحولة **Transformation**:

$$\frac{f}{f_C} = \left| \left(\frac{f}{f_O} - \frac{f_O}{f} \right) \frac{f_O}{BW_C} \right|$$

والتي يمكن أن نستعيض عنها بصيغة فقد الإدراج **insertion-loss formula** أو جدول المنحنيات **table of curves**.

مثال، افرض انك تريد أن تبني مرشح تمرير حزمة **Band-pass filter** لحزمة الهواة المبتدئين **Novice** ذات الخمسة عشر متراً **15-meter** (**20MHz**) وذلك لتقليل احتمال حدوث الإشعاع على الحزم **14MHz** و **28MHz**. في البداية نختار **16MHz** و **25MHz** بمثابة نقاط **3.01-dB** ، ونعطي عرض حزمة للـ (**3-dB**) بمقدار (**9MHz**).

لهاتين النقطتين، f_O ستكون **20MHz**. من الدارج عمليا تسوية عدد فروع العناصر أو مرنانات المرشح **resonators filter** إلى كيان حسابي **mathematical entities** معين يسمى الأقطاب **poles**، وعدد الأقطاب هو قيمة **K** لغرض الاستعمال هنا. لمرشح من ثلاثة أقطاب ستكون (**K = 3**). وفقد الإدراج يكون **12.79** و **11.3** ديسبل **dB** عند **14** و **28** ميكا هرتز على التوالي.

C1 و **C3** و **L2** سيتم حسابها حينئذ من مرشح تمرير واطئ ذو **9MHz** والعناصر لهذا المرشح في رنين عند **20MHz** كما تلاحظ في الشكل**78A**. شكل الاستجابة **response shape** قد جرى رسمه في الشكل**78B**، ويبدو إنه غير متشابه حول f_O. وعلى الرغم من هذه الحقيقة يقال لمثل هذه المرشحات إنها مرشحات متشابهة. وإذا ما تم رسمها **plotted** باستعمال مدرج ترددات لوغاريتمي، سيظهر التشابه للعيان. وتبعاً لهذا فإن استعمال الرسم اللوغاريتمي **logarithmic plot** سيكون خير عون لتصميم مرشحات من هذا النوع.

فحص قيم المكونات يبين لنا أن المرشح عندما نحاول أن ننشئه عملياً نجده غير مرتب أو نجد فيه إهمال لبعض النواحي التي يستند إليها إنشاء مرشح. فبالإضافة إلى استعمال متسعة مفردة ذات قيمة **340.1**، فإن ربط قيم أصغر على التوازي سينصح به. مواجهة الصعوبات من هذا النوع تمثل معظم صعوبات بناء المرشحات؛ ونتيجة هذا ستحدث بعض الخسائر وسنضطر إلى أن نتحرى طريق وسط بين الأداء **performance** والتعقيد **complexity** وسهولة البناء **ease of construction** وهذا هو المطلوب غالباً.

مرشحات عصرية إضافية

Additional Modern Filters

مرشحات بتروورث **Butterworth** تستعمل للحصول على عدة نقاط مهمة مثل منحنى استجابة مستقيمة لحزمة التمرير **Flat pass-band responce**، حسن السلوك مع خصائص إزاحة الطور **Phase-shift characteristics** وتوفيق مضبوط للممانعات. وعلى أي حال فإن في هذا النوع من المرشحات تحديدين.

لعدد معطى من العناصر، يكون معدل التضاؤل **roll-off) rate of attenuation** عند التحول من الحزمة هو ليس بالقوة التي يمكن الحصول عليها مع بعض التصاميم الأخرى على نفس الدرجة من التعقيد.

.....

إيضاح

Roll off : زيادة التوهين بالتدريج أثناء تغيير التردد في كل من الاتجاهين، وراء الجزء المسطح من المنحنى المميز لاستجابة السعة أو التردد لجهاز أو مركّبة.

.....

بالإضافة إلى أن نسبة السعات **Ratio of Capacitances** ثابت عند رقم قد لا يعطي نتيجة عند القيم العملية والقياسية للمكونات.

يمكن للمكونات أن تركب أو تؤلف **Synthesized** من خلال توصيل عدة متسعات على التوازي، ولكن هذه العملية قد تنشئ رنين طفيلي عارض **Parasitic resonances** والذي يدمر بقوة خصائص

characteristics حزمة التمرير **Band-pass** وحزمة المنع **Band-stop**.

في التطبيقات التي تتطلب قطع **cut-off** أكثر حدة أو عندما يمكن التسامح مع بعض الاستجابة إلى التعرجات وعدم التوافق في ممانعة حزمة التمرير، فإن تصميم تشبي شيف **Cheby shev** يمكن حينئذ أن يؤخذ بنظر الاعتبار.

إذ إن استعمال نسب مختلفة للسعات **Capacitance retios** يصبح أمراً محتملاً، ويعتمد ذلك على التعرجات المسموح بها. العديد من هذه النسب تنتج عنها متسعات ذات قيم قياسية **Standard-Value** (ترد المكونات من المصنع منتجة ومرتبة وفق قيم تصاعدية هذه القيم تسمى قيم قياسية وهي تختلف من مصنع إلى آخر، وكلما تمضي السنون نجد هذه القيم تتشابه بين المصانع المختلفة)، والتي بدورها تبسط دوائر المرشحات على درجة كبيرة وتقلل أسعار الكلفة لها.

طراز آخر من المرشحات العصرية، ويسمى **Elliptic filter** ويستعمل هذا المرشح في الحالة التي تتطلب قطع شديد جداً **extremely sharp cutoff** مع واحدة أو أكثر من العقد ذات العمق اللانهائي **infinitely deep notches stopband**. ومثل مرشح التشبي شيف، فإن بارمترات التصميم يمكن معالجتها لإنتاج دوائر تمتلك على الأقل بعض القيم القياسية للمتسعات.

.....

إيضاح معنى

بارامتر **Parameter** كمية متغيرة القيمة :

(كمية يمكن بواسطتها تحديد قيم مطلقة، مثل قيمة تيار ترانزستور، أو منحنى صمام مميز، أو قيمة مركبة في دائرة معينة، وفي العادة لا يتغير البارامتر خلال مجموعة ظروف معينة).

.....

تصميم مرشحات الملف والمتسعة الغير فعالة

Passive LC Filter design

النص التالي بقلم **Ed Wetherhold, W3NQN** وقد تم تشذيبه هنا من ورقة حاملة للعنوان **"Simplified passive LC filter design for the EMC engineer"**

إجراءات تصميم المرشح المقدمة هنا تستعمل ثمانية جداول محسوبة بالكومبيوتر لبرامترات الأداء وقيم المكونات لـ **5** و **7** أفرع لمرشحات **Chebyshev** وخمسة أفرع لمرشحات **elliptic** ذات **50Ω**. الجداول تمكننا من الاختيار بسرعة وسهولة لمرشحات **Passive LC Filters** غير فعالة متساوية الإفناء **equally-terminated** للتطبيقات التي يكون فيها الاستجابة إلى التضاؤل **attenuation response** تحت الاهتمام الأول.

كل المتسعات في تصاميم **designs** من نوع **Chebyshev** والثلاث متسعات الغير رنينية **three non-resonating** في تصاميم **elliptic** تمتلك قيم قياسية، وتجدها على رف محلات بيع المكونات وهذا لتسهيل بناء المرشحات. كذلك فإن الجداول تغطي فقط **1** إلى **10** ميكا هرتز من مدى الترددات، حيث يمكن من خلال إجراء بسيط تحريك مدى التدريجات عَشريا واستخراج تصاميم ذات متسعات قياسية القيم **Standard-value capacitor (SVC)** لأي مستوى ممانعة وأي تردد قطع **Cutoff frequency**.

مقدمة Introduction

هواة الراديو **Radio Amateur** يحتاجون باستمرار مرشحات من ملف ومتسعة **LC** قد أفنيت بشكل متساو **equally-terminated** لتطبيقات غير متشددة مثل، مضائلة التوافقيات **harmonic attenuation** أو الاختيار الابتدائي للمضخمات الابتدائية عريضة الاستجابة **Wideband preamplifier** حيث تكون الاستجابة إلى اتساع الإشارات الجيبية **Sinusoidal signals** في الاهتمام الأول.

يمكن الحصول في الغالب على التصميم المناسب من خلال تعديل التدريجات (أي تنسيبها حسب احتياجاتنا) وتسمى هذه العملية **Scaling** ويتم ذلك بضربها في عامل التدريج **Scale factor** لتصاميم التمرير الواطئ الاعتيادية لتناسب التردد المطلوب والممانعة. هذه التصاميم قد نشرت في عدة مصادر معروفة بشكل جيد لناشرين مثل **Geffe** و **White** وآخرين. [1,2,3,4,5]

الجداول الاعتيادية في المرجعين الأوليين قد استندت إلى مستويات محددة لأعظم تضاؤل لضغط

تعرجات حزمة التمرير **maximum passband ripple attenuation**. بينما الجداول في المراجع الثلاثة الأخيرة قد استندت إلى التزايد الاعتيادي لعامل الانعكاس **regular increments of reflection coefficient**. كذلك فإن التدريج **Scaling** وإجراءات التحويل **transformation procedures** المستعملة مع جداول التمرير الواطئ الاعتيادية هي ذات تناسب مباشر **relatively straightforward**، حسابات التحويل **transformation** والتدريج **Scaling** توفر فرص غير مرغوبة للأخطاء. قيم المتسعات المحسوبة ستتغير ليس وفقاً للقيم القياسية، وبهذا يصبح بناء المرشح معقداً.

لمعظم تطبيقات الترشيح الغير متشددة، لا يكون من الضروري أن تردد القطع **cutoff frequency** يوافق بالضبط تردد القطع المرغوب، وأن انحراف مقداره **5%** أو نحو ذلك بين التردد الحقيقي وتردد القطع المرغوب يعتبر مقبولاً. في هذه الحالة يكون من العملي والأكثر ملائمة استعمال جداول التصاميم المستندة إلى قيم المتسعات القياسية **Standard capacitor values** بدلاً من تضاؤل تعرجات حزمة التمرير **pass-band ripple attenuation** أو معامل الانعكاس **reflection coefficient**.....

إيضاح معنى

معامل الانعكاس **reflection coefficient** وتسمى كذلك **mismatch factor** وتسمى **reflection factor** وتسمى أيضاً **transmission factor** (وهو نسبة كمية معينة مرتبطة بموجة منعكسة إلى الكمية المناظرة في الموجة الساقطة عند نقطة معينة، في حالة تردد معين، ونسق إرسال معين).

.....

القيم القياسية المستعملة في حسابات تصميم المرشح

Standard values used in filter design calculation.

المتسعات **Capacitors** متوفرة تجاريا في سلسلة خاصة من القيم المفضلة لها تعيينات المنتج **E12** (ذو سماح **tolerance** إزاء الخطأ يبلغ **10** %) و **E24** (لها سماح يبلغ **5** %)[6]. الرقم المصاحب للـ **E** هو القوة التي رفعت إليها الـ **10** للحصول على خطوة الضرب لسلة الإنتاج.

عن طريق حساب قيم مكونات **Chebyshev** و **elliptic** المستندة إلى العديد من النسب للقيم القياسية للمتسعات، ومن خلال استعمال مستوى ممانعة مقداره **50** أوم، فإن بارمترات عدد كبير من التصاميم يمكن حسابها وجدولتها للامتداد العشري **10-1** ميكاهرتز وبسبب العدد الكبير للمتسعات ذات القيم القياسية **Standard value capacitors** (**SVC**) التي تتضمنها تصاميم هذا الامتداد العشري، فإن التزايد في تردد القطع **Cutoff** من أحد التصاميم إلى التالي سيكون صغيراً بما يكفي لذا فإن أي تردد قطع مطلوب يمكن الوصول إليه. استعمال هكذا جدول، واختيار التصميم الملائم يتضمن مسح عمود ترددات القطع لنجد تصميم يمتلك تردد قطع قريب قدر الإمكان ليوافق تردد القطع المرغوب.

جداول تصميم بقيم المتسعات القياسية للمرشحات نوع تشبي شيف و إليبتيك.

Chebyshev and Elliptic SVC design tables :

مرشحات التمرير الواطئ والتمرير العالي ذات **5** و **7** عناصر نوع **Chebyshev** وتصاميم مرشحات نوع **elliptic** ذات **5** أفرع قد تم انتخابها للجدولة بسبب إنها سهلة البناء ومرضية لأغلب متطلبات الترشيح غير المتشددة، عندما تكون الاستجابة إلى الاتساع **Amplitude response** في المقام الأول. ابتداءً تم حساب التصاميم ذات **50** أوم وجرى تقديمها في ثمانية جداول خمسة منها لأنواع التمرير الواطئ **low-pass** (الجداول **11** إلى **15**) وثلاثة لأنواع التمرير العالي (الجداول **16** إلى **18**) مع ترددات قطع **Cutoff frequency** تغطي امتداد عشري **decade** من **1** إلى **10** ميكا هرتز. مع مخطط يوضح شكل المرشح القابل للتطبيق ومنحنى استجابة التضاؤل **Attention response curve** يرافق كل جدول.

بالإضافة إلى قيم المكونات ستجد بيانات التضاؤل المقابلة للتردد ونسبة الموجة الواقفة **SWR** مضمنة أيضا في الجدول. تضاؤل تعرجات حزمة التمرير **Pass-band attenuation ripple** هي كذلك واطئة في اتساعها إذ إنها مغمورة في فقد المرشح

filter losses وغير قابلة للقياس. لهذا السبب لا نراها في منحنى الاستجابة.

جداول التمرير الواطئ Low-pass tables

الجداول **11** و **12** للتمرير الواطئ ذات **7** و **5** عناصر نوع **Chbyshev** ذات متسعة عند الدخول والخروج. هذا الشكل عموماً مفضل على الذي يمتلك محاثة **Inductor** عند الدخول والخروج وذلك لإقلال عدد المحاثات، وعندما تقل ممانعة الدخول مع زيادة التردد في مرشحات منع الحزمة فلا تحدث مشاكل.

الجداول **13** و **14** هي أيضاً لتطبيقات التمرير الواطئ، ولكن مع شكل ذو محث **Inductor** عند الدخول والخروج. هذا الشكل مفيد عندما يتعين على ممانعة المدخل أن ترتفع لمرشح منع الحزمة **Stop band** مع زيادة التردد. وكمثال، بعض مضخمات التردد الراديوي ذات الترانزستور قد تصبح غير مستقرة **Unstable** عندما تغذى بمرشح للتمرير الواطئ ذو استجابة منع حزمة مع نقصان ممانعة الدخول عند زيادة التردد.

في هذه الحالة فإن الشكل ذو المحاثة في المدخل **Inductor-input** يقضي على حالة عدم الاستقرار.[7] في تصاميم الجدول **13** وبسبب أن ما مطلوب هو قيمة متسعة واحدة فقط، يبدو لنا أن نستعمل قيم محاثات لـ **L1** و **L5** هي قيم قياسية أيضاً.

الجدول **15** لمرشحات التمرير الواطئ نوع **elliptic** ذو خمسة أفرع **5-branch** مع متسعة عند المدخل والمخرج وفيه المتسعات غير الرنينية **C1** و **C3** و **C5** ذات قيم قياسية. الشكل الآخر ذو المحاثات عند الدخول والخروج نوع **elliptic** نادراً ما يستعمل، لذا ستجد الجدول لا يشتمل عليه.

الجداول **16** و **17** و **18** لمرشحات التمرير العالي **high-pass** نوع **Chebshev** ذات الخمسة وسبعة عناصر **7-elements and 5-**، والمرشحات نوع **elliptic** ذات الأفرع الخمسة **5-branch** في شكلها ذو المتسعة في المدخل والمخرج **input / output**.

بسبب أن الشكل ذو المحث **inductor** في المدخل والمخرج نادراً ما يستخدم، لذا لم يشتمل عليه الجدول. وكما مع مرشح التمرير الواطئ نوع **elliptic** فإن المتسعات **C1** و **C3** و **C5** في مرشح التمرير العالي **High-pass** نوع **elliptic** هي فقط تمتلك قيم قياسية.

تغيير تدريجات الجداول، لتناسب مدى ترددات وممانعات أخرى.

Scaling the tables to other frequencies and impedances :

الجداول المبينة ذات امتداد ترددي عشري **1-10 decade MHz** وذات إفناء متساو عند المدخل والمخرج بمقدار **50-Ohm**.

التصاميم يمكن تحريكها بسهولة إلى ترددات عشرية **decade** أخرى ولمستويات ممانعة متساوية الإفناء أخرى **equally terminated impedance**، وعلى أي حال فإن هذه العملية تجعل الجداول بمثابة وسيلة تصميم عامة لأصناف المرشحات التي تتضمنها.

إعادة تدريج التردد ***Frequency Scaling:***

لتدريج التردد وقيم المكونات إلى المديات العشرية **Decades 10-100** أو **100-1000** ميكاهرتز، اضرب كل الترددات المدرجة في الجدول في **10** أو **100**، على التوالي، واقسم كل قيم **C** و **L** على نفس الرقم.

البيانات المقابلة لـ A_S و **SWR** تبقى بدون تغيير. ولإعادة تدريج الترددات لأحد جداول المرشحات نزولاً إلى المديات العشرية **decade** مثل **1-10** كيلو هرتز و **10-100** كيلوهرتز أو **0.1-1** ميكاهرتز، نقسم التردد الموجود في الجدول على **1000** أو **100** أو **10** على التوالي ونضرب قيمة المكونات بنفس الرقم. ومن خلال تغيير ترويسة **Heading** التردد من **"MHz"** إلى **"KHz"** ومن **"PF"** و **"uH"** إلى **"nF"** و **"mH"**، فإن الجداول ستتغير بسهولة من المدى العشري **1-10MHz** إلى المدى العشري **1-10KHz**، ويمكن قراءة قيم الجدول بشكل مباشر. مستوى الممانعة **impedance level** لا يزال عند **50** أوم، وقد تكون لهذا السبب قيم المكونات غير مريحة. ويمكن تصحيح هذه الحالة من خلال زيادة

مستوى الممانعة لعشر مرات باستعمال إجراء الارتقاء بتدريج الممانعة المشروح فيما يلي.

تدريج الممانعة *Impedance Scaling*

كل التصاميم الموجودة في الجدول يمكن تدريجها بسهولة إلى مستويات ممانعة غير **50** أوم مع الإبقاء على القيم المريحة للمتسعات القياسية و "صيغة المسح **Scan mode**" التي اعتمدت للتصاميم المنتخبة. فإذا كان مستوى الممانعة المرغوبة الجديد يختلف عن **50** أوم بمقدار العامل **0.1** أو **10** أو **100** فإن ممانعة الخمسين أوم **Ohm 50** الخاصة بالتصميم يتم تدريجها من خلال تغيير موقع الفارزة العشرية لقيم المكونات. والبيانات الأخرى تبقى بلا تغيير.

مثال، إذا ما تم زيادة مستوى الممانعة لعشر أو مائة مرة (إلى **500** أو **5000** أوم) ، فإن الفارزة العشرية للمتسعة قد أزيحت إلى اليسار موقع واحد أو موقعين وموقع الفارزة العشرية للمحاثة **inductor** قد أزيح إلى اليمين موقع واحد أو موقعين. ومع زيادة الممانعة فإن قيم المتسعات تصبح أصغر وقيم المحاثات تصبح أكبر. والعكس صحيح إذا جرى إقلال للممانعة.

عندما يختلف مستوى الممانعة المرغوبة عن القيمة القياسية للخمسين أوم بعامل مثل **1.2** أو **1.5** أو **1.86** نستعمل إجراء التدريج **Scaling** التالي:

١- احسب نسبة تدريج الممانعة **R**

$$R = \frac{Z_X}{50}$$

عندما تكون Z_X هي مستوى الممانعة الجديدة بالأوم.

٢- استخرج تردد القطع **Cutoff frequency** (F_{50CO}) للمرشح "التجريبي **trail**" ذو **50** أوم عندما

$$F_{50CO} = R \times F_{XCO}$$

حيث **R** هي نسبة تدريج الممانعة و F_{XCO} هو تردد القطع المرغوب للمرشح عند مستوى الممانعة الجديد.

٣- من جدول قيم المتسعات القياسية **SVC** اختر تصميم يمتلك تردد قطع أقرب ما يكون إلى قيمة تردد القطع المحسوب F_{50CO}. قيم المتسعات المدرجة في الجدول لهذا التصميم تؤخذ مباشرة، ولكن التردد وقيم المحاثات يجب أن تدرّج إلى قيم الممانعة الجديدة.

٤- استخرج قيمة F_{XCO} المضبوطة عندما

$$F_{XCO} = \frac{F'_{50CO}}{R}$$

و F'_{50CO} هي تردد القطع في الجدول للتصميم المنتخب. احسب الترددات الأخرى للتصميم بنفس الطريقة.

٥- احسب قيم المحاثات **inductor** للمرشح الجديد بضرب قيم المحاثات في الجدول للتصميم المختار بمربع نسبة التدريج **Scaling Ratio (R)**.

مثال، افرض أن المطلوب مرشح التمرير الواطئ **low-pass** من نوع **elliptic** ذو ممانعة **600** أوم وتردد قطع **1.0KHz**. جدول مرشحات **elliptic** للتمرير الواطئ، مدرّج ترددياً من **1** إلى **10** كيلو هرتز عشري من خلال تغيير ترويسات الجدول إلى **KHz** و **nF** و **mH**. يتم بعد ذلك اختيار التصميم المناسب لتدريجه إلى **60** أوم. تصميم الـ **60** أوم يتم تدريجها بعد ذلك إلى **600** أوم بإزاحة الفارزة العشرية لإتمام إجراء التدريج. فيما يلي ندرج حسابات هذا المثال، باستعمال الخطوات الخمسة الموصوفة بعاليه. (تقرأ العلاقات من اليمين إلى اليسار)

١- $$1.2 = \frac{60}{50} = \frac{Z_X}{50} = R$$

٢- $$1.2Khz = 1.0KHz \times 1.2 = F_{50CO}$$

٣- من الجدول **elliptic low-pass** (الجدول**15**) نجد التصميمين **5** و **10** يمتلكان ترددات القطع **Cutoff frequencies** هي الأقرب إلى F_{50CO} للـ **1.2KHz**، وأي واحد من التصميمين يعتبر مناسباً. وتم اختيار التصميم رقم **5** بسبب انتقائيته الجيدة. قيم المتسعات المدرجة في الجدول هي **2200nF** و **3900nF** و **1800nF** و **271nF** و **779nF** يتم استنساخها مباشرة.

٤- جميع ترددات التصميم النهائي تحسب عن طريق قسمة ترددات الجدول (بالكيلوهرتز) للتصميم **5** على نسبة تدريج الممانعة **impedance scaling ratio** البالغة **1.2** :

$$F_{CO} = 1.27 \div 1.2 = 1.06$$

$$F_{3dB} = 1.45 \div 1.2 = 1.21$$

$$F_{AS} = 2.17 \div 1.2 = 1.88$$

لاحظ إن تردد القطع لـ **1.0** كيلوهرتز كان مرغوبا، ولكن تردد القطع البالغ **1.06** كيلوهرتز قبلناه لملائمته للتبادل عند استعمال قطع المكونات ذات القيم القياسية **SVC** لإنفاذ التصميم.

٥- قيم المحاثات **L2** و **L4** للتصميم رقم **5** قد جرى تدريجها إلى **60** أوم بضربها بمربع نسبة الممانعة حيث **R= 1.2** و **R^2=1.44** :

$$L_2 = 7.85mH \times 1.44 = 11.3mH$$

$$L4 = 6.39mH \times 1.44 = 9.20mH$$

الآن قد جرى تدريج ممانعة التصميم ذو **60Ω** إلى **600Ω** من خلال زحزحة الفارزة العشرية إلى اليسار لقيم المتسعة وإلى اليمين لقيم المحاثة. قيم المكونات النهائية التي جرى تدريجها لمرشح الـ **600Ω** هي :

C1= 0.22uF	C4= 77.9nF
C3= 0.39uF	L2= 113mH
C5= 0.18uF	L4= 92.0mH
C2= 27.1nF	

كيف نستعمل جداول المرشحات

How to use the filter tables:

مستوى الممانعة *50-Ohm*

قبل اختيار تصميم المرشح، يجب معرفة البارامترات المهمة للمرشح، مثل النوع **High-pass** أو **Low-pass** وتردد القطع **Cutoff frequency** ومستوى الممانعة **Impedance level**، عنصر الدخول المفضل **Preferred input element** متسعة أم ملف (وهذا متوفر للنوع **Low-pass** فقط)، والتضاؤل التقريبي المطلوب لحزمة المنع **approximation of the required stop-band attenuation**. ومن الواضح لنا أي جدول سنستعمل لتطبيقات التمرير الواطئ **low-pass** والتمرير العالي **High-pass**، ولكن ليس من الواضح أياً من هذه التصاميم ممكن أن نختاره ليكون الأمثل في تطبيقنا.

بشكل عام، يفضل نوع **Chebyshev** على **elliptic** وذلك بسبب أن **Chebyshev** لا يحتاج إلى تنغيم المحاثات **inductors**؛ وإذا كان التدرج النسبي لارتقاء التضاؤل غير مرضي، يمكن عندها أخذ مرشح **elliptic** بنظر الاعتبار.

عند ترشيح الترددات السمعية **Audio filtering** تفضل تصاميم **elliptic** ذات القيم المرتفعة لنسبة الموجة الواقفة **SWR** وذلك لأن هذه التصاميم تمتلك تضاؤل حاد (أبتر **abrupt**) أكثر بكثير من **chebyshev**.

ولتطبيقات الترددات الراديوية **RF**، فإن قيم **SWR** أقل من **1.2** ينصح بها لإقلال الانعكاس الغير مرغوب به. نسبة الموجة الواقفة **SWR** المنخفضة مهمة أيضاً عند تعاقب **Cascading** مرشحات التمرير العالي والتمرير الواطئ للحصول على استجابة تمرير الحزمة **band-pass** بعرض أكثر من أثنين أوكتاف **Octaves**. وكل مرشح سيعمل كما متوقع إذا أفني بشكل جيد، ولكن هذا يحدث فقط إذا كان كلا التصميمين يمتلكان ممانعة خط ثابتة نسبياً ومصاحبة إلى **SWR** منخفضة.

معرفة نوع المرشح والاستجابة التي نحتاجها، انتخاب جدول التصميمات الأكثر ملائمة للتطبيق استناداً إلى الأسس التجريبية **On a trail basis**. ومن الجدول المختار إعادة تدريج بيانات **1** إلى **10** ميكاهرتز إلى التردد العشري المرغوب، وابحث في عمود تردد القطع لقيمة أقرب ما تكون لتردد القطع المرغوب.

بعد أن نجد تصميم محتمل، افحص مستويات تضاؤل منع الحزمة **Stop-band attenuation levels** لترى إن كانت مرضية. بعد ذلك افحص نسبة الموجة الواقفة **SWR** لترى هل هي ملائمة للتطبيق أم لا. وفي النهاية، افحص قيم المكونات لتر إن كانت ملائمة ومريحة.

مثال ذلك، في مدى الترددات السمعية **Audio-frequency**، قيم المتسعات يحتمل أن تكون بالمايكروفراد **microfarad**، والمتسعات بهذا الحجم متوفرة فقط ضمن سلسلة القيم القياسية **E12**. ثم

صلهم حسب المخطط المبين في الجدول الذي تم اختيار التصميم منه.

مستويات الممانعة غير الخمسين أوم

Impedance level other than 50 Ohms.

أولاً احسب تصميم مرشح تجريبي **"trail"** مستخدماً إجراء تدريج الممانعة **impedance scaling procedure** الذي أوضحناه فيما سبق.

ثم ابحث عن جدول مناسب لأحسن توافق **Match** مع المرشح التجريبي ثم قم بتدريج **Scale** التصميم المنتخب إلى مستوى الممانعة المرغوب. في هذه الحالة، فإن صيغة المسح الملائمة لانتخاب مرشح قد استخدمت بغض النظر عن مستوى الممانعة المرغوب.

References

[1] P. Geffe, *Simplified Modern Filter Design* (New York: John F. Rider, a division of Hayden Publishing Co., 1963).

[2] *A Handbook on Electrical Filters* (Rockville, Maryland: White Electro-magnetics, 1963).

[3] R. Saal, *The Design of Filters Using the Catalog of Normalized Lowpass Filters* (Western Germany: Telfunken, 1966).

[4] A. Zverev, *Handbook of Filter Synthesis* (New York: John Wiley & Sons, 1967).

[5] A. B. Williams, *Electronic Filter Design Handbook* (New York: McGraw-Hill, 1981).

[6] *Reference Data for Radio Engineers,* Sixth edition, Table 2, p. 5-3. (Indianapolis, Indiana: Howard W. Sams & Co., 1981).

[7] R. Frost, ''Large-scale S Parameters Help Analyze Stability,'' *Electronic Design,* May 24, 1980.

قائمة بالمصادر السبعة التي أشير إليها في النص.

المعلومات التي يحتويها الشكل **79** إلى **81** والجداول **19** إلى **23** تسمح للقائم بالبناء باختيار تصميم مرشح **Chebyshev** ليلبي احتياجات معينة. وتجد بضمنها المعلومات **information** لكل من مرشح التمرير العالي **high-pass** ومرشح التمرير الواطئ **low-pass** مع تعرجات حزمة التمرير **band-pass ripple 0.1** و **0.1** و **0.01** و **0.001** ديسبل.

هذه الأرقام تخص نسب موجية واقفة **SWR** مرتفعة تبلغ **2.66** و **1.36** و **1.03** على التوالي.

وتتوفر كذلك معلومات اضافية لكلا نوعي المرشحات **T** و **Pi** المبينة في الشكل**80**. عدد عناصر دائرة المرشح تحدد حسب تزايد شدة التوهين المرغوبة إزاء تغيير التردد ويعبر عنه بالانكليزية **desired stop-band frequency roll-off** وسماحية التعرجات المسموح بمرورها عبر الحزمة **tolerable pass-band ripple**. زيادة التوهين إلى الانحدار الشديد **Steeper roll-off** تتطلب عناصر دائرة أكثر وكذلك عند الرغبة بتعرجات أقل عبر حزمة التمرير. تظهر تعرجات حزمة التمرير نفسها بزيادة نسبة الموجة الواقفة **SWR** لحزمة التمرير **Pass-band**.

المرشحات في وضعها الاعتيادي عند تردد **1MHz** وممانعة دخول وخروج **50** أوم. ولترجمة التصاميم إلى ترددات أخرى، قسّم قيم المكونات على التردد الجديد بالميكاهرتز (قيمة **1 MHz** تمثل تردد القطع **"Cut off"**. وهو التردد الذي فوقه يتزايد التضاؤل باطراد لمرشح التمرير الواطئ أو أقل من هذا التردد لمرشح التمرير العالي. هذه الظاهرة يجب أن لا تسبب التباس مع تغيير التضاؤل في حزمة التمرير **Variation in attenuation in the pass-band**).

مثلاً، إذا كانت الرغبة تتمثل في إقلال التوافقيات الخارجة من مذبذب **VFO** عند ترددات فوق **5MHz** (تردد القطع الجديد)، يتعين أن تقسم قيم المحاثات والمتسعات على (5). ويمكن كذلك استعمال مستويات الممانعة الأخرى من خلال ضرب قيم المحاثات في النسبة $\frac{Z_O}{50}$ وضرب قيم المتسعة في $\frac{50}{Z_O}$، حيث Z_O هي الممانعة الجديدة. وهذا العامل يجب أن يطبق بالإضافة إلى تلك التي استعملت عند تحويل التردد **frequency translation**.

ولغرض اختيار تصميم مرشح مناسب، يتعين على القائم بالبناء أن يدرك مقدار التضاؤل المطلوب عند تردد التوافقيات (في حالة التمرير

الـواطئ **low-pass**) أو تـرددات أنصـاف الجـواب **Sub harmonic** (لتطبيقـات التمريـر العـالي -**high pass**).

.....

إيضاح معنى

نصف الجواب **Sub harmonic** :

(كميـة جيبيـة مقـدار ترددهـا عبـارة عـن قاسـم صـحيح لتـردد كميـة أخـرى جيبيـة تعتبـر مرجعـاً، نصف الجواب **Sub harmonic** الثالث يساوي ثلث تردد الموجة الأساسي أو المرجعي).

.....

بالإضـافة إلـى أن القـائم بالبنـاء يجـب أن يـدرك أقصـى كميـة لتعرجـات حزمـة التمريـر **Pass-band ripple** المسموح بها تتبعها نسبة الموجة الواقفة

الجدول ١١ القسم الأول

تصاميم مرشح التمرير الواطئ نوع Chebyshev – 50-ohm Impedance, C-In/Out لقيم المتسعات القياسية نوع E24.

Filter No.	Frequency (MHz)				Max.	C1,5	L2,4	C3
	F_{co}	3 dB	20 dB	40 dB	SWR	(pF)	(μH)	(pF)
1	1.01	1.15	1.53	2.25	1.355	3600	10.8	6200
2	1.02	1.21	1.65	2.45	1.212	3000	10.7	5600
3	1.15	1.29	1.71	2.51	1.391	3300	9.49	5600
4	1.10	1.32	1.81	2.69	1.196	2700	9.88	5100
5	1.25	1.41	1.88	2.75	1.386	3000	8.67	5100
6	1.04	1.37	1.94	2.94	1.085	2200	9.82	4700
7	1.15	1.41	1.95	2.92	1.155	2400	9.37	4700
8	1.32	1.50	2.01	2.96	1.332	2700	8.29	4700
9	1.13	1.50	2.12	3.22	1.081	2000	9.00	4300
10	1.26	1.54	2.13	3.19	1.157	2200	8.56	4300
11	1.39	1.61	2.18	3.21	1.276	2400	7.88	4300
12	1.05	1.62	2.38	3.66	1.028	1600	8.35	3900
13	1.23	1.65	2.34	3.55	1.076	1800	8.19	3900
14	1.39	1.70	2.35	3.51	1.159	2000	7.75	3900
15	1.55	1.79	2.41	3.55	1.295	2200	7.05	3900
16	1.17	1.76	2.57	3.94	1.033	1500	7.70	3600
17	1.27	1.77	2.55	3.88	1.057	1600	7.64	3600
18	1.46	1.82	2.54	3.81	1.135	1800	7.28	3600
19	1.65	1.92	2.59	3.83	1.268	2000	6.64	3600
20	1.88	2.08	2.73	3.97	1.497	2200	5.70	3600
21	1.43	1.94	2.77	4.21	1.068	1500	6.96	3300
22	1.54	1.97	2.77	4.17	1.109	1600	6.79	3300
23	1.76	2.07	2.81	4.17	1.238	1800	6.21	3300
24	2.02	2.25	2.96	4.31	1.470	2000	5.31	3300
25	1.31	2.10	3.11	4.79	1.022	1200	6.43	3000
26	1.48	2.12	3.06	4.68	1.046	1300	6.39	3000
27	1.75	2.19	3.05	4.57	1.135	1500	6.07	3000
28	1.89	2.25	3.08	4.57	1.206	1600	5.77	3000
29	2.19	2.45	3.23	4.71	1.440	1800	4.92	3000
30	1.51	2.34	3.44	5.29	1.026	1100	5.78	2700
31	1.70	2.36	3.40	5.17	1.057	1200	5.73	2700
32	1.87	2.40	3.38	5.10	1.104	1300	5.57	2700
33	2.20	2.56	3.46	5.11	1.268	1500	4.98	2700
34	2.39	2.69	3.56	5.21	1.406	1600	4.53	2700
35	1.75	2.63	3.85	5.91	1.033	1000	5.14	2400
36	1.99	2.67	3.81	5.78	1.072	1100	5.05	2400
37	2.19	2.74	3.81	5.71	1.135	1200	4.85	2400

الجدول١١ القسم الثاني

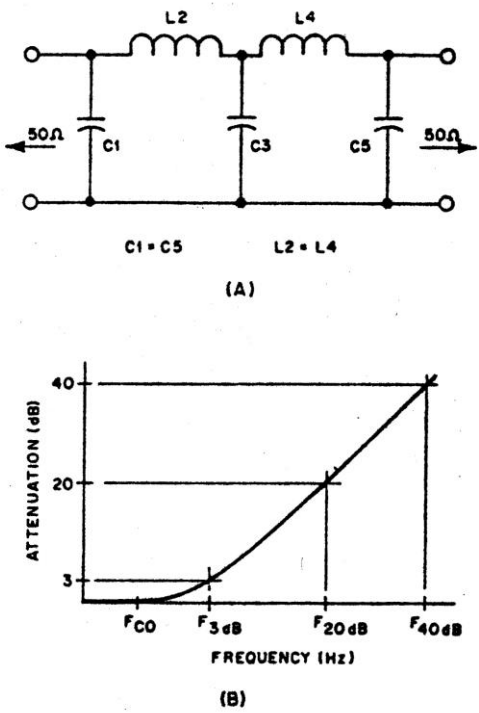
37	2.19	2.74	3.81	5.71	1.135	1200	4.85	2400
38	2.40	2.84	3.86	5.73	1.227	1300	4.55	2400
39	1.89	2.87	4.21	6.47	1.030	910	4.71	2200
40	2.14	2.91	4.16	6.31	1.068	1000	4.64	2200
41	2.39	2.99	4.16	6.23	1.135	1100	4.45	2200
42	2.64	3.11	4.22	6.25	1.238	1200	4.14	2200
43	2.93	3.29	4.36	6.39	1.398	1300	3.71	2200
44	2.05	3.16	4.64	7.13	1.028	820	4.28	2000
45	2.36	3.20	4.57	6.94	1.068	910	4.22	2000
46	2.63	3.28	4.57	6.86	1.135	1000	4.05	2000
47	2.93	3.43	4.65	6.89	1.251	1100	3.73	2000
48	3.29	3.67	4.85	7.07	1.440	1200	3.28	2000
49	2.34	3.51	5.14	7.88	1.033	750	3.85	1800
50	2.63	3.56	5.08	7.71	1.069	820	3.79	1800
51	2.96	3.66	5.09	7.62	1.145	910	3.61	1800
52	3.30	3.84	5.19	7.67	1.268	1000	3.32	1800
53	3.76	4.15	5.45	7.93	1.497	1100	2.85	1800
54	2.70	3.96	5.76	8.82	1.039	680	3.42	1600
55	3.06	4.03	5.71	8.63	1.086	750	3.34	1600
56	3.38	4.14	5.73	8.57	1.159	820	3.18	1600
57	3.82	4.39	5.89	8.67	1.311	910	2.86	1600
58	2.77	4.21	6.18	9.48	1.030	620	3.21	1500
59	3.14	4.26	6.10	9.26	1.067	680	3.17	1500
60	3.51	4.38	6.10	9.14	1.135	750	3.03	1500
61	3.88	4.56	6.20	9.17	1.241	820	2.82	1500
62	4.46	4.95	6.51	9.48	1.473	910	2.41	1500
63	3.39	4.88	7.08	10.8	1.044	560	2.77	1300
64	3.84	4.98	7.02	10.6	1.097	620	2.70	1300
65	4.26	5.14	7.08	10.5	1.181	680	2.55	1300
66	4.79	5.46	7.29	10.7	1.341	750	2.28	1300
67	3.61	5.28	7.68	11.8	1.039	510	2.56	1200
68	4.06	5.36	7.61	11.5	1.083	560	2.51	1200
69	4.55	5.54	7.65	11.4	1.167	620	2.37	1200
70	5.07	5.84	7.84	11.5	1.304	680	2.16	1200

الجدول ١١ القسم الثالث

Filter No.	Frequency (MHz)				Max.	C1,5	L2,4	C3
	F_{co}	3 dB	20 dB	40 dB	SWR	(pF)	(μH)	(pF)
71	3.96	5.76	8.38	12.8	1.041	470	2.35	1100
72	4.39	5.84	8.31	12.6	1.079	510	2.31	1100
73	4.88	6.01	8.33	12.5	1.152	560	2.20	1100
74	5.50	6.34	8.54	12.6	1.293	620	1.99	1100
75	4.40	6.34	9.20	14.1	1.043	430	2.13	1000
76	4.91	6.45	9.13	13.8	1.087	470	2.09	1000
77	5.38	6.62	9.17	13.7	1.154	510	2.00	1000
78	6.00	6.95	9.37	13.8	1.282	560	1.83	1000
79	4.81	6.97	10.1	15.5	1.042	390	1.94	910
80	5.43	7.09	10.0	15.2	1.091	430	1.89	910
81	6.00	7.31	10.1	15.1	1.167	470	1.80	910
82	6.60	7.64	10.3	15.2	1.283	510	1.66	910
83	4.86	7.69	11.4	17.5	1.023	330	1.76	820
84	5.51	7.76	11.2	17.1	1.052	360	1.74	820
85	6.07	7.89	11.1	16.8	1.095	390	1.70	820
86	6.77	8.17	11.2	16.7	1.184	430	1.60	820
87	7.54	8.61	11.5	17.0	1.327	470	1.45	820
88	5.26	8.40	12.4	19.2	1.022	300	1.61	750
89	6.04	8.49	12.2	18.7	1.052	330	1.59	750
90	6.70	8.64	12.2	18.4	1.101	360	1.55	750
91	7.33	8.89	12.3	18.3	1.175	390	1.48	750
92	8.24	9.42	12.6	18.5	1.327	430	1.33	750
93	6.69	9.36	13.5	20.6	1.054	300	1.44	680
94	7.48	9.56	13.4	20.2	1.110	330	1.40	680
95	8.25	9.89	13.6	20.2	1.196	360	1.32	680
96	9.10	10.4	13.9	20.4	1.328	390	1.20	680
97	7.21	10.2	14.8	22.6	1.048	270	1.32	620
98	8.18	10.5	14.7	22.2	1.107	300	1.28	620
99	9.11	10.9	14.9	22.1	1.203	330	1.19	620
100	10.1	11.5	15.3	22.5	1.355	360	1.08	620
101	7.82	11.3	16.4	25.1	1.042	240	1.19	560
102	9.02	11.6	16.3	24.6	1.105	270	1.16	560
103	8.66	12.4	18.0	27.6	1.044	220	1.09	510
104	9.64	12.6	17.9	27.1	1.088	240	1.06	510
105	9.22	13.5	19.6	30.0	1.039	200	1.00	470
106	9.85	14.7	21.5	33.0	1.034	180	0.919	430

تابع الجدول١١ مخطط مرشح

التمرير الواطئ نوع Chebyshev **ذو العناصر الخمسة بمتسعتين عند المدخل والمخرج تراه في** (A). **في** (B) **تشاهد منحنى استجابة التضاؤل العملي** typical attenuation response curve.



الجدول ١٢ القسم الأول

تصاميم مرشح التمرير الواطئ نوع Chebyshev ذو سبعة عناصر، ممانعة الدخول والخروج 50 أوم، متسعة عند المدخل والمخرج، ويستعمل قيم سعة قياسية E24.

Filter No.	Frequency (MHz)				Max.	C1,7	L2,6	C3,5	L4
	F_{co}	3 dB	20 dB	40 dB	SWR	(pF)	(μH)	(pF)	(μH)
1	1.02	1.10	1.31	1.65	1.254	3300	11.2	6200	12.6
2	1.04	1.16	1.40	1.79	1.142	2700	10.9	5600	12.6
3	1.13	1.23	1.45	1.84	1.264	3000	10.1	5600	11.3
4	1.05	1.23	1.51	1.96	1.071	2200	10.3	5100	12.3
5	1.12	1.26	1.53	1.96	1.123	2400	10.0	5100	11.7
6	1.23	1.34	1.59	2.01	1.247	2700	9.29	5100	10.4
7	1.03	1.30	1.63	2.15	1.030	1800	9.52	4700	11.9
8	1.12	1.33	1.64	2.13	1.064	2000	9.50	4700	11.4
9	1.21	1.37	1.66	2.13	1.119	2200	9.27	4700	10.8
10	1.29	1.42	1.70	2.16	1.200	2400	8.82	4700	10.0
11	1.10	1.41	1.79	2.36	1.023	1600	8.68	4300	11.0
12	1.21	1.45	1.79	2.33	1.058	1800	8.71	4300	10.5
13	1.31	1.49	1.81	2.33	1.114	2000	8.50	4300	9.91
14	1.42	1.56	1.86	2.36	1.202	2200	8.06	4300	9.14
15	1.54	1.65	1.93	2.43	1.336	2400	7.39	4300	8.18
16	1.25	1.57	1.97	2.59	1.031	1500	7.90	3900	9.85
17	1.32	1.59	1.97	2.57	1.050	1600	7.91	3900	9.62
18	1.44	1.64	1.99	2.56	1.109	1800	7.73	3900	9.04
19	1.57	1.72	2.05	2.60	1.205	2000	7.30	3900	8.27
20	1.44	1.73	2.14	2.78	1.056	1500	7.29	3600	8.82
21	1.52	1.76	2.15	2.78	1.086	1600	7.22	3600	8.54
22	1.66	1.84	2.20	2.81	1.176	1800	6.86	3600	7.83
23	1.83	1.96	2.30	2.90	1.327	2000	6.22	3600	6.90
24	1.51	1.86	2.32	3.05	1.037	1300	6.70	3300	8.27
25	1.68	1.93	2.35	3.03	1.099	1500	6.58	3300	7.72
26	1.77	1.98	2.38	3.05	1.147	1600	6.40	3300	7.37
27	1.96	2.11	2.49	3.14	1.294	1800	5.83	3300	6.50
28	1.56	2.02	2.56	3.38	1.021	1100	6.04	3000	7.68
29	1.68	2.05	2.56	3.35	1.042	1200	6.09	3000	7.47
30	1.79	2.09	2.57	3.33	1.073	1300	6.05	3000	7.21
31	1.99	2.20	2.64	3.37	1.176	1500	5.72	3000	6.52
32	2.11	2.28	2.70	3.42	1.257	1600	5.42	3000	6.08
33	1.75	2.25	2.84	3.75	1.023	1000	5.45	2700	6.89
34	1.89	2.29	2.84	3.71	1.048	1100	5.48	2700	6.68
35	2.02	2.34	2.86	3.70	1.086	1200	5.41	2700	6.40
36	2.15	2.41	2.90	3.72	1.141	1300	5.26	2700	6.06
37	2.44	2.61	3.07	3.86	1.327	1500	4.66	2700	5.18
38	2.01	2.54	3.20	4.21	1.027	910	4.86	2400	6.09

الجدول١٢ القسم الثاني

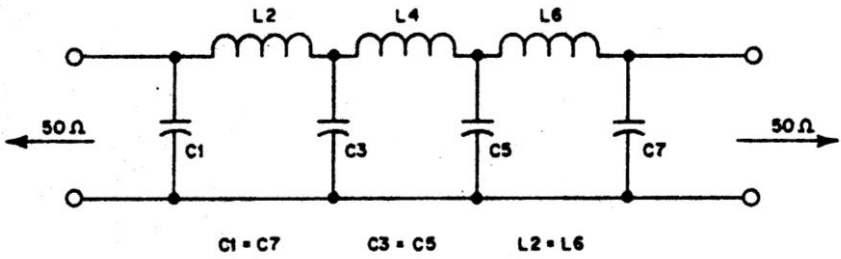
38	2.01	2.54	3.20	4.21	1.027	910	4.86	2400	6.09
39	2.17	2.59	3.20	4.17	1.056	1000	4.86	2400	5.88
40	2.33	2.66	3.24	4.17	1.104	1100	4.77	2400	5.59
41	2.49	2.76	3.30	4.21	1.176	1200	4.57	2400	5.22
42	2.67	2.88	3.41	4.30	1.282	1300	4.27	2400	4.77
43	2.15	2.76	3.49	4.60	1.024	820	4.44	2200	5.61
44	2.35	2.82	3.49	4.55	1.053	910	4.46	2200	5.41
45	2.52	2.89	3.52	4.54	1.099	1000	4.38	2200	5.15
46	2.72	3.01	3.60	4.59	1.176	1100	4.19	2200	4.78
47	2.94	3.16	3.73	4.70	1.294	1200	3.88	2200	4.33
48	2.38	3.04	3.84	5.06	1.025	750	4.04	2000	5.09
49	2.57	3.09	3.84	5.01	1.050	820	4.06	2000	4.93
50	2.78	3.18	3.88	5.00	1.100	910	3.98	2000	4.68
51	2.99	3.31	3.96	5.05	1.176	1000	3.81	2000	4.35
52	3.26	3.50	4.12	5.19	1.308	1100	3.50	2000	3.89
53	2.67	3.38	4.26	5.61	1.027	680	3.64	1800	4.57
54	2.89	3.45	4.27	5.56	1.056	750	3.65	1800	4.41
55	3.09	3.54	4.31	5.55	1.100	820	3.59	1800	4.21
56	3.35	3.69	4.42	5.62	1.188	910	3.40	1800	3.87
57	3.65	3.92	4.60	5.80	1.327	1000	3.11	1800	3.45
58	3.07	3.82	4.80	6.30	1.033	620	3.24	1600	4.03
59	3.30	3.90	4.81	6.25	1.064	680	3.24	1600	3.88
60	3.55	4.02	4.87	6.26	1.120	750	3.15	1600	3.67
61	3.81	4.18	4.99	6.34	1.204	820	3.00	1600	3.39
62	3.16	4.05	5.12	6.75	1.024	560	3.03	1500	3.82
63	3.45	4.13	5.12	6.68	1.053	620	3.04	1500	3.69
64	3.69	4.24	5.17	6.66	1.097	680	2.99	1500	3.51
65	3.99	4.41	5.28	6.73	1.176	750	2.86	1500	3.26
66	4.31	4.64	5.48	6.91	1.297	820	2.64	1500	2.94
67	3.81	4.72	5.90	7.74	1.036	510	2.64	1300	3.26
68	4.10	4.82	5.93	7.69	1.070	560	2.62	1300	3.14
69	4.43	4.98	6.02	7.72	1.133	620	2.54	1300	2.94
70	4.78	5.21	6.19	7.85	1.230	680	2.39	1300	2.70

الجدول١٢ القسم الثالث

Filter No.	Frequency (MHz)				Max.	C1,7	L2,6	C3,5	L4
	F_{co}	3 dB	20 dB	40 dB	SWR	(pF)	(μH)	(pF)	(μH)
71	4.13	5.11	6.39	8.38	1.035	470	2.43	1200	3.01
72	4.40	5.20	6.41	8.33	1.064	510	2.43	1200	2.91
73	4.72	5.35	6.49	8.34	1.116	560	2.37	1200	2.76
74	5.12	5.60	6.67	8.48	1.214	620	2.23	1200	2.52
75	4.49	5.57	6.97	9.15	1.035	430	2.23	1100	2.76
76	4.82	5.68	7.00	9.09	1.066	470	2.22	1100	2.66
77	5.12	5.83	7.07	9.10	1.112	510	2.18	1100	2.54
78	5.52	6.07	7.24	9.21	1.196	560	2.07	1100	2.35
79	4.93	6.12	7.67	10.1	1.034	390	2.03	1000	2.51
80	5.33	6.26	7.70	10.0	1.069	430	2.02	1000	2.41
81	5.69	6.44	7.80	10.0	1.122	470	1.97	1000	2.29
82	6.08	6.68	7.97	10.1	1.198	510	1.88	1000	2.13
83	6.63	7.09	8.32	10.5	1.343	560	1.71	1000	1.89
84	5.48	6.75	8.43	11.0	1.038	360	1.85	910	2.28
85	5.84	6.87	8.46	11.0	1.068	390	1.84	910	2.20
86	6.28	7.09	8.58	11.0	1.126	430	1.79	910	2.07
87	6.75	7.39	8.80	11.2	1.213	470	1.69	910	1.91
88	5.68	7.39	9.37	12.4	1.020	300	1.65	820	2.10
89	6.17	7.52	9.36	12.2	1.043	330	1.66	820	2.04
90	6.60	7.68	9.41	12.2	1.079	360	1.65	820	1.96
91	7.01	7.89	9.53	12.2	1.131	390	1.61	820	1.86
92	7.59	8.27	9.82	12.5	1.233	430	1.51	820	1.70
93	6.72	8.21	10.2	13.4	1.042	300	1.52	750	1.87
94	7.23	8.40	10.3	13.3	1.080	330	1.51	750	1.79
95	7.72	8.66	10.4	13.4	1.138	360	1.46	750	1.69
96	8.24	9.00	10.7	13.6	1.222	390	1.39	750	1.57
97	7.36	9.04	11.3	14.8	1.039	270	1.38	680	1.70
98	7.98	9.27	11.4	14.7	1.082	300	1.37	680	1.62
99	8.58	9.59	11.6	14.8	1.148	330	1.32	680	1.52
100	9.23	10.0	11.9	15.1	1.247	360	1.24	680	1.39
101	7.91	9.86	12.4	16.2	1.032	240	1.26	620	1.56
102	8.67	10.1	12.4	16.1	1.075	270	1.25	620	1.49
103	9.39	10.5	12.7	16.2	1.145	300	1.20	620	1.39
104	8.86	11.0	13.7	18.0	1.036	220	1.14	560	1.40
105	9.49	11.2	13.8	17.8	1.068	240	1.13	560	1.35
106	9.72	12.0	15.0	19.7	1.036	200	1.03	510	1.28

تابع الجدول١٢ مخطط المرشح

ذو العناصر السبعة نوع Chebyshev **للتمرير الواطئ. لاحظ الجدول١١ لمنحنى استجابة التضاؤل.**



الجدول١٣ القسم الأول

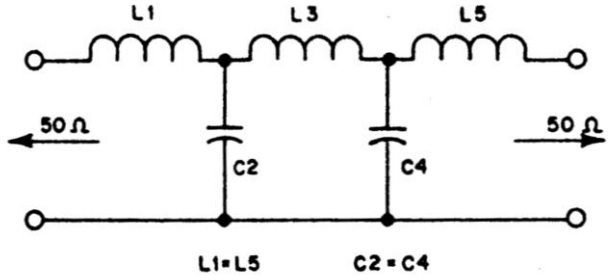
تصاميم مرشح التمرير الواطئ Chebyshev المؤلف من خمسة عناصر، ذو ممانعة 50 أوم، ملف عند المدخل والمخرج.

ويستعمل قيم قياسية للملف والمتسعة.

Filter No.	----------Frequency (MHz)----------				Max.	L1,5	C2,4	L3
	F_{co}	3 dB	20 dB	40 dB	SWR	(μH)	(pF)	(μH)
1	0.744	1.15	1.69	2.60	1.027	5.60	4700	13.7
2	0.901	1.26	1.81	2.76	1.055	5.60	4300	12.7
3	1.06	1.38	1.94	2.93	1.096	5.60	3900	11.8
4	1.19	1.47	2.05	3.07	1.138	5.60	3600	11.2
5	1.32	1.58	2.17	3.23	1.192	5.60	3300	10.6
6	0.911	1.39	2.03	3.12	1.030	4.70	3900	11.4
7	1.08	1.50	2.16	3.29	1.056	4.70	3600	10.6
8	1.25	1.63	2.30	3.48	1.092	4.70	3300	9.92
9	1.42	1.77	2.46	3.68	1.142	4.70	3000	9.32
10	1.61	1.92	2.63	3.90	1.209	4.70	2700	8.79
11	1.05	1.64	2.41	3.72	1.025	3.90	3300	9.63
12	1.29	1.80	2.60	3.96	1.054	3.90	3000	8.83
13	1.54	1.99	2.80	4.22	1.099	3.90	2700	8.15
14	1.80	2.19	3.03	4.53	1.164	3.90	2400	7.57
15	1.99	2.35	3.20	4.75	1.222	3.90	2200	7.23
16	1.34	2.00	2.93	4.49	1.034	3.30	2700	7.89
17	1.68	2.25	3.20	4.84	1.077	3.30	2400	7.15
18	1.92	2.43	3.40	5.11	1.118	3.30	2200	6.73
19	2.16	2.63	3.62	5.40	1.174	3.30	2000	6.35
20	1.65	2.46	3.59	5.51	1.035	2.70	2200	6.43
21	1.99	2.70	3.86	5.85	1.069	2.70	2000	5.93
22	2.34	2.97	4.15	6.24	1.118	2.70	1800	5.50
23	2.71	3.27	4.49	6.68	1.188	2.70	1600	5.13
24	2.92	3.43	4.67	6.92	1.233	2.70	1500	4.97
25	2.01	3.01	4.39	6.74	1.034	2.20	1800	5.26
26	2.52	3.37	4.80	7.27	1.077	2.20	1600	4.76
27	2.78	3.57	5.02	7.56	1.107	2.20	1500	4.55
28	3.34	4.02	5.52	8.21	1.190	2.20	1300	4.18
29	2.36	3.61	5.29	8.14	1.029	1.80	1500	4.38
30	3.12	4.14	5.89	8.92	1.080	1.80	1300	3.88
31	3.51	4.45	6.23	9.36	1.118	1.80	1200	3.67
32	3.93	4.78	6.60	9.85	1.169	1.80	1100	3.48
33	4.37	5.15	7.01	10.4	1.233	1.80	1000	3.31
34	3.10	4.51	6.56	10.0	1.041	1.50	1200	3.51
35	3.65	4.90	6.99	10.6	1.073	1.50	1100	3.27

الجدول١٣ القسم الثاني

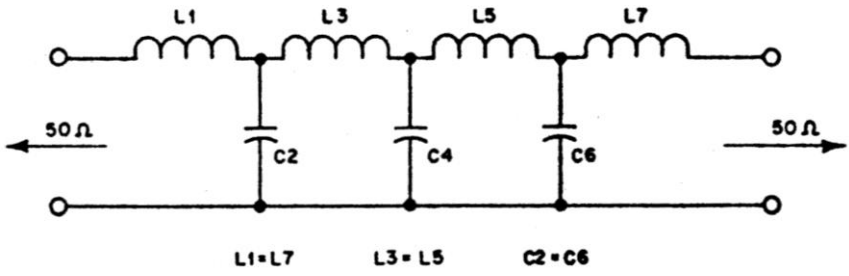
34	3.10	4.51	6.56	10.0	1.041	1.50	1200	3.51
35	3.65	4.90	6.99	10.6	1.073	1.50	1100	3.27
36	4.21	5.34	7.47	11.2	1.118	1.50	1000	3.06
37	4.75	5.77	7.95	11.9	1.173	1.50	910	2.89
38	3.53	5.41	7.94	12.2	1.029	1.20	1000	2.92
39	4.30	5.94	8.53	13.0	1.060	1.20	910	2.69
40	5.09	6.53	9.18	13.8	1.106	1.20	820	2.49
41	5.73	7.04	9.75	14.6	1.155	1.20	750	2.35
42	6.42	7.61	10.4	15.4	1.219	1.20	680	2.23
43	4.40	6.60	9.65	14.8	1.033	1.00	820	2.40
44	5.27	7.20	10.3	15.7	1.064	1.00	750	2.22
45	6.15	7.87	11.1	16.7	1.108	1.00	680	2.07
46	6.95	8.51	11.8	17.6	1.160	1.00	620	1.95
47	7.80	9.22	12.6	18.6	1.227	1.00	560	1.85
48	5.23	7.96	11.7	17.9	1.030	0.82	680	1.99
49	6.33	8.72	12.5	19.0	1.061	0.82	620	1.83
50	7.45	9.56	13.4	20.3	1.106	0.82	560	1.70
51	8.44	10.3	14.3	21.4	1.158	0.82	510	1.60
52	9.28	11.0	15.1	22.4	1.211	0.82	470	1.53
53	6.41	9.66	14.1	21.7	1.032	0.68	560	1.64
54	7.75	10.6	15.2	23.1	1.064	0.68	510	1.51
55	8.83	11.4	16.1	24.3	1.100	0.68	470	1.42
56	9.97	12.3	17.1	25.6	1.148	0.68	430	1.34



مرشح التمرير الواطئ ذو العناصر الخمسة، ملف عند المدخل والمخرج، نوع Chebshev **أنظر الجدول١١ لتشاهد منحنى استجابة التضاؤل.**

الجدول ١٤ تصاميم مرشح التمرير الواطئ نوع Chebyshev، ذو ممانعة 50 أوم، ملف عند المدخل والمخرج، ويستعمل متسعات ذات قيم قياسية.

Filter No.	Frequency (MHz)				Max.	L1,7	C2,6	L3,5	C4
	F_{co}	3 dB	20 dB	40 dB	SWR	(μH)	(pF)	(μH)	(pF)
1	1.01	1.18	1.44	1.87	1.081	5.89	4300	13.4	5100
2	1.09	1.29	1.60	2.08	1.059	5.06	3900	12.0	4700
3	1.03	1.09	1.26	1.58	1.480	10.1	4300	17.1	4700
4	1.20	1.40	1.73	2.24	1.071	4.81	3600	11.2	4300
5	1.16	1.23	1.44	1.81	1.383	8.34	3900	14.6	4300
6	1.33	1.54	1.88	2.43	1.087	4.58	3300	10.3	3900
7	1.42	1.68	2.07	2.70	1.064	3.95	3000	9.27	3600
8	1.34	1.41	1.63	2.04	1.506	7.98	3300	13.4	3600
9	1.53	1.85	2.31	3.02	1.045	3.36	2700	8.32	3300
10	1.50	1.59	1.86	2.33	1.406	6.57	3000	11.4	3300
11	1.63	2.06	2.59	3.41	1.029	2.83	2400	7.41	3000
12	1.69	1.81	2.13	2.68	1.317	5.36	2700	9.70	3000
13	1.86	2.27	2.83	3.70	1.042	2.71	2200	6.78	2700
14	1.91	2.07	2.46	3.12	1.238	4.31	2400	8.19	2700
15	2.14	2.52	3.11	4.04	1.064	2.63	2000	6.18	2400
16	2.01	2.11	2.45	3.06	1.506	5.32	2200	8.91	2400
17	2.29	2.78	3.46	4.52	1.045	2.24	1800	5.54	2200
18	2.25	2.39	2.79	3.49	1.406	4.38	2000	7.61	2200
19	2.45	3.09	3.88	5.11	1.029	1.89	1600	4.94	2000
20	2.53	2.71	3.19	4.02	1.317	3.57	1800	6.47	2000
21	2.85	3.37	4.15	5.39	1.064	1.97	1500	4.64	1800
22	2.86	3.11	3.69	4.68	1.238	2.88	1600	5.46	1800
23	3.13	3.84	4.79	6.27	1.039	1.59	1300	4.00	1600
24	3.27	4.12	5.18	6.81	1.029	1.41	1200	3.70	1500
25	3.47	3.90	4.70	6.02	1.140	2.01	1300	4.17	1500
26	3.99	4.61	5.64	7.28	1.087	1.53	1100	3.43	1300
27	4.27	5.05	6.22	8.09	1.064	1.32	1000	3.09	1200
28	4.01	4.22	4.90	6.11	1.506	2.66	1100	4.45	1200
29	4.63	5.53	6.85	8.91	1.056	1.17	910	2.81	1100
30	4.49	4.77	5.57	6.98	1.406	2.19	1000	3.81	1100
31	5.05	6.11	7.60	9.92	1.047	1.03	820	2.53	1000
32	4.93	5.23	6.10	7.64	1.416	2.02	910	3.49	1000
33	5.58	6.70	8.31	10.8	1.052	0.954	750	2.31	910
34	5.54	5.94	6.99	8.80	1.326	1.65	820	2.97	910
35	6.23	7.41	9.16	11.9	1.059	0.881	680	2.10	820
36	5.92	6.24	7.26	9.06	1.476	1.76	750	2.98	820
37	6.79	8.12	10.0	13.1	1.055	0.796	620	1.91	750
38	6.64	7.07	8.27	10.4	1.379	1.45	680	2.54	750
39	7.46	8.97	11.1	14.5	1.051	0.711	560	1.73	680
40	7.21	7.63	8.89	11.1	1.438	1.40	620	2.41	680
41	8.18	9.85	12.2	15.9	1.050	0.645	510	1.57	620
42	8.10	8.66	10.2	12.8	1.345	1.15	560	2.05	620
43	9.21	10.8	13.2	17.1	1.074	0.633	470	1.46	560
44	8.78	9.31	10.9	13.6	1.425	1.14	510	1.96	560
45	10.1	11.8	14.4	18.7	1.081	0.589	430	1.34	510

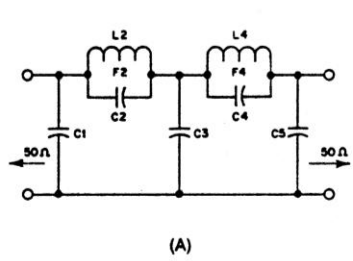


مخطط المرشح نوع Chebyshev **للتمرير الواطئ ذو العناصر السبعة، ملف في المدخل والمخرج، أنظر الجدول ١١ لتشاهد منحنى استجابة التضاؤل.**

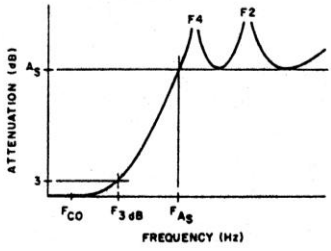
الجدول ١٥

تصاميم مرشح التمرير الواطئ نوع Elliptic ذو الأفرع الخمسة. ذو ممانعة 50 أوم ويستعمل القيم القياسية E12 للمتسعات C1 و C3 و C5.

Filter No.	F_{co}	F_{3dB} (MHz)	F_{As}	A_s (dB)	Max. SWR	C1	C3	C5 (pF)	C2	C4	L2	L4 (μH)	F2	F4 (MHz)
1	0.795	0.989	1.57	47.4	1.092	2700	5600	2200	324	937	12.1	10.1	2.54	1.64
2	1.06	1.20	1.77	46.2	1.234	2700	4700	2200	341	982	9.36	7.56	2.82	1.85
3	1.47	1.57	2.15	45.4	1.586	2700	3900	2200	364	1045	6.32	4.88	3.32	2.23
4	0.929	1.18	1.91	48.0	1.077	2200	4700	1800	257	743	10.2	8.59	3.11	1.99
5	1.27	1.45	2.17	46.7	1.215	2200	3900	1800	271	779	7.85	6.39	3.45	2.26
6	1.69	1.82	2.54	45.9	1.489	2200	3300	1800	287	821	5.64	4.42	3.96	2.64
7	1.12	1.44	2.41	49.8	1.071	1800	3900	1500	192	549	8.45	7.25	3.95	2.52
8	1.49	1.73	2.70	48.8	1.183	1800	3300	1500	200	570	6.75	5.62	4.33	2.81
9	2.11	2.27	3.27	47.8	1.506	1800	2700	1500	213	604	4.55	3.64	5.12	3.40
10	1.28	1.66	2.63	46.3	1.064	1500	3300	1200	192	561	7.20	6.00	4.28	2.74
11	1.79	2.06	2.99	44.8	1.195	1500	2700	1200	204	592	5.52	4.42	4.75	3.11
12	2.52	2.70	3.63	43.8	1.525	1500	2200	1200	220	636	3.71	2.82	5.58	3.76
13	1.56	2.08	3.55	50.1	1.055	1200	2700	1000	127	363	5.88	5.07	5.83	3.71
14	2.23	2.59	4.04	48.8	1.183	1200	2200	1000	133	380	4.50	3.75	6.50	4.22
15	3.17	3.41	4.90	47.8	1.506	1200	1800	1000	142	402	3.03	2.42	7.68	5.10
16	1.94	2.52	4.15	48.4	1.064	1000	2200	820	115	331	4.79	4.06	6.78	4.34
17	2.73	3.14	4.73	47.0	1.199	1000	1800	820	121	348	3.66	2.99	7.56	4.93
18	3.73	4.02	5.63	46.2	1.491	1000	1500	820	129	368	2.56	2.01	8.76	5.85
19	2.39	3.11	5.20	49.4	1.065	820	1800	680	89.3	256	3.91	3.35	8.51	5.44
20	3.26	3.79	5.85	48.2	1.185	820	1500	680	93.6	267	3.07	2.54	9.39	6.10
21	4.83	5.17	7.30	47.2	1.569	820	1200	680	100	286	1.95	1.54	11.4	7.58
22	2.85	3.71	6.15	48.8	1.063	680	1500	560	76.6	220	3.26	2.78	10.1	6.43
23	4.16	4.74	7.14	47.3	1.221	680	1200	560	81.3	233	2.40	1.97	11.4	7.44
24	5.72	6.13	8.58	46.5	1.547	680	1000	560	86.3	246	1.65	1.30	13.3	8.91
25	3.67	4.69	7.95	50.5	1.076	560	1200	470	57.6	164	2.59	2.23	13.0	8.31
26	5.02	5.77	9.01	49.4	1.212	560	1000	470	60.3	171	2.01	1.68	14.5	9.40
27	7.18	7.68	11.1	48.6	1.582	560	820	470	64.1	181	1.32	1.06	17.3	11.5
28	4.40	5.60	9.24	49.3	1.079	470	1000	390	51.4	147	2.16	1.84	15.1	9.66
29	6.17	7.01	10.6	48.0	1.236	470	820	390	54.2	155	1.63	1.34	17.0	11.1
30	8.63	9.20	12.9	47.3	1.604	470	680	390	57.6	164	1.09	0.857	20.1	13.4
31	5.47	6.91	11.8	51.3	1.086	390	820	330	38.5	109	1.76	1.52	19.3	12.3
32	7.55	8.59	13.5	50.2	1.242	390	680	330	40.4	114	1.34	1.12	21.7	14.1
33	10.9	11.5	16.8	49.5	1.659	390	560	330	42.8	120	0.862	0.695	26.2	17.4
34	6.59	8.17	13.0	47.7	1.096	330	680	270	39.0	112	1.46	1.22	21.1	13.6
35	9.10	10.2	15.0	46.5	1.267	330	560	270	41.2	118	1.09	0.881	23.7	15.6
36	12.4	13.2	18.1	45.8	1.635	330	470	270	43.9	125	0.741	0.573	27.9	18.8



(A)



(B)

المخطط لمرشح التمرير الواطئ نوع Elliptic ذو الأفرع الخمسة تراه في A. في B ترى المنحنى العملي لاستجابة التضاؤل.

الجدول ١٦ القسم الأول

تصاميم مرشح التمرير العالي نوع Chebyshev ذو العناصر الخمسة 5-Element، ذو ممانعة 50 أوم، متسعة عند المدخل والمخرج، يستعمل قيم متسعات قياسية E24.

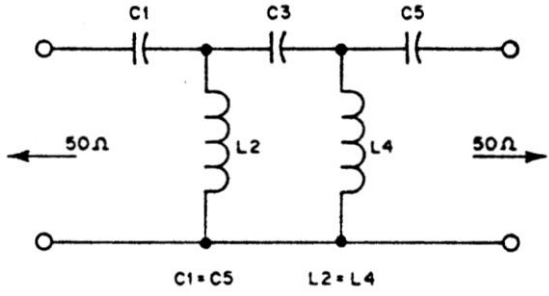
Filter No.	----------Frequency (MHz)----------				Max.	C1,5	L2,4	C3
	F_{co}	3 dB	20 dB	40 dB	SWR	(pF)	(μH)	(pF)
1	1.04	0.726	0.501	0.328	1.044	5100	6.45	2200
2	1.04	0.788	0.554	0.366	1.081	4300	5.97	2000
3	1.17	0.800	0.550	0.359	1.039	4700	5.85	2000
4	1.07	0.857	0.615	0.410	1.135	3600	5.56	1800
5	1.17	0.877	0.616	0.406	1.076	3900	5.36	1800
6	1.33	0.890	0.609	0.397	1.034	4300	5.26	1800
7	1.12	0.938	0.686	0.461	1.206	3000	5.20	1600
8	1.25	0.974	0.693	0.461	1.109	3300	4.86	1600
9	1.38	0.994	0.691	0.454	1.057	3600	4.71	1600
10	1.54	1.00	0.683	0.444	1.028	3900	4.67	1600
11	1.14	0.978	0.723	0.490	1.268	2700	5.09	1500
12	1.28	1.03	0.738	0.492	1.135	3000	4.64	1500
13	1.43	1.06	0.738	0.486	1.068	3300	4.44	1500
14	1.61	1.07	0.730	0.476	1.033	3600	4.38	1500
15	1.21	1.08	0.812	0.555	1.398	2200	4.82	1300
16	1.35	1.14	0.841	0.567	1.227	2400	4.29	1300
17	1.55	1.20	0.853	0.566	1.104	2700	3.94	1300
18	1.75	1.23	0.848	0.555	1.046	3000	3.81	1300
19	1.28	1.15	0.871	0.597	1.440	2000	4.57	1200
20	1.45	1.24	0.909	0.614	1.238	2200	3.99	1200
21	1.60	1.29	0.923	0.616	1.135	2400	3.71	1200
22	1.84	1.32	0.921	0.605	1.057	2700	3.54	1200
23	2.14	1.34	0.906	0.588	1.022	3000	3.50	1200
24	1.57	1.34	0.989	0.669	1.251	2000	3.69	1100
25	1.75	1.40	1.01	0.672	1.135	2200	3.40	1100
26	1.93	1.44	1.01	0.664	1.072	2400	3.27	1100
27	2.27	1.46	0.992	0.645	1.026	2700	3.21	1100
28	1.71	1.47	1.08	0.734	1.268	1800	3.39	1000
29	1.93	1.54	1.11	0.739	1.135	2000	3.09	1000
30	2.15	1.58	1.11	0.730	1.068	2200	2.96	1000
31	2.41	1.60	1.10	0.714	1.033	2400	2.92	1000
32	1.66	1.50	1.14	0.783	1.473	1500	3.54	910
33	1.82	1.59	1.18	0.803	1.311	1600	3.18	910
34	2.09	1.69	1.22	0.812	1.145	1800	2.83	910
35	2.36	1.74	1.22	0.802	1.068	2000	2.70	910

الجدول١٦ القسم الثاني

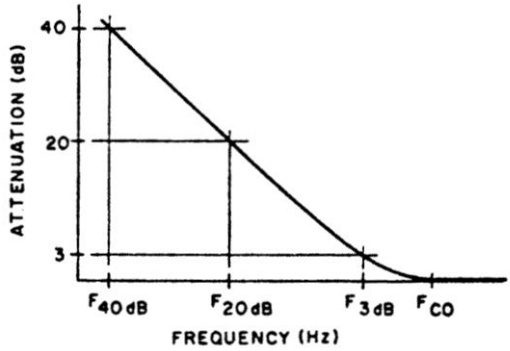
35	2.36	1.74	1.22	0.802	1.068	2000	2.70	910
36	2.68	1.76	1.20	0.783	1.030	2200	2.66	910
37	2.12	1.81	1.33	0.898	1.241	1500	2.73	820
38	2.28	1.86	1.35	0.902	1.159	1600	2.58	820
39	2.61	1.93	1.35	0.890	1.069	1800	2.43	820
40	3.01	1.96	1.33	0.866	1.028	2000	2.39	820
41	2.17	1.90	1.42	0.970	1.341	1300	2.67	750
42	2.57	2.06	1.48	0.985	1.135	1500	2.32	750
43	2.76	2.10	1.48	0.978	1.086	1600	2.25	750
44	3.21	2.14	1.46	0.952	1.033	1800	2.19	750
45	2.45	2.13	1.58	1.08	1.304	1200	2.36	680
46	2.69	2.23	1.62	1.09	1.181	1300	2.17	680
47	3.17	2.33	1.63	1.07	1.067	1500	2.01	680
48	3.44	2.35	1.62	1.06	1.039	1600	1.99	680
49	2.70	2.34	1.74	1.18	1.293	1100	2.14	620
50	2.99	2.46	1.78	1.19	1.167	1200	1.96	620
51	3.28	2.53	1.79	1.19	1.097	1300	1.87	620
52	3.93	2.59	1.76	1.15	1.030	1500	1.81	620
53	3.02	2.60	1.93	1.31	1.282	1000	1.92	560
54	3.37	2.74	1.97	1.32	1.152	1100	1.75	560
55	3.72	2.81	1.98	1.31	1.083	1200	1.67	560
56	4.10	2.85	1.97	1.29	1.044	1300	1.64	560
57	3.31	2.86	2.12	1.44	1.283	910	1.75	510
58	3.69	3.00	2.17	1.45	1.154	1000	1.60	510
59	4.11	3.09	2.17	1.44	1.079	1100	1.52	510
60	4.59	3.14	2.15	1.41	1.039	1200	1.49	510
61	3.49	3.05	2.28	1.55	1.327	820	1.66	470
62	3.95	3.24	2.35	1.57	1.167	910	1.49	470
63	4.39	3.34	2.36	1.56	1.087	1000	1.41	470
64	4.94	3.40	2.34	1.53	1.041	1100	1.38	470
65	3.81	3.34	2.49	1.70	1.327	750	1.52	430
66	4.24	3.52	2.56	1.72	1.184	820	1.38	430
67	4.77	3.65	2.58	1.71	1.091	910	1.29	430
68	5.36	3.72	2.56	1.68	1.043	1000	1.26	430
69	4.20	3.68	2.75	1.87	1.328	680	1.38	390
70	4.72	3.89	2.83	1.90	1.175	750	1.24	390

الجدول١٦ القسم الثالث

Filter No.	----------Frequency (MHz)----------				Max.	C1,5	L2,4	C3
	F_{co}	3 dB	20 dB	40 dB	SWR	(pF)	(μH)	(pF)
71	5.22	4.02	2.84	1.88	1.095	820	1.17	390
72	5.93	4.10	2.82	1.85	1.042	910	1.14	390
73	4.48	3.95	2.96	2.02	1.355	620	1.30	360
74	5.01	4.18	3.05	2.05	1.196	680	1.16	360
75	5.60	4.34	3.08	2.04	1.101	750	1.09	360
76	6.23	4.42	3.07	2.01	1.052	820	1.06	360
77	4.79	4.25	3.20	2.19	1.391	560	1.22	330
78	5.44	4.55	3.33	2.24	1.203	620	1.07	330
79	6.03	4.72	3.36	2.23	1.110	680	1.00	330
80	6.77	4.82	3.35	2.20	1.052	750	0.970	330
81	7.70	4.87	3.30	2.14	1.023	820	0.962	330
82	5.28	4.68	3.53	2.41	1.386	510	1.10	300
83	5.94	4.99	3.65	2.46	1.212	560	0.978	300
84	6.66	5.20	3.70	2.46	1.107	620	0.910	300
85	7.43	5.31	3.68	2.42	1.054	680	0.882	300
86	8.56	5.36	3.62	2.35	1.022	750	0.875	300
87	6.05	5.31	3.97	2.70	1.332	470	0.956	270
88	6.69	5.58	4.07	2.74	1.196	510	0.870	270
89	7.43	5.78	4.11	2.73	1.105	560	0.817	270
90	8.39	5.91	4.08	2.68	1.048	620	0.792	270
91	7.07	6.09	4.51	3.06	1.276	430	0.818	240
92	7.84	6.38	4.61	3.08	1.155	470	0.752	240
93	8.59	6.55	4.62	3.06	1.088	510	0.719	240
94	9.64	6.66	4.58	3.00	1.042	560	0.702	240
95	7.61	6.60	4.90	3.33	1.295	390	0.760	220
96	8.53	6.95	5.02	3.36	1.157	430	0.690	220
97	9.43	7.15	5.04	3.33	1.085	470	0.658	220
98	10.4	7.26	5.01	3.28	1.044	510	0.644	220
99	7.58	6.83	5.19	3.56	1.470	330	0.776	200
100	8.53	7.33	5.42	3.67	1.268	360	0.678	200
101	9.36	7.64	5.52	3.70	1.159	390	0.628	200
102	10.4	7.88	5.54	3.66	1.081	430	0.596	200
103	8.55	7.67	5.81	3.98	1.440	300	0.685	180
104	9.69	8.24	6.06	4.09	1.238	330	0.597	180
105	10.7	8.57	6.15	4.10	1.135	360	0.556	180
106	9.80	8.73	6.58	4.50	1.406	270	0.595	160



(A)



(B)

في A ترى مخطط المرشح نوع Chebyshev للتمرير العالي ذو العناصر الخمسة، ومتسعة عند المدخل والمخرج.
في B ترى المنحنى العملي لاستجابة التضاؤل.

الجدول١٧ القسم الأول

تصاميم مرشح التمرير العالي نوع Chebyshev ذو العناصر السبعة، الممانعة مقدارها 50 أوم، متسعة عند المدخل والمخرج، يستعمل قيم قياسية E24 للمتسعات.

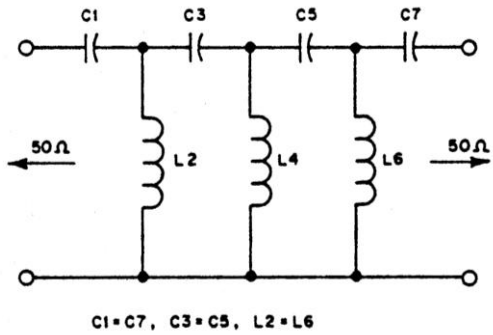
Filter No.	Frequency (MHz)				Max.	C1,7	L2,6	C3,5	L4
	F_{co}	3 dB	20 dB	40 dB	SWR	(pF)	(μH)	(pF)	(μH)
1	1.02	0.826	0.660	0.504	1.036	5100	6.16	2000	4.98
2	1.00	0.880	0.724	0.563	1.109	3900	5.67	1800	4.86
3	1.08	0.905	0.732	0.563	1.058	4300	5.55	1800	4.60
4	1.16	0.922	0.734	0.558	1.030	4700	5.55	1800	4.45
5	1.00	0.924	0.780	0.617	1.257	3000	5.53	1600	4.93
6	1.09	0.971	0.806	0.630	1.147	3300	5.15	1600	4.48
7	1.16	1.00	0.819	0.634	1.086	3600	4.99	1600	4.22
8	1.23	1.02	0.824	0.632	1.050	3900	4.93	1600	4.05
9	1.34	1.04	0.825	0.625	1.023	4300	4.95	1600	3.92
10	1.03	0.958	0.815	0.648	1.327	2700	5.43	1500	4.89
11	1.13	1.02	0.853	0.669	1.176	3000	4.92	1500	4.31
12	1.22	1.06	0.871	0.676	1.099	3300	4.70	1500	4.01
13	1.30	1.09	0.879	0.675	1.056	3600	4.63	1500	3.83
14	1.39	1.11	0.880	0.670	1.031	3900	4.63	1500	3.71
15	1.22	1.13	0.954	0.755	1.282	2400	4.57	1300	4.09
16	1.34	1.20	0.994	0.776	1.141	2700	4.17	1300	3.62
17	1.45	1.24	1.01	0.780	1.073	3000	4.03	1300	3.38
18	1.57	1.27	1.02	0.775	1.037	3300	4.00	1300	3.24
19	1.31	1.21	1.03	0.816	1.294	2200	4.25	1200	3.81
20	1.41	1.28	1.07	0.836	1.176	2400	3.94	1200	3.45
21	1.55	1.34	1.09	0.845	1.086	2700	3.74	1200	3.16
22	1.68	1.37	1.10	0.841	1.042	3000	3.70	1200	3.01
23	1.41	1.32	1.12	0.887	1.308	2000	3.93	1100	3.53
24	1.54	1.39	1.16	0.912	1.176	2200	3.61	1100	3.16
25	1.65	1.44	1.19	0.921	1.104	2400	3.46	1100	2.95
26	1.80	1.49	1.20	0.919	1.048	2700	3.39	1100	2.78
27	1.97	1.52	1.20	0.907	1.021	3000	3.41	1100	2.68
28	1.54	1.44	1.22	0.971	1.327	1800	3.62	1000	3.26
29	1.70	1.53	1.28	1.00	1.176	2000	3.28	1000	2.87
30	1.82	1.59	1.31	1.01	1.099	2200	3.14	1000	2.67
31	1.95	1.63	1.32	1.01	1.056	2400	3.08	1000	2.55
32	2.15	1.67	1.32	1.00	1.023	2700	3.10	1000	2.45
33	1.85	1.67	1.40	1.10	1.188	1800	3.01	910	2.64
34	2.00	1.75	1.44	1.11	1.100	2000	2.85	910	2.43
35	2.15	1.80	1.45	1.11	1.053	2200	2.81	910	2.31

الجدول١٧ القسم الثاني

35	2.15	1.80	1.45	1.11	1.053	2200	2.81	910	2.31
36	2.31	1.83	1.45	1.10	1.027	2400	2.81	910	2.24
37	1.91	1.77	1.50	1.19	1.297	1500	2.91	820	2.61
38	2.03	1.85	1.55	1.22	1.204	1600	2.74	820	2.42
39	2.22	1.94	1.59	1.24	1.100	1800	2.57	820	2.19
40	2.41	2.00	1.61	1.23	1.050	2000	2.53	820	2.08
41	2.61	2.03	1.61	1.22	1.024	2200	2.54	820	2.01
42	2.26	2.04	1.71	1.34	1.176	1500	2.46	750	2.16
43	2.38	2.10	1.73	1.35	1.120	1600	2.38	750	2.04
44	2.60	2.17	1.76	1.35	1.056	1800	2.31	750	1.91
45	2.83	2.22	1.76	1.34	1.025	2000	2.32	750	1.84
46	2.40	2.20	1.85	1.46	1.230	1300	2.31	680	2.05
47	2.69	2.34	1.92	1.49	1.097	1500	2.13	680	1.81
48	2.82	2.39	1.94	1.49	1.064	1600	2.10	680	1.75
49	3.11	2.45	1.94	1.47	1.027	1800	2.10	680	1.67
50	2.66	2.43	2.04	1.61	1.214	1200	2.08	620	1.84
51	2.84	2.52	2.09	1.63	1.133	1300	1.98	620	1.71
52	3.16	2.64	2.13	1.63	1.053	1500	1.91	620	1.58
53	3.33	2.67	2.13	1.62	1.033	1600	1.91	620	1.54
54	2.73	2.55	2.17	1.73	1.343	1000	2.05	560	1.85
55	2.98	2.71	2.27	1.79	1.196	1100	1.86	560	1.64
56	3.19	2.82	2.32	1.81	1.116	1200	1.77	560	1.52
57	3.39	2.89	2.35	1.81	1.070	1300	1.73	560	1.45
58	3.81	2.98	2.36	1.79	1.024	1500	1.73	560	1.37
59	3.27	2.97	2.49	1.96	1.198	1000	1.70	510	1.49
60	3.53	3.10	2.55	1.99	1.112	1100	1.61	510	1.38
61	3.76	3.18	2.58	1.99	1.064	1200	1.58	510	1.31
62	4.01	3.24	2.59	1.98	1.036	1300	1.57	510	1.27
63	3.51	3.21	2.69	2.12	1.213	910	1.58	470	1.40
64	3.79	3.35	2.76	2.15	1.122	1000	1.49	470	1.28
65	4.07	3.45	2.80	2.16	1.066	1100	1.45	470	1.21
66	4.35	3.52	2.81	2.14	1.035	1200	1.45	470	1.17
67	3.79	3.47	2.93	2.31	1.233	820	1.46	430	1.30
68	4.12	3.65	3.02	2.35	1.126	910	1.37	430	1.18
69	4.42	3.76	3.06	2.36	1.069	1000	1.33	430	1.11
70	4.77	3.85	3.07	2.34	1.035	1100	1.33	430	1.07

الجدول١٧ القسم الثالث

Filter No.	Frequency (MHz)				Max.	C1,7	L2,6	C3,5	L4
	F_{co}	3 dB	20 dB	40 dB	SWR	(pF)	(μH)	(pF)	(μH)
71	4.20	3.85	3.24	2.55	1.222	750	1.32	390	1.17
72	4.52	4.02	3.32	2.59	1.131	820	1.24	390	1.07
73	4.89	4.15	3.37	2.60	1.068	910	1.21	390	1.01
74	5.27	4.24	3.39	2.58	1.034	1000	1.20	390	0.969
75	4.48	4.13	3.48	2.75	1.247	680	1.24	360	1.10
76	4.86	4.33	3.59	2.80	1.138	750	1.15	360	1.00
77	5.20	4.47	3.65	2.82	1.079	820	1.12	360	0.942
78	5.64	4.58	3.67	2.80	1.038	910	1.11	360	0.899
79	4.87	4.49	3.79	2.99	1.254	620	1.14	330	1.01
80	5.26	4.71	3.91	3.05	1.148	680	1.06	330	0.924
81	5.67	4.87	3.98	3.07	1.080	750	1.03	330	0.864
82	6.07	4.98	4.00	3.06	1.043	820	1.02	330	0.829
83	5.32	4.91	4.15	3.28	1.264	560	1.04	300	0.930
84	5.80	5.18	4.30	3.36	1.145	620	0.965	300	0.838
85	6.22	5.36	4.37	3.38	1.082	680	0.933	300	0.787
86	6.71	5.49	4.40	3.36	1.042	750	0.923	300	0.752
87	7.25	5.58	4.40	3.33	1.020	820	0.931	300	0.731
88	5.98	5.50	4.64	3.66	1.247	510	0.926	270	0.824
89	6.46	5.77	4.78	3.74	1.142	560	0.867	270	0.752
90	6.98	5.97	4.87	3.76	1.075	620	0.837	270	0.703
91	7.50	6.11	4.89	3.74	1.039	680	0.831	270	0.675
92	6.39	5.97	5.08	4.04	1.336	430	0.873	240	0.787
93	6.94	6.32	5.29	4.16	1.200	470	0.798	240	0.704
94	7.41	6.55	5.41	4.21	1.123	510	0.762	240	0.656
95	7.95	6.75	5.48	4.22	1.068	560	0.742	240	0.620
96	8.61	6.90	5.50	4.19	1.032	620	0.740	240	0.595
97	7.56	6.88	5.77	4.54	1.202	430	0.733	220	0.646
98	8.11	7.16	5.91	4.60	1.119	470	0.697	220	0.599
99	8.63	7.35	5.98	4.61	1.071	510	0.681	220	0.570
100	9.28	7.51	6.00	4.58	1.036	560	0.677	220	0.548
101	7.70	7.19	6.11	4.86	1.327	360	0.723	200	0.652
102	8.30	7.56	6.34	4.99	1.205	390	0.667	200	0.589
103	8.97	7.90	6.51	5.06	1.114	430	0.632	200	0.542
104	9.59	8.11	6.58	5.07	1.064	470	0.618	200	0.515
105	8.72	8.09	6.86	5.44	1.294	330	0.637	180	0.571
106	9.42	8.51	7.11	5.57	1.176	360	0.590	180	0.517

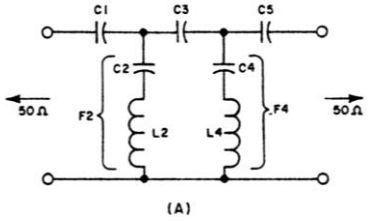


مخطط مرشح التمرير العالي نوع Chebyshev **ذو العناصر السبعة، وله متسعة في المدخل والمخرج.**

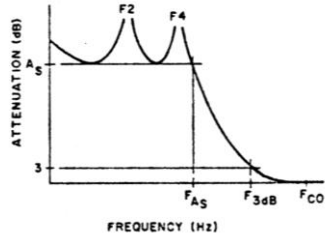
أنظر الجدول ١٦ لتشاهد منحنى استجابة التضاؤل The attenuation response curve.

الجدول١٨ تصاميم مرشح التمرير العالي نوع Elliptic ذو الأفرع الخمسة، والممانعة 50 أوم، ويستعمل القيم القياسية للمتسعات C1 و C3 و C5.

Filter No.	F_{co}	F_{3dB}	F_{As}	A_s	Max.	C1	C3	C5	C2	C4	L2	L4	F2	F4
	(MHz)			(dB)	SWR	(nF)					(μH)		(MHz)	
1	1.01	0.936	0.670	45.9	1.489	2.7	1.8	3.3	20.7	7.24	6.58	8.40	0.431	0.646
2	1.14	0.976	0.608	50.4	1.186	3.3	1.8	3.9	32.3	11.4	5.53	6.54	0.377	0.582
3	1.30	1.01	0.604	49.4	1.071	3.9	1.8	4.7	35.8	12.5	5.19	6.07	0.369	0.578
4	1.19	1.11	0.810	45.4	1.543	2.2	1.5	2.7	16.4	5.71	5.65	7.28	0.523	0.780
5	1.38	1.20	0.797	46.8	1.199	2.7	1.5	3.3	22.0	7.66	4.61	5.65	0.499	0.765
6	1.56	1.19	0.685	51.6	1.064	3.3	1.5	3.9	33.7	11.9	4.32	4.97	0.417	0.655
7	1.51	1.40	1.01	45.9	1.489	1.8	1.2	2.2	13.8	4.82	4.39	5.60	0.646	0.968
8	1.75	1.51	1.00	46.6	1.180	2.2	1.2	2.7	17.7	6.14	3.65	4.47	0.627	0.961
9	2.02	1.52	0.920	48.3	1.055	2.7	1.2	3.3	23.4	8.09	3.44	4.04	0.562	0.880
10	1.78	1.65	1.15	47.8	1.506	1.5	1.0	1.8	12.7	4.47	3.71	4.64	0.733	1.10
11	2.07	1.80	1.20	46.8	1.199	1.8	1.0	2.2	14.7	5.11	3.07	3.77	0.749	1.15
12	2.38	1.83	1.13	47.8	1.064	2.2	1.0	2.7	18.6	6.43	2.87	3.40	0.689	1.08
13	2.22	2.08	1.55	43.7	1.531	1.2	0.82	1.5	8.19	2.83	3.05	4.02	1.01	1.49
14	2.52	2.17	1.39	48.7	1.186	1.5	0.82	1.8	13.5	4.73	2.51	3.01	0.865	1.33
15	2.89	2.23	1.36	48.2	1.065	1.8	0.82	2.2	15.5	5.37	2.36	2.78	0.833	1.30
16	2.57	2.40	1.68	47.8	1.560	1.0	0.68	1.2	8.40	2.96	2.60	3.27	1.08	1.62
17	3.05	2.68	1.85	44.7	1.215	1.2	0.68	1.5	8.77	3.02	2.10	2.64	1.17	1.78
18	3.48	2.66	1.57	49.9	1.063	1.5	0.68	1.8	14.1	4.94	1.96	2.28	0.957	1.50
19	3.17	2.96	2.13	46.1	1.554	0.82	0.56	1.0	6.31	2.21	2.13	2.72	1.37	2.05
20	3.62	3.16	2.05	48.6	1.210	1.0	0.56	1.2	8.93	3.14	1.74	2.10	1.28	1.96
21	4.19	3.30	2.11	46.1	1.076	1.2	0.56	1.5	9.30	3.19	1.61	1.94	1.30	2.02
22	4.30	3.79	2.55	46.9	1.233	0.82	0.47	1.0	6.69	2.33	1.48	1.82	1.60	2.45
23	4.89	3.84	2.31	49.7	1.079	1.0	0.47	1.2	9.34	3.27	1.36	1.59	1.41	2.21
24	5.87	3.89	2.31	47.4	1.021	1.2	0.47	1.5	9.71	3.32	1.35	1.58	1.39	2.20
25	4.44	4.17	3.01	46.5	1.618	0.56	0.39	0.68	4.37	1.53	1.54	1.97	1.94	2.90
26	5.14	4.52	2.99	48.0	1.236	0.68	0.39	0.82	5.88	2.06	1.23	1.50	1.87	2.87
27	5.88	4.67	2.90	48.0	1.085	0.82	0.39	1.0	7.05	2.45	1.13	1.34	1.78	2.78
28	5.99	5.34	3.60	47.1	1.269	0.56	0.33	0.68	4.63	1.62	1.06	1.31	2.27	3.46
29	6.81	5.48	3.37	49.0	1.096	0.68	0.33	0.82	6.15	2.15	0.961	1.13	2.07	3.22
30	8.07	5.50	3.17	49.3	1.026	0.82	0.33	1.0	7.33	2.54	0.945	1.09	1.91	3.02
31	6.38	5.99	4.26	47.3	1.609	0.39	0.27	0.47	3.18	1.12	1.06	1.34	2.74	4.10
32	7.34	6.47	4.18	49.2	1.241	0.47	0.27	0.56	4.33	1.53	0.856	1.03	2.61	4.01
33	8.39	6.73	4.17	48.4	1.092	0.56	0.27	0.68	4.90	1.71	0.784	0.930	2.57	4.00
34	7.92	7.36	4.98	49.6	1.522	0.33	0.22	0.39	3.05	1.08	0.828	1.02	3.17	4.79
35	9.21	8.05	5.27	48.1	1.217	0.39	0.22	0.47	3.40	1.19	0.686	0.832	3.30	5.06
36	10.4	8.18	4.84	50.5	1.077	0.47	0.22	0.56	4.56	1.60	0.636	0.740	2.95	4.62

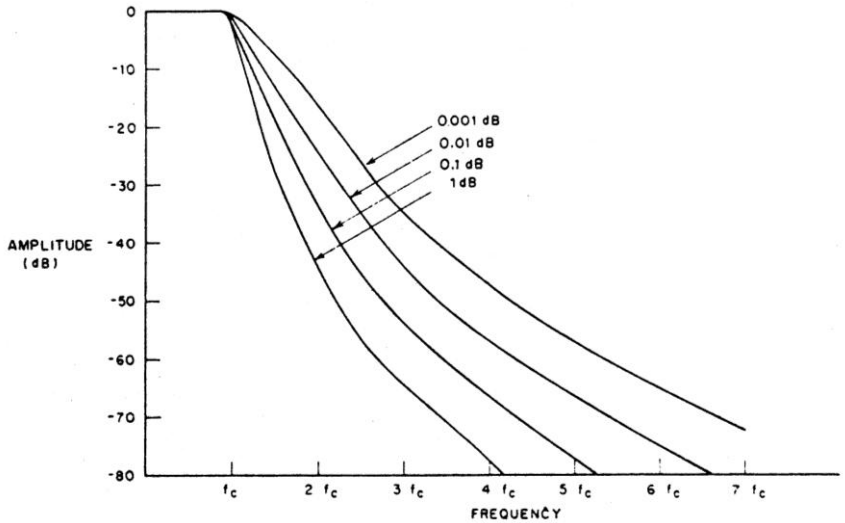


(A)

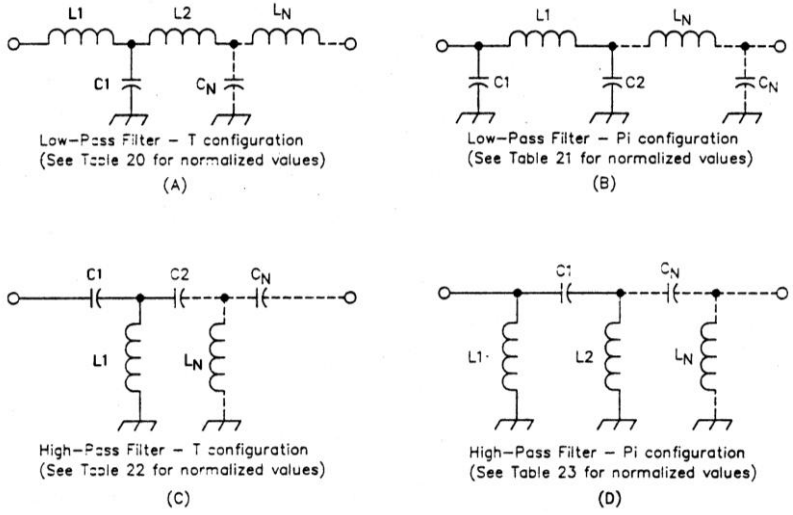


(B)

في A ترى مخطط مرشح التمرير العالي نوع elliptic ذو الأفرع الخمسة، وفي B المنحنى النموذجي لاستجابة التضاؤل.



الشكل٧٩ رسم بياني لاستجابة السعة إزاء التردد التي نتوقعها من مرشح التمرير الواطئ ذو العناصر الخمسة، المصمم وفق المعلومات التي تحتويها الجداول 20 **أو** 21. **مقدار التضاؤل المضبوط (نظرياً) يمكن الحصول عليه من الجدول١٩. هذا الرسم يبين كيف إن تعرجات** ripple **حزمة التمرير** passband **و وانحدار التدهور أو التضاؤل** roll-off slope **مترابطة.**



الشكل٨٠ يرينا هنا الأنواع الأربعة من المرشحات التي شرحت من خلال النص والجداول 19 **إلى** 23.

No. elements	Ripple, dB	SWR	$2f_c$	$3f_c$	$4f_c$	$5f_c$	$6f_c$	$7f_c$
3	1	2.66	22.46	34.05	41.88	47.85	52.68	56.74
3	0.1	1.36	12.24	23.60	31.42	37.39	42.22	46.29
3	0.01	1.10	4.08	13.73	21.41	27.35	32.18	36.24
3	0.001	1.03	0.63	5.13	11.68	17.42	22.20	26.25
5	1	2.66	45.31	64.67	77.73	87.67	95.72	102.50
5	0.1	1.36	34.85	54.21	67.27	77.21	85.26	92.04
5	0.01	1.10	24.82	44.16	57.22	67.17	75.22	82.00
5	0.001	1.03	14.94	34.16	47.22	57.16	65.22	71.99
7	1	2.66	68.18	95.29	113.57	127.49	138.77	148.26
7	0.1	1.36	57.72	84.83	103.11	117.03	128.31	137.80
7	0.01	1.10	47.68	74.78	93.07	106.99	118.27	127.75
7	0.001	1.03	37.68	64.78	83.06	96.98	108.26	117.75
9	1	2.66	91.06	125.91	149.42	167.32	181.82	194.01
9	0.1	1.36	80.60	115.45	138.96	156.86	171.36	183.55
9	0.01	1.10	70.56	105.41	128.91	146.81	161.31	173.51
9	0.001	1.03	60.55	95.40	118.91	136.91	151.31	163.50

Note: For high-pass filter configuration $2f_c$ becomes $f_c/2$, etc.

الجدول ١٩

التضاؤل(dB) لجداول نوع Chebyshev للتمرير العالي والترير الواطئ.

No. elements	Ripple, dB	L1	L2	L3	L4	L5	C1	C2	C3	C4
3	1	16.10	16.10				3164.3			
3	0.1	8.209	8.209				3652.3			
3	0.01	5.007	5.007				3088.5			
3	0.001	3.253	3.253				2312.6			
5	1	16.99	23.88	16.99			3473.1	3473.1		
5	0.1	9.126	15.72	9.126			4364.7	4364.7		
5	0.01	6.019	12.55	6.019			4153.7	4153.7		
5	0.001	4.318	10.43	4.318			3571.1	3571.1		
7	1	17.24	24.62	24.62	17.24		3538.0	3735.4	3538.0	
7	0.1	9.400	16.68	16.68	9.400		4528.9	5008.3	4528.9	
7	0.01	6.342	13.91	13.91	6.342		4432.2	5198.4	4432.2	
7	0.001	4.690	12.19	12.19	4.690		3951.5	4924.1	3951.5	
9	1	17.35	24.84	25.26	24.84	17.35	3562.5	3786.9	3786.9	3562.5
9	0.1	9.515	16.99	17.55	16.99	9.515	4591.9	5146.2	5146.2	4591.9
9	0.01	6.481	14.36	15.17	14.36	6.481	4542.5	5451.2	5451.2	4542.5
9	0.001	4.854	12.81	13.88	12.81	4.854	4108.2	5299.0	5299.0	4108.2

Component values normalized to 1 MHz and 50 ohms, L in μH; C in pF.

الجدول ٢٠

مرشح التمرير الواطئ نوع Chebyshev على شكل T.

No. elements	Ripple, dB	C1	C2	C3	C4	C5	L1	L2	L3	L4
3	1	6441.3	6441.3				7.911			
3	0.1	3283.6	3283.6				9.131			
3	0.01	2002.7	2002.7				7.721			
3	0.001	1301.2	1301.2				5.781			
5	1	6795.5	9552.2	6795.5			8.683	8.683		
5	0.1	3650.4	6286.6	3650.4			10.91	10.91		
5	0.01	2407.5	5020.7	2407.5			10.38	10.38		
5	0.001	1727.3	4170.5	1727.3			8.928	8.928		
7	1	6896.4	9847.4	9847.4	6896.4		8.85	9.34	8.85	
7	0.1	3759.8	6673.9	6673.9	3759.8		11.32	12.52	11.32	
7	0.01	2536.8	5564.5	5564.5	2536.8		11.08	13.00	11.08	
7	0.001	1875.7	4875.9	4875.9	1875.7		9.879	12.31	9.879	
9	1	6938.3	9935.8	10,105.	9935.8	6938.3	8.906	9.467	9.467	8.906
9	0.1	3805.9	6794.5	7019.9	6794.5	3805.9	11.48	12.87	12.87	11.48
9	0.01	2592.5	5743.5	6066.3	5743.5	2592.5	11.36	13.63	13.63	11.36
9	0.001	1941.7	5124.6	5553.2	5124.6	1941.7	10.27	13.25	13.25	10.27

Component values normalized to 1 MHz and 50 ohms, L in μH; C in pF.

الجدول ٢١

مرشح التمرير الواطئ نوع Chebyshev على شكل باي π

No. elements	Ripple, dB	C1	C2	C3	C4	C5	L1	L2	L3	L4
3	1	1573.0	1573.0				8.005			
3	0.1	3085.7	3085.7				6.935			
3	0.01	5059.1	5059.1				8.201			
3	0.001	7786.9	7786.9				10.95			
5	1	1491.0	1060.7	1491.0			7.293	7.293		
5	0.1	2775.6	1661.7	2775.6			5.803	5.803		
5	0.01	4208.6	2018.1	4208.6			6.098	6.098		
5	0.001	5865.7	2429.5	5865.7			7.093	7.093		
7	1	1469.2	1028.9	1028.9	1469.2		7.160	6.781	7.160	
7	0.1	2694.9	1518.2	1518.2	2694.9		5.593	5.058	5.593	
7	0.01	3994.1	1820.9	1820.9	3994.1		5.715	4.873	5.715	
7	0.001	5401.7	2078.0	2078.0	5401.7		6.410	5.144	6.410	
9	1	1460.3	1019.8	1002.7	1019.8	1460.3	7.110	6.689	6.689	7.110
9	0.1	2662.2	1491.2	1443.3	1491.2	2662.2	5.516	4.922	4.922	5.516
9	0.01	3908.2	1764.1	1670.2	1764.1	3908.2	5.576	4.647	4.647	5.576
9	0.001	5218.3	1977.1	1824.6	1977.1	5218.3	6.657	4.780	4.780	6.657

Component values normalized to 1 MHz and 50 ohms, L in μH; C in pF.

الجدول ٢٢

مرشح التمرير العالي نوع Chebyshev على شكل الحرف T.

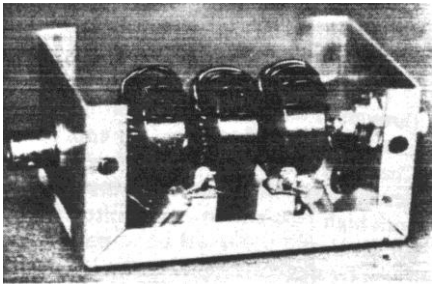
SWR للمرشح. بهذه المعلومات فإن القائم بالبناء يمكنه الرجوع إلى الجدول **19** لاختيار تصميم المرشح المناسب. قيم التضاؤل **attenuation** المعطاة هنا هي نظرية وتفترض وجود مكونات بدرجة الكمال **perfect**، ولا يوجد تعاطي **coupling** بين أقسام المرشح، ولا يوجد تسريب للإشارة من حول المرشح. المرشحات الواقعية **"real life"** يجب أن تتقيد بالاقتراب من هذه القيم أشد درجات الاقتراب للوصول إلى مستوى التضاؤل **60** أو **70** ديسبل. عند هذه النقطة فإن الاستجابة النظرية ستتدهور بقدر العوامل التي أشرنا إليها للتو.

ما أن يتم اختيار تصميم المرشح، القائم بالبناء بإمكانه الرجوع إلى الجداول **20** إلى **23** للحصول على قيم المكونات الاعتيادية **normalized component values**.

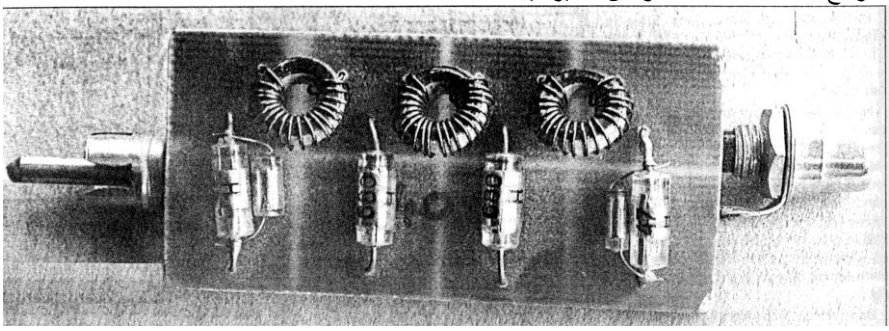
في معظم الحالات فإن قيم المتسعات المحسوبة تكون قريبة بما يكفي إلى قيمة قياسية **Standard Value** لذا يمكن استعمال المفردات القياسية. وعلى نفس النحو يمكن استعمال توليفة من متسعات المايكا المفضضة ذات القيمة الثابتة موصل معها على التوازي متسعة ضبط (بالضغط) **Compression trimmers** للحصول على القيمة المطلوبة.

المحاثات الدائرية **Toroidal inductors** وبسبب خصائص الحجب الذاتي **Self shielding** تكون مثالية للاستعمال مع هذه المرشحات. ويمكن استعمال المحاثات المصغرة **Minidoctor** أيضاً. وقد تكون أضخم لكنها لا تتطلب حجب بين أقسام المرشح المختلفة. مكثفات أقراص السيراميك **Disc Ceramic** أو متسعات الورق **Paper Capacitors** غير ملائمة في مرشحات التردد الراديوي **RF filters**. وينصح بمتسعات المايكا المفضضة **Silver Mica or Standard Mica**.

الشكل**81** يوضح مرشح قد تم تصميمه من خلال المعلومات المتوفرة في الجدول **21**. إنه من سبعة عناصر **7-element**، نوع التمرير الواطئ على شكل الحرف (π) **Low-pass of Pi Configuration**. المرشح قد وضع في صندوق صغير من الألمنيوم وجعلت له توصيلات **BNC** لتوصيل مدخله ومخرجه.



الشكل٨١ صورة فوتوغرافية لمرشح تمرير واطئ من سبعة عناصر، جرى تصميمه من المعلومات التي يحويها الجدول 21. المرشح موضوع في علبة صغيرة Minibox من الألمنيوم.



صورة فوتوغرافية تمثل مرشح تمرير واطئ، قد بُني لمرسلة ذات قدرة واطئة.

الفهرس

قاطع الدورة الكهربائية عند حدوث تسريب إلى الأرض ٦

عمل الدائرة ٨

المحولة التفاضلية ١٠

قاطع للتيار المتردد عند تجاوز القيمة المتعاقد على تجهيزها ١١

متحسس التيار ١٣

وضع الترانزستور في حالة التوصيل الكامل ١٥

قيمة مقاومة الانحياز Bias Resistor Value ١٦

كلام جديد حول المايكروفونات ١٩

المايكروفون الديناميكي Dynamic microphone ١٩

مايكروفون الاليكتريت السعوي Electret condenser microphone ٢٠

الممانعة Impedance ٢٠

الأطوار phases ٢٠

مايكروفون اليكتريت electret microphone ٢١

كاشف الإشعاعات أو عداد كايكر ٢٤

دُمى في الأسواق من الصين ٢٩

إيضاح معنى ظاهرة الـ Pyroelectric ٢٩

دائرة تتحسس التغيير المتدرج في مستوى الإضاءة ٣٢

ليست ثمة حاجة إلى مقياس مقاومة خطي لكن ٣٦

الدائرة التالية تتضمن محدد للتيار لا يسعنا التغافل عنه ٣٦

تفاضل الموجات المربعة ٣٨

مبين تعاقب الأطوار للمصدر ثلاثي الطور ٤٣

دائرة أخرى لكاشف تعاقب الأطوار ٤٥

مبينات الفولتية لبطارية السيارة ٤٦
مسبار فحص لخطوط الكهرباء في السيارة ٤٦
مراقب بطارية السيارة Car Battery Monitor ٤٧
مراقب الفولتية الضوئي A Colourful Voltage Monitor ٤٨
مبين لحالة البطارية Battery State Indicator ٥٠
مبدأ العمل Principle of operation ٥٠
مراقب طراز 6 Volt Version 6V ٥٣
فاحص ترانزستورات بدون مؤشر ٥٤
قيمة مقاومة الانحياز Bias Resistor Value ٥٥
الدائرة العاملة Working Circuit ٥٦
البناء Construction ٥٨
استعمال الفاحص Using The Tester ٥٨
مقياس السعة للمتسعات الالكتروليتية ٦٠
الدائرة بكاملها Full Circuit ٦٣
مضخم تيار مستمر مع خلية كهروضوئية ٦٦
جهاز مراقبة وتنبيه ٦٦
مفتاح باللمس ٧٤
التركيب Construction ٧٥
مقياس قدرة سمعي يقرأ قدرة الخارج السمعي بشكل مباشر ٧٨
رسم التدريجات المنتخبة زواياها من المنقلة تحت مؤشر المقياس ذو الملف المتحرك ٨٤
شاحنة بطارية حامضية متميزة X-LINE CHARGER ٩٣
كيف تعمل How it works ٩٣
مغير من المتوازي إلى المتسلسل و بالعكس من خلال أربع متكاملات فقط ٩٦

RS232 خطوة خطوة ٩٨
الطريق الثاني بالعكس The Other way around ١٠٠
الآن اسمع هذا ١٠١
الطرق الأساسية لترميز الخط الحامل للبيانات Data Line Coding ١٠٣
مرافيء الدخول والخروج إلى الحاسبة الشخصية PC ١٠٨
المرفأ السنتروني The Centronic port ١٠٨
مُوَصِّلات المرفأ Port connectors ١٠٩
الدائرة الالكترونية الداخلية (التنظيم الداخلي للعتاد) Internal hardware organization ١٠٩
مجموعة البيانات Data group ١١٤
مجموعة السيطرة Control group ١١٤
مجموعة الحالة Status group ١١٥
السيطرة برمجياً Software control ١١٧
الوصول المباشر للدخول والخروج Direct I/O access ١١٩
التعامل مع البتات Bit manipulation ١١٩
وزن البت Bit Wight ١١٩
جعل أحد البتات في وضع عالي To make a bit high ١٢٠
لجعل أحد البتات واطئ To make a bit low ١٢١
إزاحة البتات إلى اليمين وإلى اليسار ١٢١
المنفذ المتسلسل RS232: ١٢٣
أو كما يسمى البينية المتوالية RS232: ١٢٣
الإرسال المتوالي للبيانات Serial data transmission ١٢٣
موصّلات المرفأ والتوصيلات لل RS232 ..... ١٢٦
التنظيم الداخلي للأجهزة (تنظيم العتاد) Internal hardware organization ١٢٨

السيطرة برمجياً Software control ١٣٥
مرفأ الألعاب Game Port ١٣٩
توصيلات المرفأ Port connector ١٤٠
الدائرة الالكترونية الداخلية (تنظيم العتاد) Internal hardware organization ١٤٠
السيطرة برمجياً Software Control ١٤٣
خاتمة ١٥٤
تفاصيل البناء الكاملة لمنظم فولتية المولدات AVR تايو ١٦٠
قانصة حشرات منزلية ١٧٠
مستقبِل تماثلي للإرسال التلفزيوني عبر الأقمار الاصطناعية ١٧٢
المرشحات حسابها وتصميمها ١٧٩
دوائر التردد الراديوي ١٧٩
الدوائر المقترنة والمرشحات ١٧٩
الشبكات السلمية Ladder networks ١٧٩
التضاؤل الفعال Effective Attenuation ١٨٠
وفقد الإدراج Insertion loss ١٨٠
حل مسائل الشبكات السلمية Solving Ladder-Network Problems ١٨١
الانسيابية ADMITTANCE ١٨١
و التقبلية SUSCEPTANCE ١٨١
نموذج لمسألة A sample problem ١٨٣
إعادة تدريج التردد والممانعة الاعتيادية ١٨٤
استعمال جداول المرشحات ١٨٤
مرشحات بتروورث Butterworth filters ١٨٤
قيم العناصر Element Values ١٨٧

مرشحات بتروورث ذات التمرير العالي ١٨٧
مرشحات بتروورث لتمرير الحزمة ١٨٨
مرشحات عصرية إضافية ١٨٩
تصميم مرشحات الملف والمتسعة الغير فعالة Passive LC Filter design ١٩٠
مقدمة Introduction ١٩٠
القيم القياسية المستعملة في حسابات تصميم المرشح ١٩١
جداول تصميم بقيم المتسعات القياسية للمرشحات نوع تشبي شيف و إليبتيك. ١٩١
جداول التمرير الواطئ Low-pass tables ١٩٢
تغيير تدريجات الجداول، لتناسب مدى ترددات وممانعات أخرى. ١٩٢
كيف نستعمل جداول المرشحات ١٩٤

هذا الإصدار

يتضمن تتمة لبرامج رسم التدريجات التي بدأنا في الإصدار الرابع، مع الملفات التنفيذية للإصدارين لمن لا يجيدون استعمال بيئة البرمجة VB. و التفصيل الكامل لمسيطر الفولتية الياباني TAIYO للمولدات. وقاطع دورة عند تجاوز قيمة التيار المتعاقد على تجهيزها. والعديد من التطبيقات الصناعية التي تخدم الآن أو في المستقبل. تجد أيضاً تفصيل كامل لمرافئ الدخول والخروج للحاسبة الالكترونية PC وكيف يمكن استعمالها وبرمجتها لإدخال وإخراج البيانات لتخدم تطبيقاتنا مع محول سهل البناء للتحويل من المتوالي إلى المتوازي وبالعكس. تجد أيضاً موضوع المرشحات المنتظر أُدرج في هذا الإصدار ومعذرة عن التأخير. الإصدار القادم من الالكترونيات سيتضمن بإذن الله تطبيقات لهواة الالكترونيات وهواة بناء أجهزة الراديو. القرص المرفق تجد فيه قاعدة بيانات للمتكاملات الرقمية مع جدول الحقيقة لها؛ وبإمكانك أن تضيف لها بياناتك الخاصة. بالإضافة إلى المحتويات من البرامج التي فُصِّلَ بيانها في المقدمة.

السعر / سبعة آلاف وخمسمائة دينار