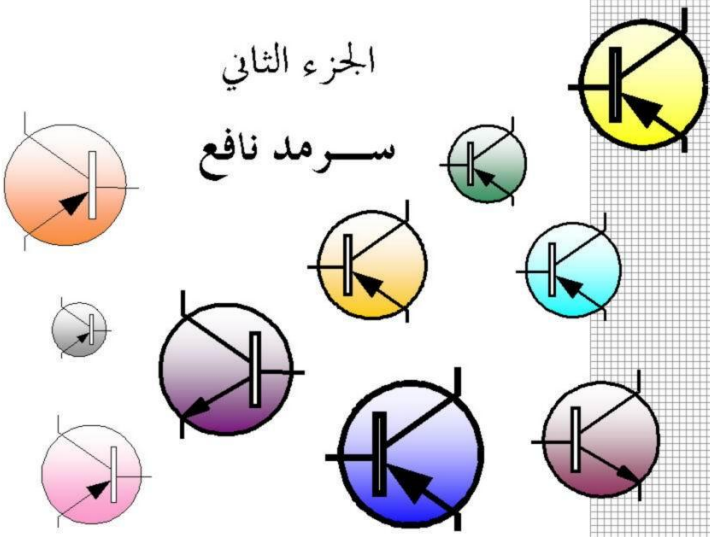
الألكترونيات

في زمن الحصار

الجزء الثاني

سـرمد نافع



الأَلكترُونيات

في زمن الحصار

الجزء الثاني

مجموعة من الدوائر الالكترونية والتطبيقات خدمت في فترة الحصار البائدة

تأليف

سرمد نافع

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

قَالَ إِنَّمَآ أُوتِيتُهُۥ عَلَىٰ عِلۡمٍ عِندِيٓۚ أَوَلَمۡ يَعۡلَمۡ أَنَّ ٱللَّهَ
قَدۡ أَهۡلَكَ مِن قَبۡلِهِۦ مِنَ ٱلۡقُرُونِ مَنۡ هُوَ أَشَدُّ مِنۡهُ قُوَّةٗ
وَأَكۡثَرُ جَمۡعٗاۚ وَلَا يُسۡـَٔلُ عَن ذُنُوبِهِمُ ٱلۡمُجۡرِمُونَ ٧٨

مقدمة الجزء الثاني

تم بحمد الله الجزء الثاني من هذا الكتاب، وقد تخطينا بفضل الله الصعاب المتمثلة في انقطاع التيار الكهربائي لحظة الشروع في الكتابة، وما يتبعها من هموم وجميعها معرقلات تصرف الإنسان إلى ما هو ثانوي، ومعذرة عن التأخير إلى جميع القراء الذين انتظروا هذا الكتاب.

تضمن هذا الكتاب تطبيقات عاكسات القدرة، وسيلاحظ القارئ أننا بدأنا من الصفر، منذ اللحظة التي سمعنا بعاكسات القدرة، والتفتنا إلى أنفسنا فإذا بنا لا نعلم كيف تعمل هذه الأجهزة! وما جمعناه من تطبيقات للهواة لا يغني ولا يسمن من جوع. وجاء الصديق سمير عائداً من اليمن ليخبرنا أنها معروفة في اليمن ويستعملوها في القرى.

عندها أدركت أن ما ينشر للهواة لا يعدو أن يكون محض ألعاب، والتطبيقات الخادمة لحاجات الإنسان لا تنشر إنما تُصَنَّع لتُجنَى منها الأرباح.

علم الالكترونيات لا فائدة منه بدون تطبيق ولا يمكن أن نلج فيه بالكلام فقط، وإذا جئنا بالكلام للتطبيق عملياً نجد التطبيق لا يعمل، لأن المتكلم قد غفل عن كثير من النواحي.

والتطبيق العملي يتضمن جميع المكونات وما يتعلق بها لذا نجد من له اهتمام بالالكترونيات يجمع المكونات القديمة والجديدة ويجد في ذهنه دائماً تطبيقات تستعمل هذه المكونات تخدم هوايته و محققة له متعة طيبة على طاولة العمل أو تحقق له مكسب مادي عند بيعها في السوق.

في الالكترونيات لا يسعنا الاستغناء عن الرياضيات. وكثير منا يبغض الرياضيات، ربما لأنها تتطلب ذهن له مقدرة على حفظ الأرقام ومقدرة على استعمال العقل داخل عالم وهمي له مسببات موضوعة من قبل علماء الرياضيات. ويمكننا تجاوز هذه المحنة بالتعامل مع ما نحتاجه فقط من الرياضيات وترك الاشتقاقات المطولة للمهندسين أو هواة الرياضيات.

كثير من التطبيقات المهمة في الالكترونيات ابتكرها المهندسون أساساً من خلال الرياضيات، وتم تحقيقها عملياً ما أن تمكنت الصناعة من ذلك. مثل نظام الإرسال تعديل التردد FM، تم وضع نظرية الاتصال بهذا النوع من التعديل في العشرينات من القرن العشرين، ولم يتسنى تحقيقه عملياً إلا

في أواخر عقد الثلاثينات من نفس القرن. وإلى اليوم توجد نظريات في الاتصالات لم يتيسر تحقيقها عملياً بعد.

مثال آخر الجبر البوليني وضعه عالم الرياضيات باباج بول قبل أكثر من قرن، وعند محاولة بناء تطبيق يتمثل بحاسبة ميكانيكية تستند إلى ذلك العلم لم يتمكن من إتمامها لحين وفاته. وتيسر بناء هذه الحاسبة المستندة إلى ذلك العلم في النصف الأول من القرن العشرين من خلال الالكترونيات التي سهلت التنفيذ كثيراً واختزلت تعقيدات النماذج الميكانيكية.

أجهزة القياس والفحص هي يد الإنسان التي تخترق الحجب وتمكنه من الولوج في العالم الخفي للالكترونيات. ناقلة ما يحدث في الخفاء إلى حواسنا من سمع وبصر، يتبعها العقل في تطبيق السبب والنتيجة حتى نعلم ما الذي يحدث، وبدونها لا يمكن العمل بالالكترونيات. ويمكن بناء أجهزة قياس وفحص من أبسط المواد، وسنقدم كلما تتاح فرصة مجموعة من أجهزة القياس والفحص تلبي احتياجات معينة.

عند النظر إلى الأمام أجد صرعة جديدة في الالكترونيات تفرض نفسها ألا وهي المسيطرات المايكروية من عائلة PIC. هذه المسيطرات بإمكانها أن تؤدي الكثير من المهام المختلفة من خلال برنامج Soft Ware يكتب ويلقم إلى المتكاملة لتعمل كما نرغب، ومن يدري ربما سيأتي يوم تتوفر من هذه المسيطرات أنواع نكتب لها برنامج لتعمل كراديو AM نغير البرنامج قليلاً لتعمل كراديو AM FM وهكذا لباقي التطبيقات حتى لا يعد لعلم الالكترونيات معنى ويصبح حكراً على مصانع هذه المتكاملة تتوارثه وتطوره وكل ما يحتاجه أمثالنا تعلم برمجة هذه المسيطرات فقط. لذا ألح على طلبة أقسام الالكترونيات الجدد أن يسعوا في الحصول على ما يستطيعون من معلومات حول هذه المتكاملة من خلال شبكة الإنترنت أو من خلال جامعاتهم، والإلحاح على أساتذتهم بالسعي لتوفير أطقم التدريب الخاصة بهذه المسيطرات.

والله الموفق بلطفه ورحمته / بغداد / مايس / ٢٠٠٥

عاكسات القدرة Power Invertors

صاحَبَ فترة الحصار شحَّه في الطاقة الكهربائية المجهزة إلى المنازل، وكان أثر ذلك في الصيف مؤذياً، إذ ترافق قطع التيار الكهربائي مع ارتفاع استثنائي في درجات الحرارة ليلاً حتى إن الرقود ليلاً فوق أسطح المنازل لم يجدي نفعاً، والنتيجة حرمان من النوم ليلاً يتبعه الذهاب إلى العمل نهاراً مع الحاجة إلى النوم التي لا تتحقق بسبب الارتفاع الطبيعي للحرارة نهاراً. وصرنا نحيا في كابوس لا مهرب منه.

لذا كان التفكير في استخدام عاكسات القدرة يعطي فرصة للفرد بالحصول على قسط من النوم ليلاً يتبعه راحة نسبية أثناء العمل نهاراً. بالإضافة إلى أن العاكسات لا تحتاج إلى من يشغلها ثم يطفئها كما الحال مع المولدة، فهي تعمل وتنطفئ بشكل ذاتي محققة زيادة في راحة المستخدم.

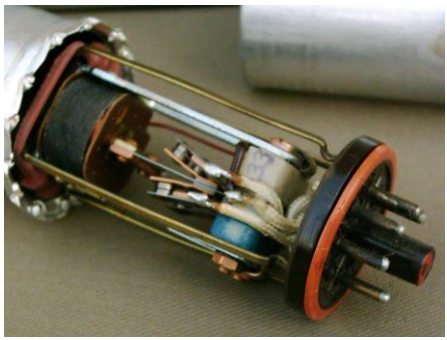
كنا نظن بدايةً أن محولة من 220V ابتدائي إلى 12V ثانوي ذو تفريعة وسطية ممكن أن تستعمل لتجهيز قدرة 220V بعد تغذية طرفي الملف الثانوي على التعاقب مع التفريعة الوسطية بتيار مستمر من بطارية 12V بترداد قدره 50Hz. ولكن عند التنفيذ ظهر أن الأمر لم يكن بهذه البساطة؛ حرارة عالية تولدت في ترانسزتورات القدرة ولم تكن القدرة المجهزة من الملف الثانوي ذات قيمة فكانت واطئة الجهد ضعيفة الأداء. لذا اتجه التفكير إلى اقتفاء أثر من سبقنا لنتعلم منهم ولا نقع بنفس أخطائهم، بدلاً من إعادة اختراع العاكس من الصفر.

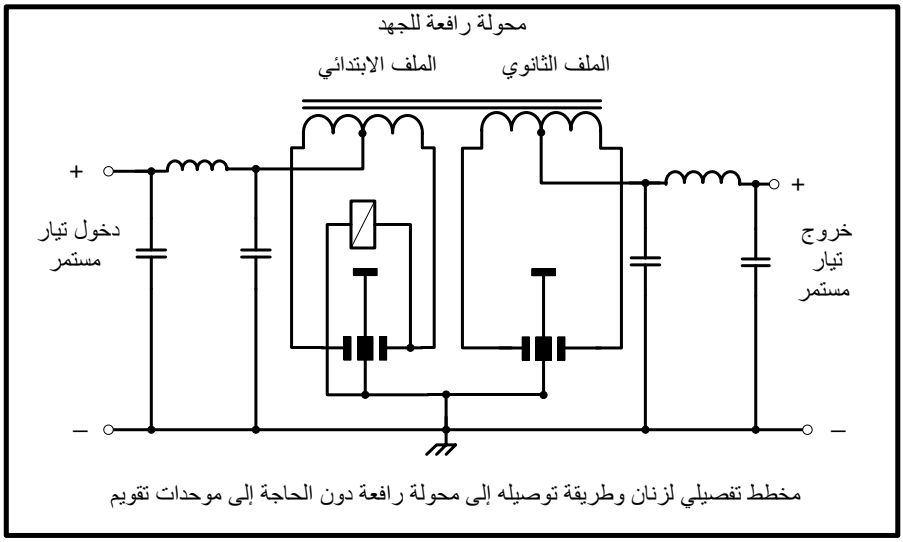
لعل أقدم تطبيق للعاكس كان عند تشغيل أجهزة راديو السيارة العاملة بالصمام. الصمام الالكتروني يحتاج إلى فولتية عالية كي يعمل، ولا نحصل عليها إلا بتحويل الجهد المستمر لبطارية السيارة إلى جهد عالي خلال محولة رافعة و تقويم الخارج من الملف الثانوي لنحصل على 250V DC. وكان يستعمل لهذا الغرض عضو يدعى Vibrator أي المهتز وقد ترجمه الدكتور رشدي الحديدي إلى زنان حيث يقول (كان عندما يعمل يخرج منه صوت على شكل زَن وقد أسميناه زنان كاسم صوت). من خلال نقاط تلامس الزنان كان يُسيَّر التيار باتجاهين وكانت هذه النقاط تتلف بسرعة نتيجة للشرارة الكهربائية المتولدة بينها؛ حتى طوَّر لها الألمان سبيكة طويلة العمر مما زاد

عمرها التشغيلي. ولأنها عبارة عن مفاتيح توصل وتقطع فإن التيار المتناوب المتولد له شكل الموجة المربعة. والموجة المربعة لها مناطق مسطحة في أعلاها يعني أن معدل التغيير الزمني للتيار الكهربائي عند هذه المناطق يساوي تقريباً صفر، وأن قلب المحولة يصل إلى درجة التشبع أثناء العمل، والنتيجة هدر في الطاقة الكهربائية يحدث على شكل حرارة خلال دورة الموجات المربعة هذه. ولتقليل هذا الهدر عمدت المصانع إلى جعل الزنانات تهتز بمقدار 100 ذبذبة في الثانية خاصة إن راديو السيارة لا يحتاج إلاَّ إلى التيار المستمر. هذه الزيادة في تردد الزنان مكنت المصمم من تصغير حجم المحولة الرافعة مقارنة لنفس القدرة المحصلة عند استعمال 50Hz كذلك تصغير حجم مكثفات التنعيم.

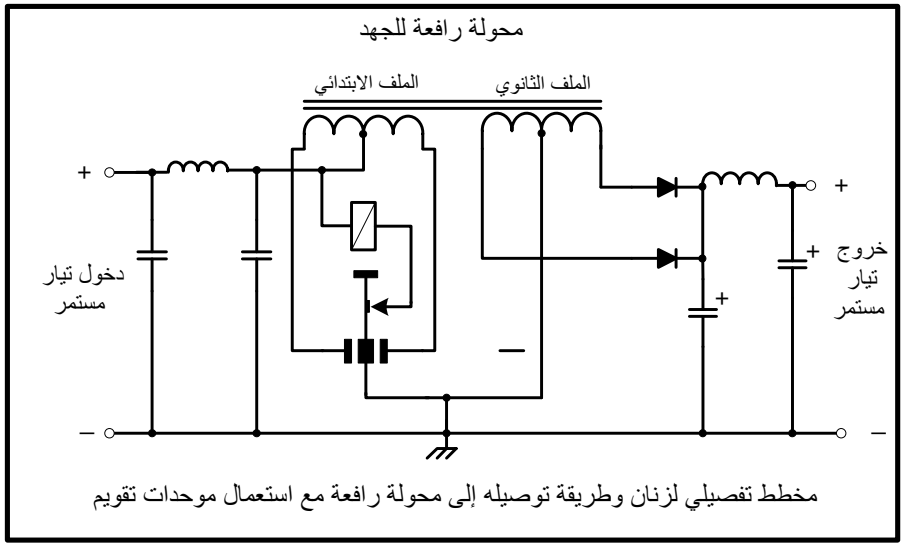
فيما يلي مخطط لنوعين من العاكسات التي تستخدم الزنان، الأول يحتاج إلى عناصر تقويم للتيار المتردد والثاني لا يحتاج إلى عناصر تقويم إذ تقوم مجموعة ثانية من الملامسات بعملية التقويم.

تردد العمل السابق الذكر هو 100Hz وهو لا يناسب الاستخدام في الأجهزة المنزلية ((كان يتم السيطرة على تردد العمل في الزنانات من خلال خصائص الرنين للملامس المهتز كوزنه وشدة نابضيته، حتى إن الملامس لا يستطيع الاهتزاز إلا عند تردد الرنين خاصته)). لذلك عندما انتجت المصانع زنانات بتردد 50Hz كان حجمها أكبر لأن طول الملامس المهتز كان أطول حتى يعطي خصائص اهتزاز عند 50Hz فقط. وفيما يلي صورة فوتوغرافية لكلا النوعين الصغير للنوع ذو التردد 100Hz والكبير ذو التردد 50Hz.





مخطط تفصيلي لزنان وطريقة توصيله إلى محولة رافعة دون الحاجة إلى موحدات تقويم

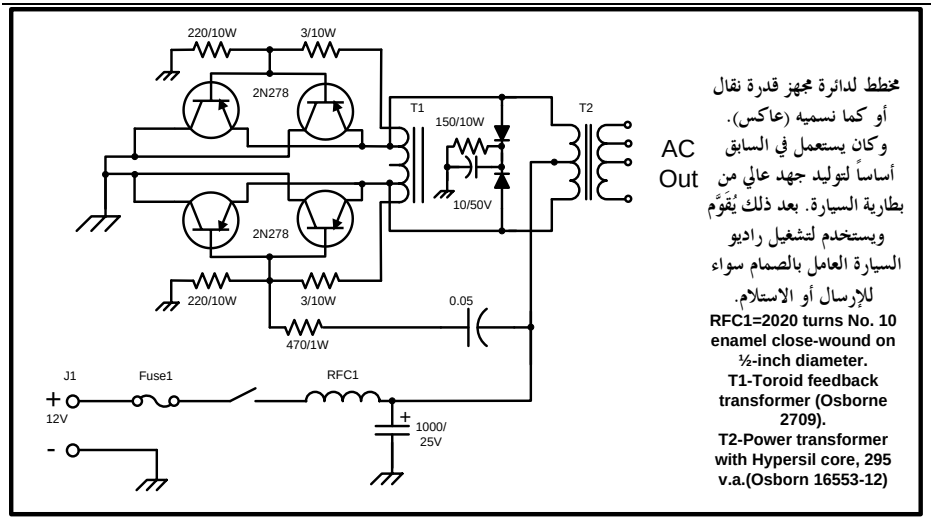


مخطط تفصيلي لزنان وطريقة توصيله إلى محولة رافعة مع استعمال موحدات تقويم

عند تنفيذ عاكس باستعمال أحد النوعين لوحظ حدوث شرارة كهربائية بين الملامسات تتسبب في ارتفاع شديد في حرارة الزنان إلى درجة التلف. هذه الشرارة تحدث بسبب النبضات العابرة الحادة الإبرية الشكل التي تتشكل عند الحواف شديدة الانحدار للموجات المربعة. يتم التخلص منها عن طريق كبت ملفات المحولة إما بتوصيل مقاومات على التوازي مع الملفات وهي طريقة غير مفضلة مع الملفات الكبيرة أو بتوصيل مكثف على الملف الثانوي للمحولة بقيمة 0.2uF ويتحمل جهد بمقدار 800VAC وهي الطريقة المفضلة حيث يتم كبت جميع الملفات دفعة واحدة. عند توصيل المكثف نجد إن الشرارة تتضاءل بشدة، وتختفي الحرارة المتولدة، ويجب استعمال مكثف ذو اعتمادية جيدة ولا يتسبب في حدوث دورة قصيرة توقف العاكسة عن العمل أو انخفاض سعته بشدة ويتسبب في تلف الزنان أو الترانسزتورات في حال استعمالها، استعمال مكثف جيد يغنينا عن هذه المتاعب.

بعد هذا التقديم يطيب لي ترجمة مقال حول العاكسات من كتاب Radio Amateur Handbook إصدار ١٩٦٢ لنرى التقنيات التي كانت مستخدمة.

يسميها المصدر أعلاه مجهزات القدرة بالترانسزتور، لأنها تأتي في سياق الحديث عن مجهزات القدرة بالزنان لتجهيز أجهزة راديو السيارة فيقول: مجهزات القدرة النقالة أو الخاصة بالسيارات والتي تعمل على الترانسزتور لها كفاءة كلية عالية في القدرة الخارجة. وطالما لا توجد أجزاء متحركة، يقابلها بالنتيجة مشاكل صيانة قليلة. باستثناء ربما بعض المقاومات والمكثفات. ولكن إذا عملت الترانسزتورات ضمن الحدود المقننة لها من درجة حرارة وتيار، سيمتد العمر التشغيلي لها لسنين بدلاً من ساعات كما مع الزنانات.

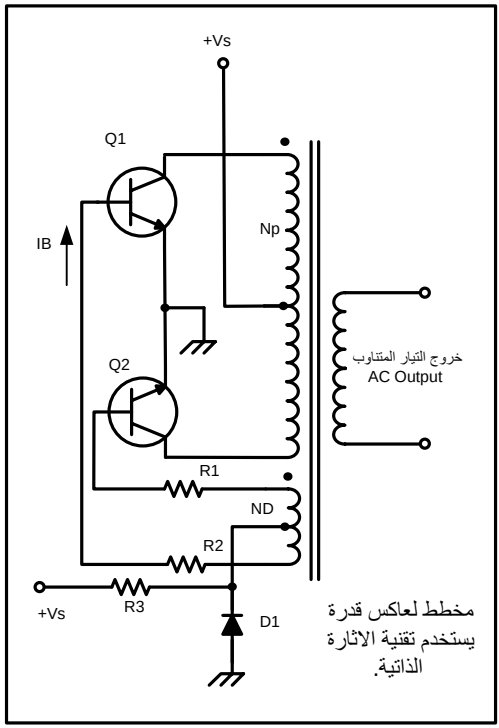


مخطط لدائرة مجهز قدرة نقال أو كما نسميه (عاكس). وكان يستعمل في السابق أساساً لتوليد جهد عالي من بطارية السيارة. بعد ذلك يُقَوَّم ويستخدم لتشغيل راديو السيارة العامل بالصمام سواء للإرسال أو الاستلام.
RFC1=2020 turns No. 10 enamel close-wound on ½-inch diameter.
T1-Toroid feedback transformer (Osborne 2709).
T2-Power transformer with Hypersil core, 295 v.a.(Osborn 16553-12)

في مجهز القدرة المجهز بالترانسزتور تعمل الترانسزتورات كمفاتيح الكترونية لتقطيع التيار المستمر خلال ابتدائي محولة القدرة كما يفعل المهتز الميكانيكي. عند تسليط الفولتية على مجهز القدرة يمر التيار في الترانسزتورات، وطالما لا يوجد ترانسزتورين متشابهين كهربائياً سيمر تيار في أحدهما أكثر من الثاني؛ هذا الفرق في تيار بداية التشغيل سيتسبب في حث فولتية صغيرة في لفات الملف الموصلة إلى قاعدة الترانسزتورات، ستكون ذات تقطيب ينحاز بسببه الترانسزتور الذي بدأ في التوصيل إلى توصيل أكثر بينما ينحاز الترانسزتور الآخر باتجاه القطع. هذه العملية تستمر إلى أن يسبب التيار المتزايد إلى تشبع قلب المحولة مغناطيسياً. عندها ستهبط الفولتية المحتثة إلى الصفر ولم يعد هنالك انحياز قاعدة لإدامة تيار مجمع. عندما يحدث هذا يزداد التيار مسبباً فولتية محتثة في الاتجاه المعاكس. ستنعكس العملية وسيقطع الترانسزتور ويوصل الآخر. والنتيجة تيار متناوب ذو موجة مربعة يتشكل في ابتدائي المحولة. وهذا بدوره يحث فولتية مرتفعة في الملف الثانوي.

العاكس الترانسزتور يمتلك حماية ذاتية ضد الأحمال الزائدة، أو الدورة القصيرة على ملفه الثانوي وفي حال حدوث ذلك يتسبب في توقف المذبذب عن العمل (بسبب أن الحمل الزائد يتسبب في كبت التغذية الخلفية للمذبذب) وانخفاض التيار الابتدائي إلى قيمة واطئة. انتظام جهد الفولتية الخارجة جيد مما يؤهل العاكس إلى تشغيل معظم معدات الراديو.

مجهز القدرة (العاكس) الترانسزتور الذي لم يصمم بشكل جيد تظهر فيه نبضات أبرية حادة عند حافات الموجة المربعة المولدة في مذبذب العاكس الترانسزتور. رغم إن النبضات ذات أمد قصير لكنها تسبب ثقب وإتلاف وصلات الترانسزتور عندما تزيد فولتية النبضات على الحد الذي تتحمله وصلة القاعدة–القاذف. يمكن الحد من سعة هذه النبضات إلى قيمة آمنة وذلك بجعل الربط وثيق بين الملف الابتدائي والملف الثانوي. وتوصيل متسعة ذات قيمة عالية على طرفي مصدر الفولتية الواطئة.



استعمل في المخطط السابق ترانسزتورات قدرة من نوع 2N278 أزواج متوافقة (Matched pair) وإذا لم تكن كذلك يفضل إضافة مقاومة معادلة تيار بقيمة 0.1Ω على التوالي مع كل قاذف.

وفيما يلي إضافة ما استجد لنفس الموضوع من نفس الكتاب ولكن إصدار ١٩٩٤، ... النظام المستعمل هذه الأيام يتم فيه تجهيز الملف الابتدائي للمحولة الرافعة بتيار متناوب عن طريق تقطيع التيار المستمر بواسطة الترانسزتورات من خلال نبضات سوق تأتي من ملف سوق ملفوف على نفس المحولة. وتتولى المحولة رفع هذا التيار إلى 220V في الملف الثانوي ليتم الاستفادة منه.

الشكل السابق ((عاكس ذو تقنية إثارة ذاتية)) أثناء تشبع الترانسزتور Q1 تصبح الفولتية عبر ملفات السوق مساوية إلى النسبة بين عدد لفات ملف السوق إلى عدد لفات الملف الابتدائي مضروبة في فولتية المصدر.

$$V_{DriveWinding} = \frac{N_D}{N_P} \times V_S$$ فولتية المصدر

حيث: N_D = عدد لفات ملف السوق

N_P= عدد لفات الملف الابتدائي.

وطالما أن قاعدة الترانسزتور Q1 لا تسمح بجهد انحياز أمامي أكثر من فولت واحد، فإن التفريعة الوسطية لملف السوق ستندفع بالاتجاه السالب حتى يبدأ الثنائي D1 بالتوصيل ولكن في هذه المرة سنحصل على أقل من فولت واحد في الاتجاه السالب. المتبقي من جهد الملفات N_D سينحدر عبر المقاومة R1، والنتيجة بعد الانحدار هو تيار السوق I_B.

$$I_B = \frac{V_{ND} - V_{BE}(Q1) - V_{FD}(D1)}{R1}$$

عادة V_{BE} و V_{FD} هي حوالي 0.8 فولت، وعلى ذلك

$$I_B = \frac{V_{ND} - 1.6}{R1}$$

والشائع أن V_{ND} تصمم عادةً لتعطي 5V أو أقل (وسنتطرق إلى الكيفية في مكان لاحق) وذلك لمنع انهيار وصلة القاعدة–القاذف للترانسزتور Q2.

وعموماً فإن فولتية سوق القاعدة للترانسزتورات ستتأرجح بين قيمة سالبة وقيمة موجبة، والقيمة السالبة هنا مفيدة على أن لا تتجاوز فولتية انهيار الوصلة وتأتي فائدتها في سرعة غلق الترانسزتور عندما يبدأ الترانسزتور الثاني بالتوصيل وبذلك تمنع الترانسزتور من أن يتأخر في الغلق و تبديد طاقة على شكل حرارة.

تشبع القلب في النصف الأول للدورة يوقف أي فولتية محتثة سواء في الملف الثانوي أو ملف السوق، ويظهر التشبع كدورة قصيرة على جامع الترانسزتور Q1، في تلك اللحظة يلاحظ التشبع على أنه إنحدار فولتية السوق إلى المنطقة صفر فولت.

يجهز الحمل بالقدرة كل نصف دورة وتحسب الفولتية الخارجة من العلاقة التالية مع إهمال فولتية التشبع:

$$V_{Out} = \frac{N_S}{N_P} \times V_S$$

هذا النوع من العاكسات الذاتي الإثارة مصمم من محولة مفردة هي مذبذب وهي مجهز القدرة يسمى مذبذب رويير Royer Oscillator.

وعلى المصمم أن يبذل جهد استثنائي وعناية خاصة لتوفير محولة ذات خصائص تمنع ظهور النبضات العابرة، والتي غالبً ما تدمر الترانسزتورات. وبمناسبة الحديث عن النبضات العابرة حاذر من استعمال مقياس الفولتية الرقمي قبل معالجة النبضات العابرة إذ غالبا ما تتلف المقياس فور توصيله إلى العاكس، واستعمل بدله مقياس الفولتية التماثلي.

يعتمد تردد التذبذب على الزمن اللازم لتشبع القلب بالإضافة إلى الفولتية المسلطة. ويمكن الحصول عليها من العلاقة:

$$F_{(HZ)} = \frac{V_S \times 10^8}{4 \times N_P \times B_M \times A_C}$$

حيث:

V_S= الفولتية المسلطة على نقطة التفريعة الوسطية.

N_P=عدد اللفات للملف الابتدائي من التفريعة الوسطية إلى أحد الأطراف.

B_M= كثافة الفيض المغناطيسي اللازم لتشبع القلب بالجاوس.

A_C= مساحة مقطع القلب بالسنتمتر المربع.

أحسن القلوب الملائمة للعاكسات ذاتية الإثارة (مذبذبات رويير) هي القلوب الدائرية نوع الشريط الملفوف التي تصنع من سبائك أوثونال Orthonol أو سبائك Squar Permalley-Type alloys بعض قلوب الفيرايت تصنع وفق مواصفات خاصة لهذا النوع من التطبيقات.

عند إقلال زمن الدورة لنبضات السوق المسلطة على الترانسزتورات إلى أقل من 50% يكون بإمكاننا التحكم بالفولتية الخارجة من عاكس القدرة الذي شرح للتو إلى مستوٍ منضبط... . وهذا المدخل يجرنا إلى مجهزات القدرة المفتاحية Switching Mode Power Supplies أو ما يسمى DC To DC Converters ولكننا في مجهزات القدرة المتناوبة (العاكسات) نستعمل تقنية أخرى للسيطرة على الفولتية الخارجة ألا وهي المضخمات المغناطيسية وسنتحدث حولها في مناسبة قادمة.

تحضير محولة القدرة

لعل أهم ما يحتاج إليه الشخص الذي يتعامل مع تحضير محولات القدرة هو متغيران.

الأول – كم من القدرة يستطيع أن ينقلها قلب معين بمساحة مقطع معينة؟

لمعرفة ذلك:

١- نحسب مساحة مقطع قلب المحولة بالملمتر المربع وذلك بضرب طول a × b بالملمتر لنحصل على المساحة بالملمتر المربع ثم نقسم الناتج على مليون لنحصل على المساحة بالمتر المربع و الشكل يوضح مقطع القلب.

٢-نستعمل العلاقة المجاورة لاستخراج قدرة القلب. $$P_{KVA} = f_{Hz}\left(\frac{100 \times B \times A}{C_1}\right)^2$$

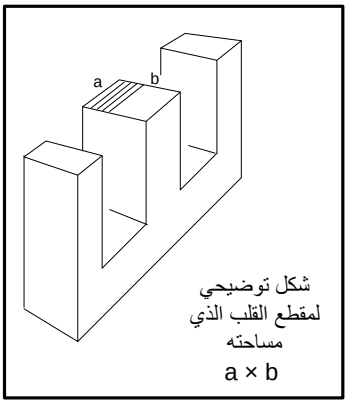
حيث:

P_{kVA}= القدرة بالكيلو فولت أمبير

f_{Hz}= التردد المستخدم بالهرتز

A= المساحة بالمتر المربع

B= متغير ممكن أن يأخذ قيم من 1.1 إلى 1.4، وهذا المتغير يستعمل في علاقة أخرى غير هذه العلاقة لتحديد مساحة مقطع القلب المناسب لقدرة معينة، في تلك العلاقة إذا نأخذ قيمة للمتغير تبلغ 1.1 نجد أن القلب كبير



شكل توضيحي لمقطع القلب الذي مساحته a × b

إزاء مقدار معين من القدرة مقارنة مع قلوب تجارية تعطي نفس المقدار من القدرة. لذا في تلك العلاقة وعندما سنتحدث عنها في موضوع لف المحولات نستعمل قيمة لB تبلغ 1.4 فنحصل على حجم إزاء قدرة مشابه للمحولات التجارية خاصة ونحن نستعمل قلوب محولات تجارية مستعملة لتحضير محولاتنا. وهنا أيضا في هذه العلاقة التي هي عكس السابقة سنستعمل 1.4 قيمة لB لتتفق القدرة التي نعينها مع قدرات المحولات التجارية. وأود أن ألفت نظر القارئ إلى أن قلب ذو أبعاد كبيرة أفضل عند استعماله مع عاكسات القدرة من قلب ذو إبعاد صغيرة هذا بالتجريب حيث يسهل تسريب الحرارة والعزل واستعمال أقطار أسلاك أكبر وغيرها.

C1= متغير يأخذ قيم من 3 إلى 4 وفي العلاقة نعوض عنه بـ 3.9

الآن يمكنك حساب القدرة التي ينقلها قلب معين ولا تنس إن وحدات الناتج بالكيلو فولت أمبير بمعنى أن 60VA تظهر في الناتج على هذا النحو 0.06

الثاني– كم مقدار الفولت لكل لفة الخاص بالقلب؟ وكيف نتمكن من معرفة عدد اللفات اللازمة لتحضير ملف ابتدائي يعمل على 220V مثلاً وتردد 50 هرتز؟

معرفة معامل الفولت لكل لفة e الخاص بالقلب يُمَكِّننَا من تحضير ملف ابتدائي أو ثانوي لأي فولتية نرغب، ويتم حسابه كالآتي:

١– نقيس أبعاد مقطع القلب بالمليمترات كما مر بنا ثم نستخرج مساحة المقطع بالمليمتر المربع.

٢– نقسم ناتج المساحة على 000 1000 حتى نحصل على مساحة مقطع القلب بالمتر المربع.

٣– من العلاقة التالية نحسب مقدار e بالفولت لكل لفة ν/τ.

$$e = 4.44 \times f_{Hz} \times B \times (Am^2)$$

حيث:

e = الفولت لكل لفة للقلب　　B= 1.4

4.44= ثابت رقمي　　(Am^2)= مساحة مقطع القلب بالمتر المربع.

f_{Hz} = التردد بالهرتز

الآن صار عندنا عندما نرغب في تحضير ملف 12V مثلاً، نقسم 12 على e أعلاه الخاصة بالقلب لنحصل على عدد اللفات لذلك القلب.

مثلاً: إذا كانت e = 0.063 ν/τ لقلب معين ونحن نروم تحضير ملف ابتدائي لهذا القلب يعمل على 220V ، نقسم 220 على 0.063 فيكون الناتج 3492.0634 نأخذ الأعداد الصحيحة و نهمل الكسور العشرية. العدد الصحيح هو عدد اللفات للملف.

مشكلة الموجة المربعة

عند تحضير ملف للعمل كملف ابتدائي 12V.AC مثلاً حسب العلاقات التي مرت بنا يفترض في هذه الفولتية أن تكون ذات شكل جيبي حتى تحقق القيمة الفعالة RMS 12V ((والغالب في جميع مقاييس الفولتية أنها تصمم لتقرأ القيمة الفعالة للموجة الجيبية فقط)).

عند تحويل الفولتية المستمرة للبطارية إلى موجة متناوبة مربعة لا نستطيع القول أنها موجة ذات جهد 12V جذر متوسط التربيع RMS بسبب أن شكلها مربع وليس جيبي هذا من ناحية، من ناحية ثانية إن الموجة المربعة في داخل الملف ستعاني من تشوه بفعل الرادة الحثية للملف، وهذا التشوه لا يحدث مع الموجة الجيبية، ما يهمنا هنا هو القيمة الفعالة للموجة بعد التشوه في داخل الملف.

لهذا السبب تم إجراء الآتي:

تم تحضير محولة عزل صغيرة ذات ملف ابتدائي له عدد لفات مساو إلى الملف الثانوي.

تم تغذية الملف الابتدائي من مولد دالة له قدرة خروج 6W بموجة مربعة ذات تردد 50Hz وأعلى اتساع للفولتية يبلغ 6V وكما في المخطط.

تم تحضير مقياس السلك الحار للفولتية وبعد معايرته والتأكد من دقته تم قياس الفولتية الخارجة من الملف الثانوي ((مقاييس السلك الحار تقيس القيمة الفعالة للفولتية مباشرة لأي شكل من الأشكال الموجية وهي كما معلوم بطيئة الاستجابة متثاقلة في حركتها)).

وبهذا تم الحصول على مقدار الفولتية الفعالة RMS للموجة المربعة ذات اتساع 6V بعد أن تشوهت بتأثير الملف.

$$V_{ac} = K \times V_P$$

حيث:

V_P = أعظم اتساع للموجة المربعة المسلطة.

K = ثابت.

V_{ac} = القيمة الفعالة للفولتية المربعة بعد التشوه في الملف.

$$4.3 = K \times 6$$

$$K = 4.3 / 6 = 0.716$$ قيمة الثابت K

وعند استعمال جهد البطارية المسنمر 12V

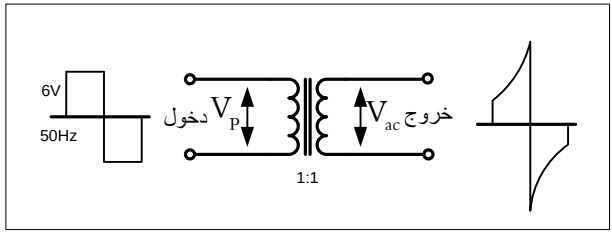
$12 \times 0.716 = 8.59$ فولت وهي مايلائم لتحضير ملف إبتدائي لعاكس يعمل من جهد بطارية مستمر بعد تقطيعه إلى AC 50Hz .

بمعنى عند حساب عدد لفات ملف ابتدائي 12 فولت لمحولة قدرة للعاكس يجب أن تحقق عدد لفاته فولتية ليست أقل من 8.59 فولت. وكما في تطبيق مثال الفولت لكل لفة.

عاكسة النجف

عاكسة القدرة هذه وردت إلينا من محافظة النجف على يد أحد الأصدقاء وعند استعمالها تبين أنها غاية في الجودة والاعتمادية وإنها تستحق الاهتمام والاستطلاع. وأميز ما فيها:

مقياس السلك الحار الذي استعمل في التجربة هو مقياس فولتية جديد للوحة قيادة سيارة موسكوفج سوفيتية



لا تولد حرارة في ترانسزتورات القدرة مما يمكنها من العمل لفترات طويلة دون هبوط عامل التكبير بيتا للترانسزتورات.

عند حدوث زيادة في الحمل أو دورة قصيرة أو توصيل الشبكة العمومية على حين غفلة لا يؤدي هذا إلى تلفها إذ ستتوقف عن العمل وتنتقل ترانسزتورات القدرة إلى حالة الإطفاء التام. أو سيزداد تردد المذبذب وبسبب زيادة التردد سيمر تيار قليل في ترانسزتورات القدرة، وهذا يعني انها ستنتقل إلى حالة أكثر أمنا.

عند هبوط جهد البطارية لا يؤدي هذا الهبوط إلى جرف تيار كبير في ترانسزتورات القدرة أو المذبذب، وإنما سيرتفع تردد المذبذب بشكل كبير رافعا بذلك ممانعة الملفات وتهبط القدرة الخارجة إلى قيمة آمنة.

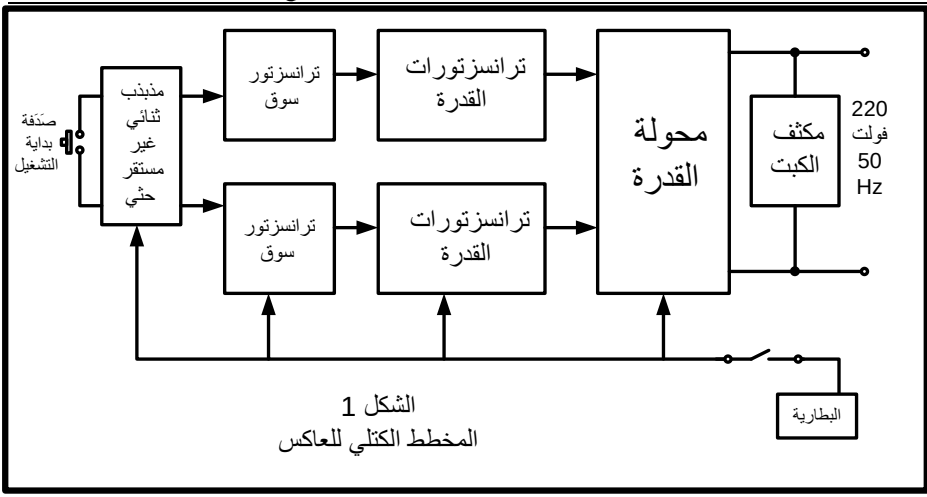
تعمل ترانسزتورات قدرة العاكس بطريقة الجامع المشترك لذا لا نحتاج إلى عازلات بين الهيكل المعدني والترانسزتورات.

لا تحتاج إلى مكونات غير متوفرة أو باهظة الثمن.

عيوب العاكسة أعلاه تتمثل فيما يلي:

لا يمكنها شحن البطارية عند مقدم الكهرباء العمومية. ويمكن إضافة هذه الميزة ولكننا سنفقد بساطة البناء للعاكس. لذا كنا نلجأ إلى إلحاق شاحنة بجوار البطارية تقوم بعملية الشحن.

عند قدوم التيار الكهربائي بعد انقطاع، يمكننا تركيب مرحل يطفئ العاكسة ويحول الحمل إلى الكهرباء العمومية. وإذا حدث الانقطاع ثانية تبقى العاكسة هامدة حتى يأتي من يضغط صَدَفَة بداية التشغيل (صَدَفَة تعني مفتاح ضغط Push button). وهذه النقطة ينظر إليها أحياناً على أنها سيئة من مساوئ العاكسة وأحياناً على أنها حسنة من محاسن العاكسة!



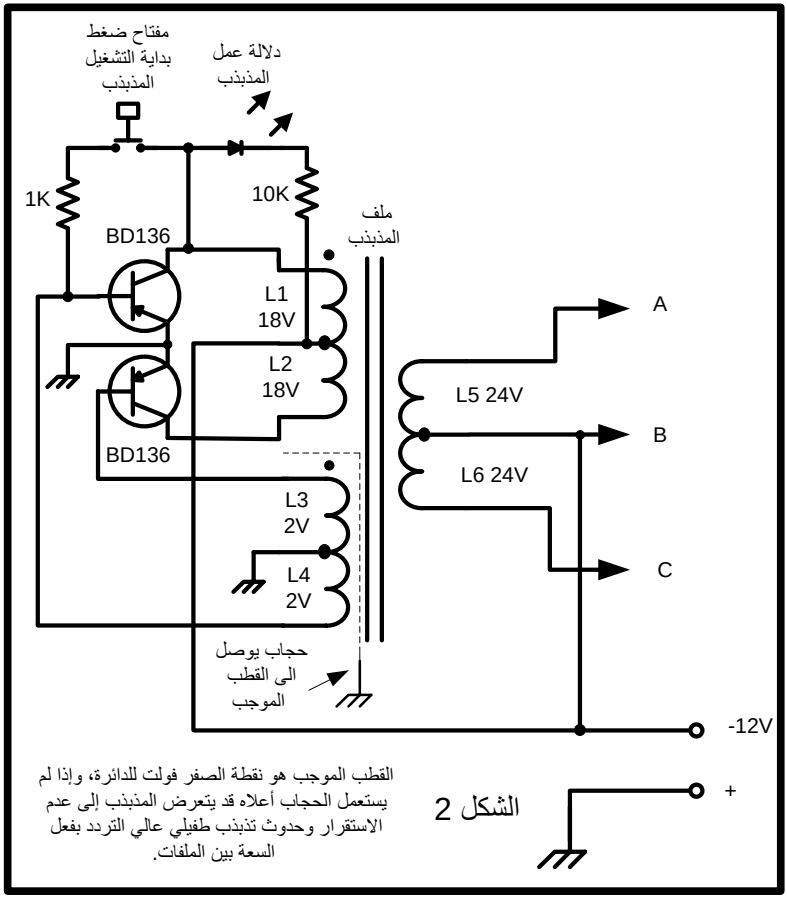
الشكل 1
المخطط الكتلي للعاكس

المخطط الكتلي

الشكل١ يوضح أجزاء العاكس الرئيسة وهو غني عن التعليق.

المذبذب

أهم جزء في المذبذب هو الملف ويتم تحضيره باستعمال قلب له قِطَع E I ذات أبعاد كما في المخطط. هذا القلب يمكن الحصول عليه من محولة قدرة قديمة تمتلك نفس الأبعاد، وتفضل المحولات يابانية الصنع لجودة السبيكة المصنوع منها القلب. وهنا أود ذكر كلمة حول قلوب المحولات الصينية خاصة. إذ وأثناء عملي في صيانة الأجهزة الكهربائية الصينية لدى أحد المستوردين. لوحظ إن بعض محولات الأجهزة كانت تتعطل بعد ساعة أو أقل من تشغيل الجهاز، وكما هو متوقع من جهاز رخيص كنا نضن إن السبب إما إهمال عامل التجميع وقيامه بلف عدد قليل من اللفات أو أن سلك اللف له عازل يختفي لبعض المسافات. أو حدوث تماس وما إلى ذلك، كنا نحضر القلوب لإعادة لفها. ولكن بعد لفها و قياس ممانعتها بجهاز قياس الممانعة المشروح في الجزء الأول من هذا الكتاب، تبين أنها بعيدة كل البعد عن مثيلاتها التي تعمل، وكان السلك المستعمل لإعادة لفها ممتاز ولو تم تشغيلها لاحترقت بعد ساعات.



الشكل 2

فتبين أن المعدن المصنوع منه القلب لم يكن كما مع مثيلاتها التي تعمل وعند تبديل القلب عملت مثل الأخريات.

ذكرت هذه الحادثة لنعلم أن قلب المحولات الصينية الرخيصة لا يمكن الاطمئنان إليه خاصةً وأن ضبط تردد المذبذب يعتمد اعتماد كبير على خصائص القلب.

تحضير ملف المذبذب

يحضر ملف المذبذب من قلب محولة تجهيز ذات قدرة صغيرة كالمستعملة لتجهيز المسجلات أو (الراديوات) بالقدرة من الكهرباء العمومية ولعمل ذلك:

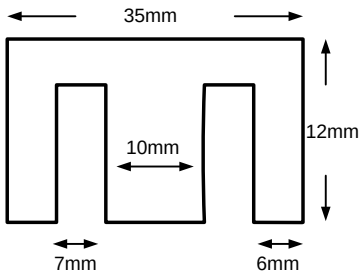
نقيس أبعاد مقطع القلب ونستخرج أبعاد مساحة مقطعه بالملمتر المربع.

نستخرج الفولت لكل لفة للقلب من العلاقة

$$e = 4.44 \times f_{Hz} \times 1.4 \times Am^2$$

نستخرج عدد اللفات لكل ملف من الملفات ليحقق الفولتية المثبتة إزاءه في المخطط. وقد شرحت هذه العملية سابقاً باستعمال العلاقة: عدد اللفات = الفولتية المطلوبة ÷ الفولت لكل لفة

الشكل 3



يلزم 19 قطعة من القطع أعلاه سمك القطعة الواحدة نصف ملم. لاحظ أنه يمكن استعمال أي قلب كبير أو صغير بأي عدد للقطع، ولكن ذلك غير مفضل إذ لا يحدث التوقف عند زيادة الحمل أو حدوث دورة قصيرة، أصغر من الأبعاد أعلاه يسبب صعوبة في سوق ترانسزتورات القدرة.

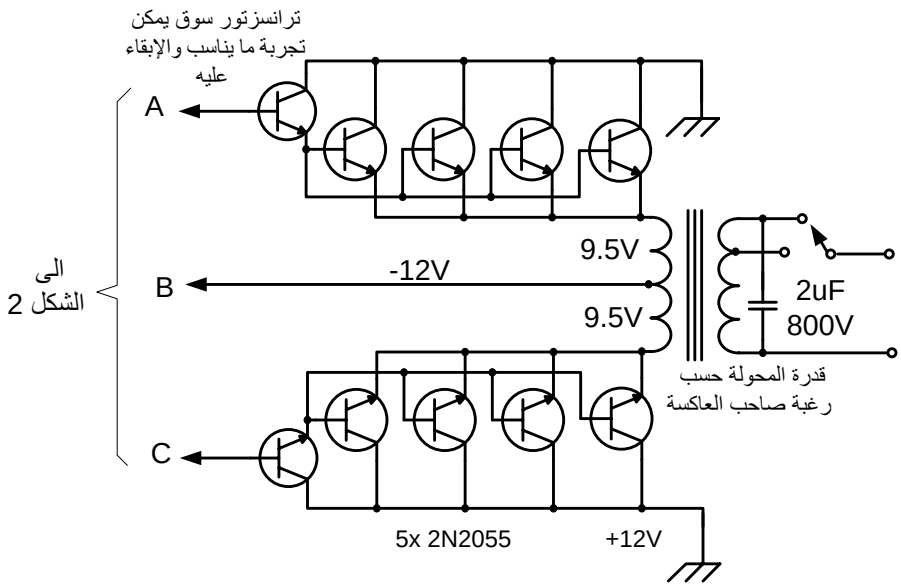
تلف الملفات L3 و L4 أولا ثم العازل ثم نضع الحجاب المعدني ولا تنس عزل طرفيه حتى لا يشكل دورة قصيرة، ونخرج منه توصيلة إلى الخارج ثم العازل ثم نلف الباقي.

لاحظ إن القلب صغير بعض الشيء لذا استعمل سلك نحيف للملفات وخاصةً الملف L5 و L6. بعد تمام اللف شغل المذبذب بضغط صدفة مفتاح الضغط. والثنائي الضوئي يبين عمل المذبذب. أما إذا لم يعمل فتأكد من عدم عكس توصيل أطراف ملف التغذية الخلفية. والتأكد من النواحي الفنية الأخرى متروك لمن يبني المذبذب. يمكن ضبط تردد المذبذب بحذف أو إضافة ألواح إلى القلب هذا عند اللزوم طبعاً.

تنفذ محولة القدرة على قلب له مساحة مقطع تتحمل نقل كم القدرة المطلوب تجهيزها ويمكن معرفة القدرة التي يتمكن قلب معين من نقلها من خلال مساحة مقطعه باستعمال العلاقة:

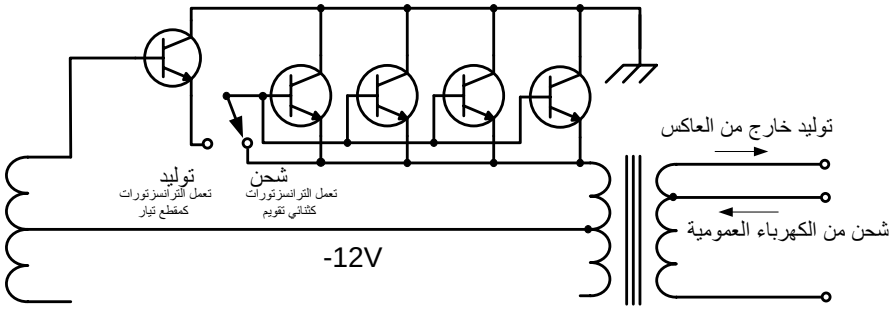
$$P = 50\left(\frac{100 \times 1.4 \times Am^2}{3.04}\right)KVA$$

بعض الفنيين أضاف مروحة لتهوية العاكسة عند ارتفاع حرارتها فحدث أن تسببت المروحة في قدح المذبذب بمجرد توصيل البطارية وقبل ضغط صدفة بداية التشغيل، مثل هكذا حالات يمكن



الشكل 4 مخطط جزء القدرة لعاكسة النجف، تحضر محولة القدرة حسب الرغبة كذلك الفولتية الخارجة منها. ويجب التأكد من جودة المعادن المحلية التي يلف عليها القلب وعدم استخدام الحديد العادي فهو يسبب نبضات حادة عند حافات الموجة المربعة مما يؤدي إلى تلف ترانسزتورات القدرة وكما ورد مع المقال المترجم في بداية هذا الموضوع.

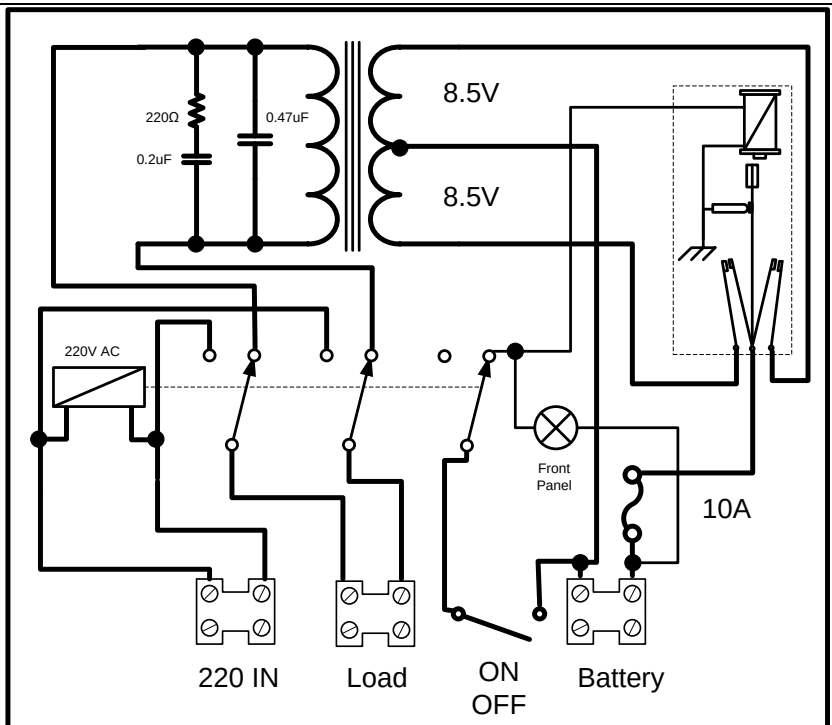
علاجها بربط مكثف على التوازي مع طرفي المروحة.



مقترح لتبيان الفكرة الاساسية لتحويل عاكس النجف إلى شحن وتوليد باستعمال مفتاح صغير.
يكون جزء من مرحل تتم من خلاله السيطرة على الشحن أو التوليد حسب وجود الكهرباء العمومية.

فحص العاكسة يتم من خلال أحمال مقاومية مثل المصابيح. وعندما تجهز العاكسة أحمال حثية يراعى تصحيح عامل القدرة قدر الإمكان لتجنب ارتفاع الحرارة على ترانسزتورات القدرة. وعاكسة واحدة كبيرة لتجهيز عدة أحمال حثيه غير مفضل والمفضل هو عاكسة صغيرة لكل حمل مثل المراوح. ومع ذلك نجد إن الشائع لدى الناس عاكسة ذات قدرة 300VA.

ومما يستحق الملاحظة والالتفات أن العاكسات عموماً لا تعتبر عملية إذا كان انقطاع التيار الكهربائي حالة دائمة وورود عرض طارئ، إنما هي نافعة عندما يكون وجود التيار الكهربائي حالة دائمة وانقطاعه عرض طارئ. ذلك حتى يمكن إعادة شحن البطارية (الجديدة حتماً) وبخلافه أي كما مع الحالة الأولى فإن البطارية تتلف لا محالة أو نضطر إلى شراء مولدة لإنقاذ البطارية!! .



مخطط لعاكسة تم بنائها باستعمال زنان ذو تردد خمسين ذبذبة في الثانية لتشغيل مروحة سقفية واحدة, والمعروف أن قدرة المراوح السقفية تقرب من 75 وات ويفضل مراعاة ذلك عند تحضير المحولة. العاكسة بدون شاحنة وهي تجهز الحمل بالطاقة بشكل آلي عند انقطاع التيار وتطفئ نفسها عند قدومه وفيها مصباح دلالة اشتغال ويمكن اطفائها من خلال مفتاح في الواجهة الامامية.

المخطط أعلاه لعاكسة صغيرة تم تعليقها بجوار منظم سرعة المروحة على الجدار والبطارية على الأرض وبجوارها الشاحنة، وقد خدمت لثلاث سنوات ولازالت بدون أي صيانة تذكر، وأثناء العمل تولد ضوضاء شديدة على أجهزة الاستقبال الإذاعي حتى عند الإصغاء إلى حزمة تعديل التردد الـ FM.

المضخمات المغناطيسية Magnetic Amplifiers :

لعل أهم صفات المضخمات المغناطيسية تنحصر في تضخيم مركبات التيار المتناوب واطئ التردد أو التيار المستمر النابض لمستويات كسب مرتفعة بدون استعمال الترانسزتورات أو الصمامات، والحصول على مستويات مرتفعة للقدرة الخارجة. هذه بعض المميزات للمضخمات المغناطيسية.

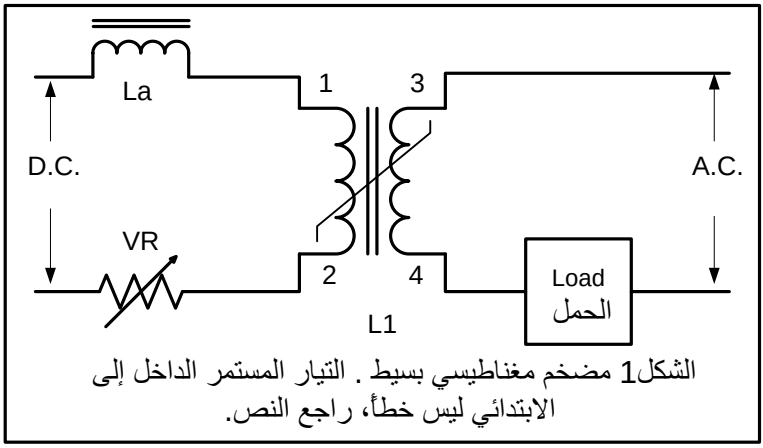
وبالرغم من جميع هذه المميزات، نجد ندرة بالغة في استعمال المضخمات المغناطيسية خارج مجال الإلكترونيات الصناعية. ومع ذلك فان لها تطبيقات واسعة وكثيرة للهواة عندما يتطلب الأمر تكبير الترددات الواطئة. مثل مسيطرات سرعة المحركات أو السيطرة على الأنظمة المؤازرة Servo systems أو تضخيم الكهربائية الضوئية أو مسيطرات الحرارة وغيرها.

وربما يكمن السبب الأهم لعدم انتشارها في عدم توفر المعلومات الوافية حول عمل المضخمات المغناطيسية، وما تقدمه الكتب حول المضخمات إما تفترض بالقارئ انه على إلمام بالأسس المغناطيسية للمضخمات أو هي تتجاهل الموضوع برمته. يفترض في هذا المقال أنه يملأ هذه الفجوة من المعلومات.

مضخم مغناطيسي بسيط

الشكل١ لأبسط شكل للمضخم المغناطيسي. وهذا يتضمن الملف الخانق L1 المجهز بملفين على قلب من مادة تتشبع بسهولة (وذلك بجعل القلب لا يحتوي على فجوة هوائية في مسار الخطوط المغناطيسية) كذلك يمكن للقلب أن يتشبع بسهولة عندما يمتلك القلب مساحة مقطع صغيرة بمعنى أن الطاقة المصروفة في مغنطة القلب والرجوع من المغنطة ليست كبيرة. مثل هذا الخانق متعدد اللفائف وهو ليس محولة، رغم تشابه الرموز يصطلح على تسميته بالمفاعل Reactor.
أطراف الملف المرقمة ٣ و ٤ تستعمل كخانق في دائرة AC ثانوية، والملف المرقم ١ و ٢ يستعمل لتسليط فيض مغناطيسي إلى القلب عن طريق إمرار تيار مستمر. الملف ذو الأطراف ١و ٢ يعرف

عادة بملف السيطرة. يوصل الملف الخانق La على التوالي مع ملف السيطرة لمنع التيار المتناوب من أن يغذى إلى مصدر فولتية السيطرة من خلال أثر المحولة في المفاعل.



الشكل1 مضخم مغناطيسي بسيط . التيار المستمر الداخل إلى الابتدائي ليس خطأً، راجع النص.

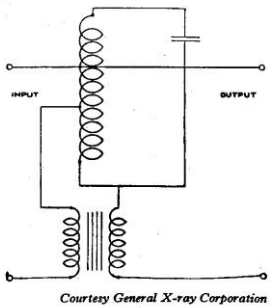
تخيل أنه لا يوجد تيار مستمر يمر في ملف السيطرة. سيتصرف الملف ٣ و٤ كملف خانق أي يكون التيار المار خلالها ليس كبيراً وبذلك سيصل جزء قليل من الفولتية المتناوبة المسلطة على الدائرة الثانوية إلى الحمل.إذا مرر الآن تيار مستمر في ملف السيطرة فالحالة التي ستحدث هي أن مجموع الفيض المغناطيسي المتولد في ملف السيطرة مضافاً إليه الفيض المتولد من مرور التيار في الملفات الثانوية سيتسببان في تشبع القلب وبذلك سيزداد معدل التيار في الحمل. وبكلمات أبسط نقول **إن مرور تيار في ملف السيطرة أدى إلى انخفاض ممانعة الملف الثانوي والنتيجة تيار أكبر يمر في الحمل بسبب تيار تحكم بسيط أمرر في ملف السيطرة، وهذا هو جوهر المضخم المغناطيسي.**

هذا النوع من المضخمات المغناطيسية يُعرَف بمضخم التشبع المباشر وهو نادراً ما يستعمل بسبب انخفاض حساسيته والتشوه الكبير للشكل الموجي المغذى إلى الحمل. لكنه يبين بوضوح المبادئ المتعلقة بالمضخمات المغناطيسية، وهو بسيط في بنائه.

تضخيم التيار الناتج يساوي النسبة بين عدد لفات ملف السيطرة إلى عدد لفات الملف الثانوي (وفي هذا فهو يشابه تماماً المحولة التقليدية)؛ لاحظ أن النسبة رافعة من ملف السيطرة ذو التيار المستمر إلى الملف الثانوي ذو التيار المتناوب. وبهذا تحققت طريقة للسيطرة على التيار المتناوب من خلال مصدر تيار مستمر.

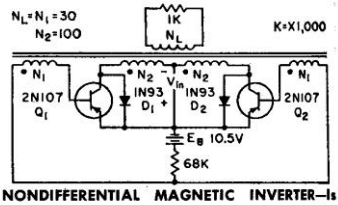
المضخمات المغناطيسية ذاتية التشبع Self saturating magnetic amplifiers

لأسباب كثيرة يكون من المفضل الحصول على مضخم مغناطيسي يمتلك حساسية أكبر وشكل موجي قليل التشوه. وهذه المتطلبات يمكن الحصول عليها من خلال مضخم مغناطيسي ذاتي التشبع الذي يستعمل التيار الثانوي لزيادة تشبع القلب. ويتم هذا بجعل تيار الملف الثانوي ينتقل Travel في اتجاه واحد فقط خلال القلب. وإذا كان القلب في حالة تشبع بسبب تيار السيطرة سيكون الحث واطئ جداً كذلك الممانعة ولا توجد إعاقة للتيار الثانوي.



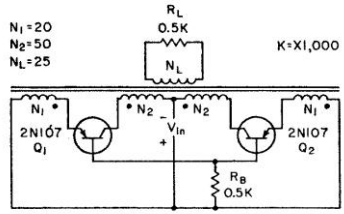
Courtesy General X-ray Corporation

FIG. 2.9. To illustrate the principle of a constant voltage stabilizer. For a 12 per cent variation in voltage on the input side, the output voltage varies only 1 per cent,



NONDIFFERENTIAL MAGNETIC INVERTER—Is analogous to free-running capacitor-coupled mvbr. Frequency and output amplitude are both directly proportional to input voltage. Chief drawback is need to increase input voltage to get higher frequency, which in turn increases all winding voltages.—J. Markus, "Handbook of Electronic Control Circuits," McGraw-Hill, N.Y., 1959, p 102.

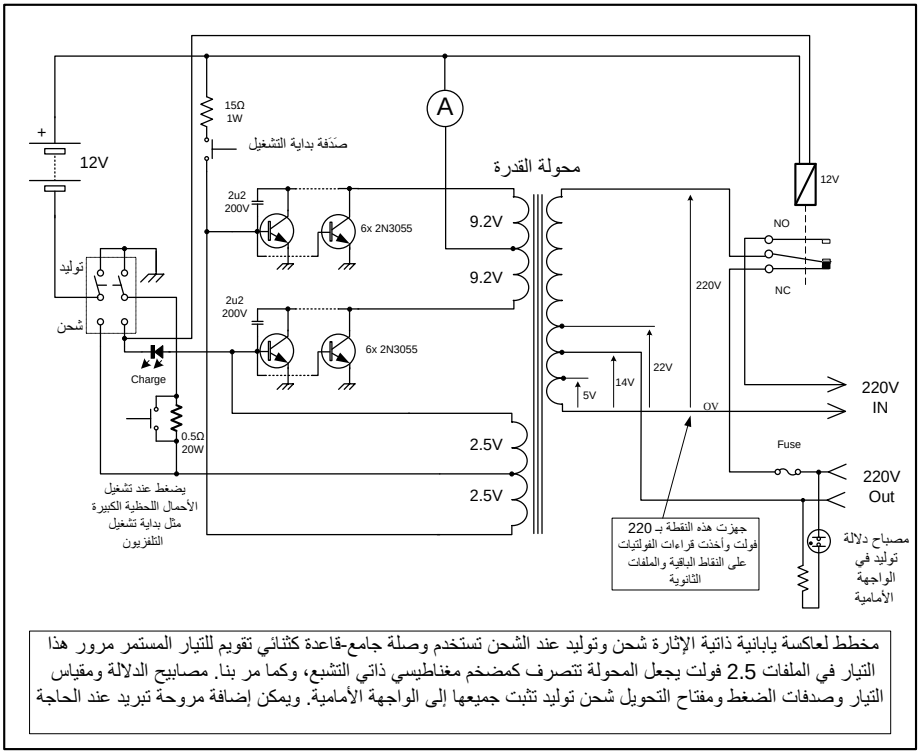
DIFFERENTIAL MAGNETIC INVERTER—Oscillates reliably without use of current bias. Excessive drive will not cause transistor overheating. Differential action of collector and emitter windings greatly improves performance as compared to conventional nondifferential inverter and eliminates need for clipping diodes.—J. Markus, "Handbook of Electronic Control Circuits," McGraw-Hill, N.Y., 1959, p 103.



تلاحظ في المخطط السابق ثلاثة تطبيقات لمضخمات مغناطيسية ومثبت إزاء كل منها المصدر الذي نقلت منه، اثنان منها لعاكس والذي في الأعلى إلى اليسار مثبت لمستوى الفولتية ويستعمل مع صمامات توليد أشعة X ذلك لأن التردد الذي تولده هذه الصمامات يتأثر بالفولتية المرتفعة المجهزة إلى الصمام؛ ومثل هذا الجهاز كان يستعمل في العراق (في الستينات) لتثبيت الفولتية المجهزة إلى أجهزة التلفزيون العاملة بالصمام وكان أشهر زبون له هم مواطني مدينة البصرة. وتتميز الملفات المصنوع منها بأنها ثقيلة الوزن كبيرة الحجم وقد بيعت آخر قطع متبقية منه في السنين المبكرة للحصار من بقايا شركة وديع وتوفيق الحريري.

عاكسة قدرة يابانية ذاتية الإثارة EXPOWER (عاكسة معرض العراق–عصام)

المخطط التالي لعاكسة قدرة من نوع مذبذب روير الذي مر بنا، وتتميز هذه العاكسة بجودة



مخطط لعاكسة يابانية ذاتية الإثارة شحن وتوليد عند الشحن تستخدم وصلة جامع-قاعدة كثنائي تقويم للتيار المستمر مرور هذا التيار في الملفات 2.5 فولت يجعل المحولة تتصرف كمضخم مغناطيسي ذاتي التشبع، وكما مر بنا. مصابيح الدلالة ومقياس التيار وصدفات الضغط ومفتاح التحويل شحن توليد تثبت جميعها إلى الواجهة الأمامية. ويمكن إضافة مروحة تبريد عند الحاجة

الأداء والاعتمادية العالية وقلة الأعطال التي تتعرض لها. ويراعى الاعتناء عند تحضير محولة القدرة وعدم تعريض ملفاتها إلى ملامسة الأجزاء المعدنية مما يؤدي إلى تعطلها. المخطط في الأعلى هو استطلاع لنموذج من السوق المحلية، والمفتاح شحن توليد يكون كبير الحجم ليتحمل التيار الكبير الذي يمر خلاله. يتم السيطرة على التردد من خلال قيمة المقاومة 0.5Ω 20W ويراعى عند التجميع أن توضع هذه المقاومة بكيفية يمكنها التخلص من الحرارة الكبيرة المتولدة خلالها.

عاكسة قدرة يابانية EXPOWER طراز GT300VA

القدرة التي تجهزها هذه العاكسة 300VA.

تم شراء هذه العاكسة وكانت عاطلة عن العمل، وعند تصليحها لوحظ أن محولة السَوق كانت محترقة وهذا من الأمور السيئة في العاكسات. خاصة وأنها تُقتنى لتخدم وقت الطوارئ لا أن تتعطل. وأثناء القيام بإصلاحها تم استطلاعها لتتم الفائدة من التصميم.

أميز ما فيها هي محولة السوق والدائرة التي تسوق محولة السوق. دائرة المذبذب الغير مستقر تكون حساسة لتغير الفولتية لذلك يستعمل مثبت فولتية حتى لا يؤدي تغيير الفولتية للبطارية إلى تغيير تردد المذبذب.

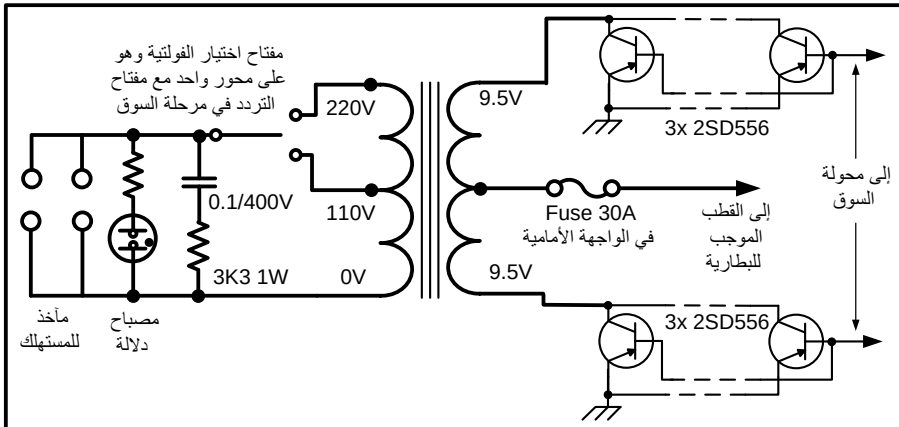
تردد المذبذب يكون ضعف التردد التي تعمل عليه العاكسة ويقسم على ٢ في دائرة القلاب، تصميم دائرة القلاب هذه مفيد جداً. حيث يمكن استعمالها في كثير من التطبيقات خاصة وأن الخارج منها طرفان بينهما فرق طور بمقدار ٩٠ درجة. يذهب الطرفان إلى ترانسزتورات محولة السوق.

لقد تم لف نسخة من محولة السوق هذه على قلب محولة صينية تسمى محلياً محولة ٦٠٠ملي أمبير. وقلب المحولة الأصلي هو بنفس أبعاد القلب المذكور، له ٣٥ قطعة E سمك القطعة الواحدة 0.5 ملمتر. ملف سوق مرحلة القدرة a و b له ٧٢ لفة تخرج من نصفه التفريعة الوسطية بمعنى ٣٦لفة لكل جانب من جوانب التفريعة الوسطية.

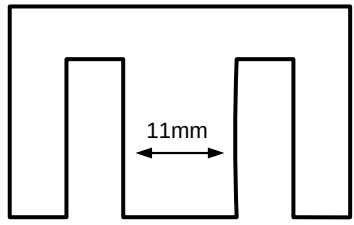
وملف الدخول c و d لمحولة السوق له ٣٢٢ لفة تخرج من منتصفه التفريعة الوسطية Center-Tap. عند تشغيل مرحلة السوق نستخدم مشهاد الإشارة (الاسلسكوب) لنجد أن خارج محولة السوق الصحيح 2.5V قمة–قمة بين كل طرف من أطراف الملف والتفريعة الوسطية، موجة مربعة ويمكن قياس الفترة الزمنية للدورة الواحدة لنحسب التردد بقسمة ١ على الفترة الزمنية للدورة الواحدة بالثانية لينتج لدينا التردد بالهرتز.

دائرة السوق هذه ممكن أن تستعمل لسوق عاكسة ذات قدرة أكبر بدون أي تعديل. يمكن إضافة متحسس للحمل الزائد، عن طريق لف ملف من سلك نحيف على محولة القدرة الملف له عدد لفات تحقق ٢٤ فولت مثلا ومراقبة هذه الفولتية بدائرة بسيطة فإذا حدث فيها انخفاض دون مستوى معلوم يعتبر تحميل زائد، تقوم الدائرة بفصل محولة السوق من مصدر القدرة وتوقف

العاكسة عن العمل. العاكسة ليس بإمكانها شحن البطارية إذ إنها مصممة للعمل من بطارية السيارة. أثناء الرحلات أو التنقل. والسيارة هي التي تتولى مهمة الشحن.

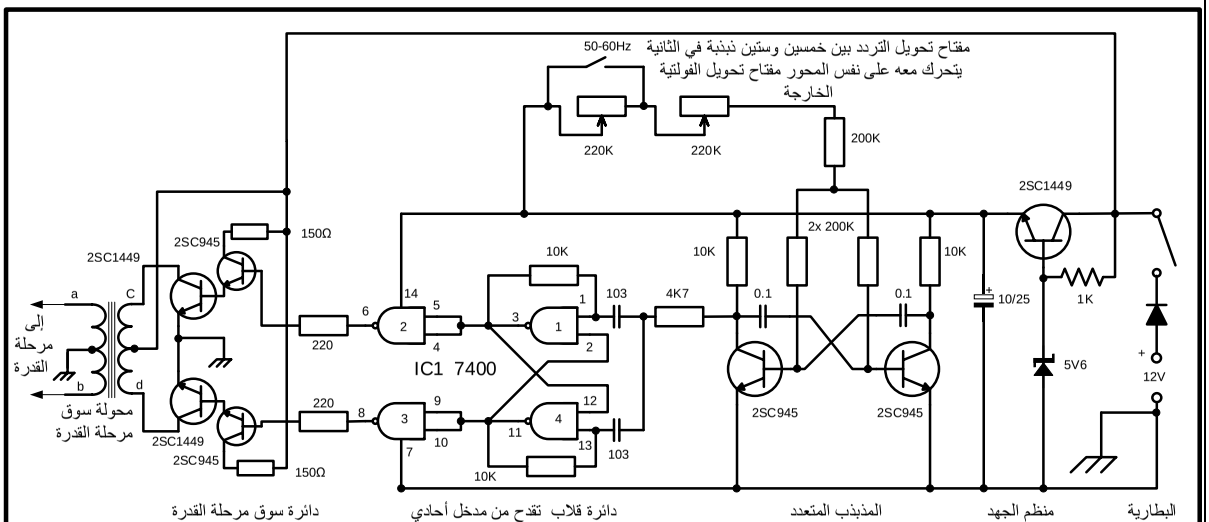


الشكل2 ويمثل مرحلة القدرة للعاكسة اليابانية. محولة القدرة لها مساحة مقطع تبلغ 0.002232 متر مربع وممانعة الملف 220 فولت تبلغ 2840 أوم عند تردد 50 هرتز، وممانعة الملف 9.5-0-9.5 تبلغ 25 أوم عند نفس التردد وقطر مقطع السلك يبلغ 2 ملمتر.



عرض القطعة الوسطية لقلب محولة السوق

ملاحظة: ورد في المخطط السابق متسعة لها قيمة 103 هذا يعني 10 000 بيكو فراد (الرقم 3 يعني عدد الأصفار).



الشكل1 مرحلة السوق للعاكسة اليابانية (أكس بور) طراز جي تي 300 . لا يفترض في مفتاح التشغيل والإطفاء أنه يتحمل تيار كبير، دائرة السوق هذه مفيدة عند تصميم عاكسة تستعمل ترانسزتورات (في موس). محولة السوق تنفذ على قلب محولة قدرة تدعى بالتعبير المحلي محولة 600 ملي أمبير مثل محولة 6-0-6 وتيار 0.6 أمبير أو 12-0-12 وتيار 0.6 أمبير تفكك ويعاد لفها كما موضح في الشرح. تسحب الدائرة أثناء العمل وبدون توصيل مرحلة القدرة حوالي ربع أمبير. و يمكن تحضير محولة السوق على أي قلب وبأي حجم عدا قلوب المحولات الصوتية فهي ذات معدن لا يتشبع وغير ملائمة لمحولات القدرة.

العاكسة الإيرانية سارا Sara Co. M4006 DBL324

وردت هذه العاكسة من أحد الأصدقاء وكانت تتضمن مشكلة في مسيطر شحن البطارية، وبذلك توفرت فرصة للاطلاع والتعرف على هذا المنتج.

العاكسة تعمل كمجهز قدرة لا ينقطع UPS ويرفق معها بطارية سيارة ١٢فولت تتولى العاكسة شحنها أثناء توفر التيار الكهربائي ومراقبة جهد البطارية ليتم إيقاف الشحن عند بلوغ جهد البطارية ١٥فولت.

عندما لا نرفق بطارية مع العاكسة فان محولة القدرة لا تعمل كشاحنة أطلاقا حتى يتم إرفاق بطارية. بمعنى يبقى خط الطاقة مقطوعاً عن محولة القدرة. وإذا حدث أن فصلنا البطارية عن العاكسة أثناء عملية الشحن ستنطفئ الشاحنة، وذلك لأن نبضات الشحن الغير منعمة سيتم تحسسها عبر C2 ويتم فصل الطاقة عن الشاحنة من خلال سقوط المرحل Rel.2. هذا في الواقع فائدة مضخم العمليات ذو المداخل 5 و 6 وبدونه تأخذ الشاحنة بالتذبذب وصدور صوت طقطقة من مرحل السيطرة على الشحن Rel.2 عند فصل البطارية.

يوجد في الواجهة الأمامية للعاكسة مفتاح تشغيل إطفاء، هذا المفتاح يكون فعال فقط عند انقطاع التيار الكهربائي وعمله عبارة عن إطفاء قسري للعاكسة بتسليط جهد موجب من البطارية عبر D6 ليصبح Q6 في حالة توصيل وتستمر السلسلة حتى يتوقف المذبذب عن العمل. فائدة الترانزستور Q8 سحب الترانزستور Q9 إلى الإطفاء إذ أن الطرف 11 للمتكاملة IC2 يبقى مرتفعاً عند توقفها عن العمل وهذا غير ملائم إذ سيتلف ترانزستور القدرة Q10 لذا يتم إطفائه قسراً.

خط الإطفاء الذي تم تفعيله من قبل D6 يتم تفعيله أيضاً من قبل مضخم العمليات ذو المداخل 13 و 12 وذلك في حالة التحميل الزائد لمحولة القدرة أثناء قيام العاكسة بالتوليد، حيث تهبط الفولتية المتولدة في ملف التحسس 25V تدفع الخارج من الطرف 14 إلى أن يكون مرتفعاً ويحدث الإطفاء. الثنائي D11 لمنع الفولتية الموجبة الآتية من D6 من الدخول إلى المضخم عندما يكون خارجه في وضع Lo.

الأعضاء R28 و R29 و D9 و C7 و C8 تحقق تأخير زمني وتنعيم للفولتية المتناوبة الآتية من ملف التحسس. وبذلك لا يحدث الإطفاء عند بداية تشغيل التلفزيون مثلاً، وإذا حدث الإطفاء لسبب ما لا تعود العاكسة للعمل إلا بعد فترة زمنية بسيطة.

مضخم العمليات ذو المدخل 2 و 3 يتحسس فولتية البطارية ويقوم بإيقاف عملية الشحن عند بلوغها مستوى معين. يمكن استعمال مقاومة واحدة بدل المقاومات R2 و R3 ولكن هكذا ترتيب يسهل السيطرة على معايرة الدائرة وتلاحظ نفس الترتيب مع متكاملة المذبذب 4047 IC2 و R26 و R28. استعمال مقاومة متغيرة يكون أقل ثباتا وقد تتغير بفعل الزمن. هبوط البطارية إلى أقل من 10V يؤدي إلى اختفاء الفولتيات المجهزة إلى دوائر السيطرة من ثنائيات زنر Z1 و Z2 وبذلك يتوقف المذبذب وتتوقف العاكسة عن التوليد.

المرحلات Rel.2 و Rel.1 و Rel.3

عندما يكون المرحل Rel.3 ساقطاً أي لا توجد كهرباء عمومية فان المرحل Rel.2 يكون بلا فائدة سواء كان ماسكاً أم ساقطاً ذلك لأن أحد ملامساته يكون عائماً بفعل Rel.3، ويمكنك متابعته من Rel.2 إلى الملامس المشترك b لـ Rel.3 ومنه إلى القابس الذي يتصل بطرف سائب في المقبس.

وعندما يكون المرحل Rel.3 ماسكاً أي توجد كهرباء عمومية سيعمل المرحل Rel.2 كمسيطر تشغيل إطفاء للشاحنة. وفي تلك الحال يكون المرحل Rel.1 بلا فائدة لأن ملامسه الوسطي سيكون عائماً ويمكن متابعته على المخطط إلى Normally Close الملامس d في المرحل Rel.3.

السؤال الآن ما فائدة المرحل Rel.1 ؟

يصبح هذا المرحل فعالاً عند سقوط المرحل Rel.3 أي عندما لا توجد كهرباء عمومية، وبذلك تتم عملية تجهيز الكهرباء إلى الحمل خارج العاكسة من طرف محولة القدرة رقم 11 إذ

ستكون الفولتية المجهزة أقل منها على طرف المحولة رقم 9 وهذا ملائم إذا كان الحمل بسيطاً كأن يكون مروحة مثلاً.

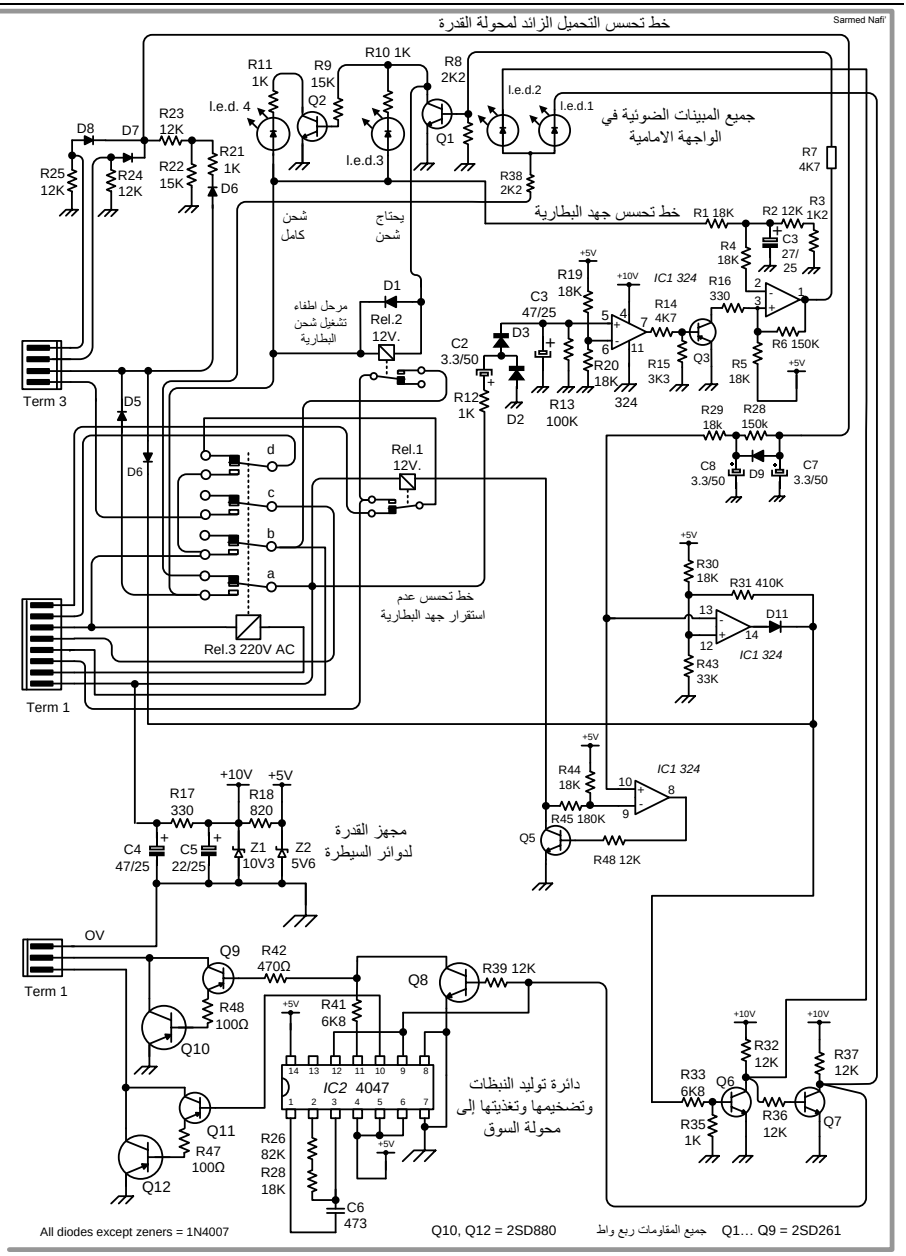
زيادة الحمل يتم تحسسها من ملف التحسس إلى مضخم العمليات ذو المداخل 10 و 9 حيث يسقط المرحل Rel.2 عند زيادة الحمل مما يؤدي إلى توصيل طرف المحولة رقم 9 لتجهيز الحمل حيث يعوض هبوط الجهد الحادث. إذا حدثت زيادة إضافية للحمل تؤدي إلى هبوط إضافي لفولتية ملف التحسس تفسر على أنها تحميل زائد على الحد؛ يقوم مضخم العمليات ذو المداخل 13 و 12 بإطفاء العاكسة وتوقفها عن التوليد ويعطي إشارة ضوئية دلالة على هذه الحالة. وبذلك تعتبر العاكسة أنها ذات جهد خارج مسيطر على مستواه آليا وتحمي نفسها من التحميل الزائد، لذا هي تتفوق على بعض العاكسات المضحكة سيئة التصميم والتي غالبا ما أدت إلى احتراق المراوح السقفية!!.

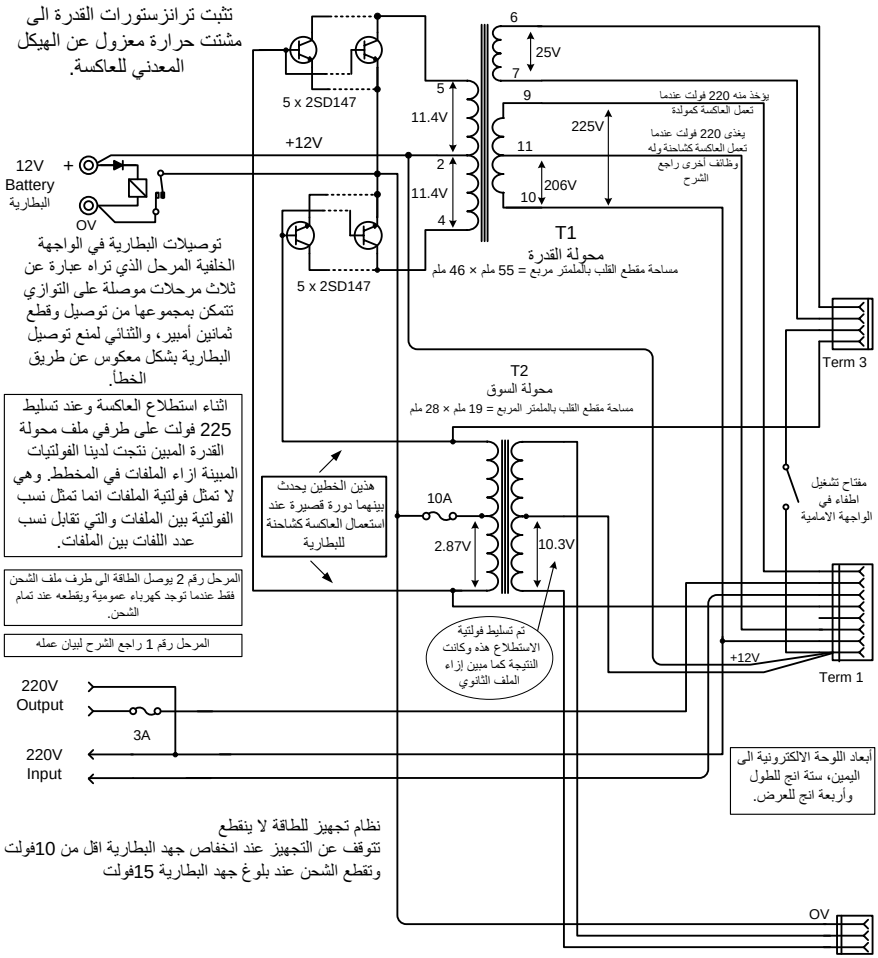
عند انقطاع التيار العمومي وبفعل سقوط المرحل Rel.3 تتحفز عملية الشحن ويتم عمل دورة قصيرة بين قاعدتي صفي ترانزستورات القدرة وبذلك نلغي عمل محولة السوق وتتصرف الترانزستورات كثنائيات تقويم ذات تحمل كبير للتيار حيث يمر فيها تيار الشحن.

الأعضاء R25 و R24 تصنع نقطة صفر وهمية لملف التحسس 6 و 7 متصلة مع نقطة الصفر للدائرة وتتولى الثنائيات D7 و D8 تقويم التيار المتناوب القادم من ملف المتحسس والذي سيكون مقسوما على أثنين أي بقيمة 12 فولت تقريباً. يستعمل هذا التكنيك غالباً لإبقاء ملف التحسس معزولاً عن باقي الملفات.

سؤال: لماذا نستعمل محولة سوق؟

لماذا لا نستعمل تكنيك الغلق والفتح لترانزستورات القدرة بشكل مباشر كما مع بعض العاكسات التي تستعمل ترانزستورات VMOS ؟


خط تحسس التحميل الزائد لمحولة القدرة
Sarmed Nafi'
جميع المبينات الضوئية في الواجهة الامامية
خط تحسس جهد البطارية
يحتاج شحن
شحن كامل
مرحل اطفاء تشغيل شحن البطارية
خط تحسس عدم استقرار جهد البطارية
مجهز القدرة لدوائر السيطرة
دائرة توليد النبظات وتضخيمها وتغذيتها إلى محولة السوق
Term 3
Term 1
Rel.1 12V.
Rel.2 12V.
Rel.3 220V AC
IC1 324
IC2 4047
All diodes except zeners = 1N4007
Q10, Q12 = 2SD880
جميع المقاومات ربع واط
Q1… Q9 = 2SD261



مخطط للعاكسة الايرانية سارا العاملة على بطارية 12 فولت، وترى الدائرة الالكترونية لطبلة السيطرة في القسم الأيمن وتتم التوصيلات من خلال مقابس الى بقية الأجزاء. محولة القدرة ومحولة السوق كبيرة وتبدو أكبر من المحولات المستعملة محليا. يمكن طبعا استعمال المحولات المحلية للقدرة كذلك يمكن استعمال محولة السوق المستعملة مع العاكس (اكس بور) الذي سبق وصفه.

SARA Co. M4006

Sarmed Nafi'

ترانزستورات القدرة المستعملة مع هذه العاكسة هي من النوع ثنائية القطب NPN والتي تتميز ببطء نسبي في عملية الغلق، عندما يصبح أحد صفي الترانزستورات موصلا يقتضي الحال أن يكون الصف المقابل قد أتم الغلق، أي تأخير في عملية الغلق ينتج عنه مرور تيار من الصف المقابل الذي وصل للتو وبذلك تتبد طاقة على شكل حرارة تتلف الترانزستورات بعد فترة قصيرة. استعمال المحولة يسلط فولتية عكسية على وصلة القاعدة المشع في نصف الدورة الثاني مما يدفعها إلى سرعة الغلق. بالإضافة إلى ذلك فان محولة السوق لا تسحب تيار من المصدر إلا عندما يوجد حمل، وهي تحقق العزل الكهربائي بين دائرة السوق والدائرة المساقة، ناهيك عن توفيق الممانعة بين الدائرتين.

توفيق الممانعة ؟... كيف ؟

دائرة السوق لها مصدر قدرة بمقدار 12 فولت بينما مدخل ترانزستورات القدرة يلزمها ٢ إلى ٥ فولت وهذه فولتية قليلة تقابل ممانعة قليلة لمدخل ترانزستورات القدرة. لذا تقوم محولة السوق بخفض نبضات السوق من ١٢ فولت إلى ٢ فولت وهو تنسيب ممانعة المصدر إلى ممانعة الحمل.

مثال: نقول على مصباح كهربائي قدرته 100W أو 60W العامل على 220V أنه ذو ممانعة عالية، والمصدر الذي يسوقه هو المصدر العمومي 220V نقول عنه أنه مصدر ذو ممانعة عالية.

مصباح السيارة العامل على 6V وذو قدرة 40W مثلاً نقول عنه أنه ذو ممانعة واطئة والمصدر الذي يسوقه بطارية ذات جهد 6V نقول عنه أنه مصدر ذو ممانعة واطئة. عند تشغيل مصباح السيارة على الكهرباء العمومية من خلال محولة خافضة نكون قد وفقنا ممانعة المصدر المرتفعة مع ممانعة الحمل المنخفضة من خلال محولة لتوفيق الممانعة وهي المحولة الخافضة.

الفرق بين الحالتين أن المصدر ذو الممانعة العالية يعطي فولتية مرتفعة للحمل وتيار قليل. بينما المصدر ذو الممانعة الواطئة يعطي فولتية واطئة للحمل وتيار كبير. هذا المثل ينطبق على كثير من التطبيقات حتى على ممانعات دوائر التردد الراديوي.

عودة للعاكسة التي وردت من أحد الأصدقاء وكانت فيها مشكلة في دائرة مسيطر الشحن للبطارية، بعد فحصها تبين أن السبب الرئيس يكمن في رداءة الثنائيات المستعملة في التجميع إذ

كانت تعاني من عدم الاعتمادية أثناء العمل مثل D1 الذي كان يحدث فيه ما يشبه الدورة القصيرة تؤدي إلى ارتفاع حرارة Q1 وإبقائه موصلاً.

وبالمناسبة فإن D1 له وضيفة أخرى غير التي ذكرت في مواضيع سابقة، توصيله إلى المرحل بهذه الكيفية يجعل المرحل بطئ السقوط عند إطفائه نتيجة لدوران الكهربائية المتولدة بفعل المجال المغناطيسي الهابط لملف المرحل عبر الثنائي. وهذا التكنيك غالباً ما يستعمل في مرحلات البدالات سابقا لجعلها بطيئة السقوط.

المرحل Rel.3 من النوع الصغير الشفاف له أربع ملامسات ومثبت على اللوحة مباشرة ويتضمن في تركيبه ثنائي ضوئي يغذى بالطاقة من ملف صغير ملفوف مع ملف المرحل وهو

بذلك يتوهج عندما توجد 220V بالدائرة منبهاً الفني إلى وجود الكهرباء. ولم أدرجه في المخطط تلافياً لأي تعقيد لا فائدة منه. حاولت في هذا المخطط أن يكون بسيطاً وواضحاً وأرجو أن لا يكون تصغيره قد أضر بتفاصيله. جميع مكونات العاكسة متوفرة في السوق المحلية ويمكن الاستعاضة عن ترانزستورات القدرة بالترانزستورات 2N3055.

عاكس القدرة بالثريستور

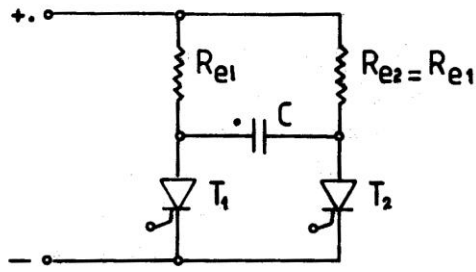
استعمل الثريستور بكثرة للسيطرة على حركة التيار الكهربائي، وإلى اليوم يعتبر من النبائط المميزة للتحكم بمقادير صغيرة أو كبيرة من التيار الكهربائي. ويسمى الثريستور بالمقوم السيلكوني المحكوم Silicon controlled rectifier ويرفق إلى الدائرة الكهربائية في اتجاهه الأمامي لمسار التيار الكهربائي ليبقى مغلقاً لحين تسليط نبضة قدح إلى البوابة حيث يصبح موصلا ويصعب إذاك إطفاءه أو إخماده لحين توفر طريقة من طرق الإخماد ألقسري. وقد ذكرت هذه الطرق في المصدر (الكترونيات القدرة / جامعة الموصل) وفيما يلي صورة لها:

1·12 طرق الاخماد القســـري :

تصنف الطرق المستعملة في الاخماد القسري الى ستة صنوف كما يأتي :

1) **الصنف أ – اخماد ذاتي عن طريق ادخال الحمل في دائرة رنين .**
2) **الصنف ب – اخماد ذاتي بدائرة LC .**
3) **الصنف ج – الاخماد بمتسعة مشحونة تدخل الدائرة بثايرستور آخر حامل للتيار الحملـي .**
4) **الصنف د – الاخماد بمتسعة مشحونة تدخل الدائرة بثايرستور ثانوي .**
5) **الصنف هـ – الاخماد بنبضة خارجية .**
6) **الصنف و – الاخماد بخط التيار المتناوب .**

ما يهم من الطرق أعلاه في مجال العاكسات هو الصنف ج وعند ملاحظة تفصيل الصنف ج في نفس المصدر نرى ما يلي:



شكل 1·17 اخماد من الصنف ج .

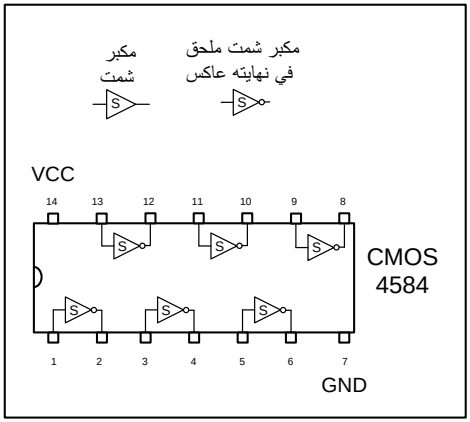
3) الاخماد من الصنف ج :

عند قدح T_2 (الشكل 1·17) يوصل خلال R_{l_1} و C ، فتشحن بذلك C بالاتجاه الموجب في جهة النقطة . واذا ما قدح T_1 فان فولتية المتسعة تسلط عبر T_2 فينحاز عكسيا وينطفىء . وان T_1 يوصل خلال R_{l_1} كلما أنه يوصل خلال R_{l_2} و C شاحنة اياها بالاتجاه السالب في جهة النقطة . وعند قدح T_2 يتوقف T_1 عن التوصيل ثم تعاد العملية نفسها . ان المقاومتين R_1 و R_{l_2} متساويتان ويشترك كل من الثايرستورين في تحمل التيار الحملي .

لاحظ في المخطط أن ربط مقاومتي الحمل بهذه الكيفية تعني حمل له تفريعة وسطية. وبما أننا نستخدم هذا الترتيب في الملف الابتدائي لمحولة العاكسة، سيكون الإخماد من الصنف ج ملائما في تطبيقنا ((ملاحظة يمكن استعمال ملف بدون تفريعة وسطية في ابتدائي العاكسة لكنه سيتطلب أربع صفوف من الترانزستورات أو أربع ثريوسترات أو أربع ترانزستورات نوع VMOS وهذا زيادة في التكاليف تتبعها نقصان في الاعتمادية)).

من المعلومات التي وفرها المصدر نبني نموذج تجريبي لعاكسة يرتكز على ما ورد. ولكن المصدر لم يذكر شيئاً عن دائرة القدح للثريوسترات لذا نبني أولاً دائرة قدح بتردد 50Hz. تتمحور حول المتكاملة 4584 وهي من نوع CMOS عائلة ...45 وتتألف أساساً من ستة مضخمات من نوع قادح شمت متبوعة بدائرة نفي Not. والنتيجة متكاملة بداخلها ستة عاكسات نوع شمت كما في الرسم التالي. يرجى الانتباه إلى طريقة التعامل مع الدوائر المتكاملة نوع CMOS وتأريض الكاوية

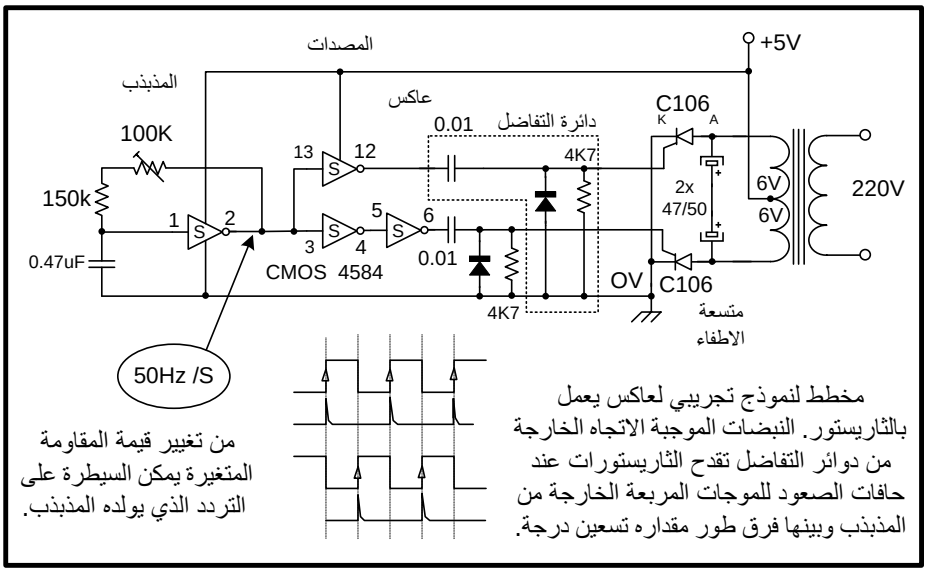
المستعملة في اللحام وتجد حول ذلك ملاحظات مفيدة في كتاب المستقبِل البلوري للهواة الشباب والفتيان لنفس المؤلف.



واحدة منها تستعمل كمذبذب بتردد 50Hz واثنان كمصدات Buffers وواحدة كعاكس لأحد المخرجين ليصبح لدينا خرجين لموجة مربعة بتردد 50Hz بينهما فرق في الطور بمقدار 90 درجة. وكما في المخطط:

تلي الخرجين دائرة تفاضل لحافات الصعود للموجات المربعة لينتج لدينا نبضات قدح موجبة الاتجاه وفائدة الثنائي في دائرة التفاضل لبتر النبضات سالبة الاتجاه التي تتولد من حافات الهبوط حيث لا فائدة منها في هذا التطبيق.

تم استعمال مكثفين كيماويين مربوطين بشكل متخالف لتشكل مكثف واحد وذلك لأنها



ستعمل في ظروف التيار المتناوب ولعدم وجود مكثف ورقي ذو قيمة عالية نلجأ إلى هذا الترتيب. فائدة المكثف كما مر بنا يعمل على إطفاء الثريستور الذي كان موصلاً. ما أن يتصل الثريستور الثاني حتى يصبح المكثف بشحنته المختلفة موصلاً بشكل مباشر إلى الثريستور الأول فينطفئ على الفور ويبقى الثريستور الثاني موصلاً لنصف دورة شاحنا المكثف إلى عكس شحنته الأولى وهكذا ... تستمر العملية.

المحولة المستعملة ذات ملف ابتدائي 6V والمصدر 5V وهذا لغرض التجريب خوفاً من عدم انطفاء الثريستور وحرف تيار كبير يتلف المكونات.

تم تشغيل الدائرة فعملت على أحسن وجه محققة خارج له شكل موجي قريب جداً من الموجة الجيبية. ذو جهد أقل من 100V بسبب انخفاض جهد المصدر. وعند استعمال 12V لجهد المصدر يجب أن يمتلك الملف الابتدائي عدد لفات تقابل فولتية لا تقل عن 8.5 فولت لكل جانب من جوانب الملف. وهذا مهم وإلاَّ لن يحدث الإطفاء بسهولة للثريستورات. ولو قُدِّر أننا استعملنا ملف ابتدائي ذو 8.5V لكل جانب ومصدر ذو 12V لكان الخارج من المحولة موجة مربعة وفولتيتها تزيد قليلاً على 220V.

الموجة المربعة لها تعريف يستحق أن يذكر في هذا المكان؛ وتعرَّف على أنها موجة جيبية ذات تردد أساسي مضافاً إليها ما لا نهاية من التوافقيات، فإذا كان التردد الأساس لها بمقدار 50Hz مثلاً فسيكون تردد التوافق الأول 100Hz موجة جيبية والتوافق الثاني 150Hz موجة جيبية وكلما تضاف توافقية إلى التردد الأساس يقترب شكل الموجة من التربيع حتى إذا كان عدد
التوافقيات ما لا نهاية أو يقترب من ما لا نهاية يصبح شكل الموجة مربع تماماً.

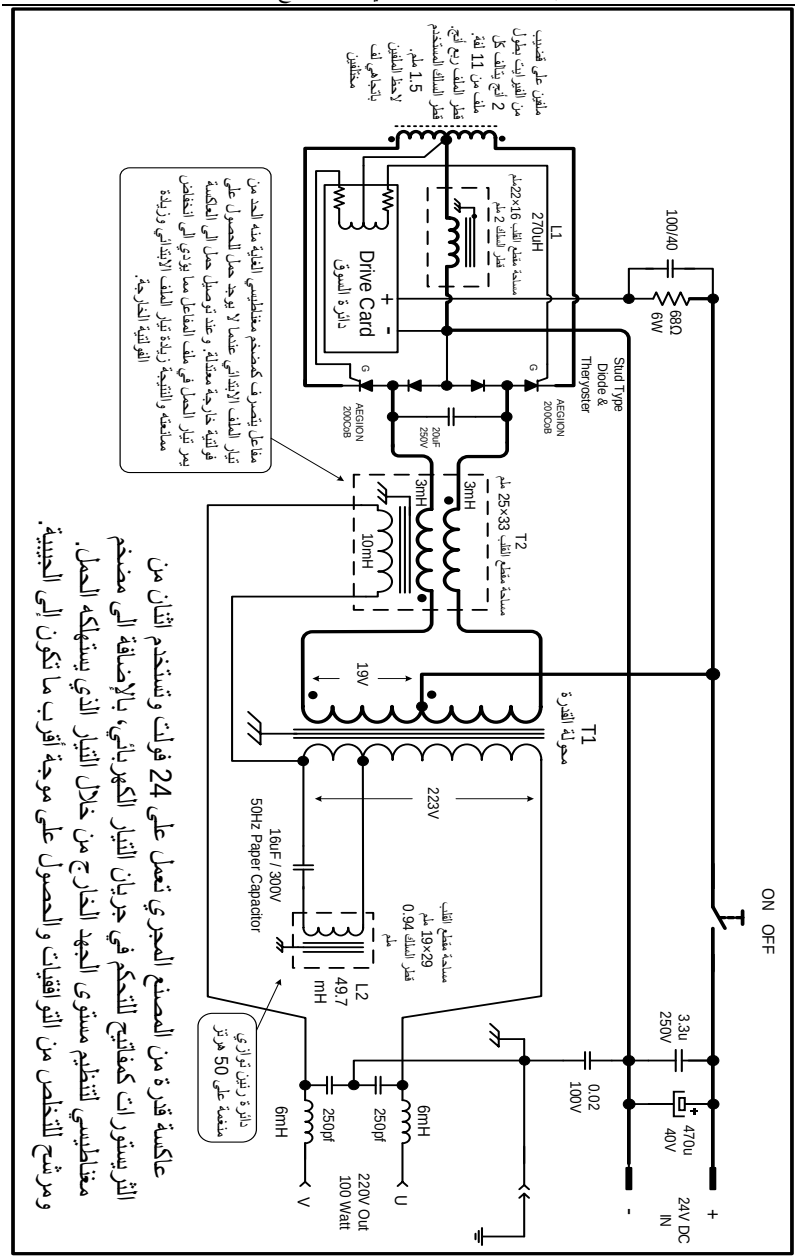
عاكسة القدرة الهنكارية بالثريستور

نستطلع فيما يلي عاكسة قدرة هنكارية وردت مرفقة مع غرفة متنقلة (كارافان) وقد طلبت من مالكها استطلاع العاكسة لتتم الإفادة منها.

قدرة العاكسة 100W لا أكثر هذا ما مثبت عليها ولها مفتاح تشغيل إطفاء ويعمل في نفس الوقت كقاطع دورة عند زيادة الحمل. تغذية العاكسة تتم من بطارية ٢٤ فولت، والعاكسة لا تشحن البطارية لذا يقتضي شحنها بشاحنة خارجية ترفق لهذا الغرض. أسوء ما فيها أن هيكلها مصنوع من الحديد، لذا تجدها أثناء العمل تصدر صوتاً، وقد فطن المصمم لهذه النقطة لذا استعمل ألواح معدنية سميكة وثنيات الحواف ملحومة عند الزوايا وإخراج الهيكل النهائي يشبه هياكل الأجهزة الألمانية والسوفيتية أيام الأربعينات والخمسينات من القرن العشرين ومع ذلك بقيت تصدر صوتاً.

تمتلك العاكسة مضخم مغناطيسي مفاعله هو T2 فائدة هذا المضخم تسليط ممانعة على خطي دخول تيار الملف الابتدائي وبذلك ينخفض التيار الابتدائي إلى قيمة أقل وبسبب ذلك تنخفض الفولتية الخارجة إلى قيمة أقل تكون مناسبة عندما يكون الحمل بسيطاً، زيادة الحمل يؤدي إلى زيادة تياره الذي يمر في أحد ملفات المفاعل مسبباً انخفاض الممانعة التي تعيق جريان التيار والنتيجة زيادة الفولتية الخارجة إلى الحمل، وبذلك يتحقق توازن في الفولتية الخارجة دون الحاجة إلى استعمال مقسط سواء كان يدوي أو طوعي كما مع العاكسة سارا.

تلاحظ في المخطط وجود دائرة رنين توالي موصلة إلى تفريعة على الملف الثانوي لمحولة القدرة. فائدة هذه الدائرة شفط التوافقيات التي تتألف منها الموجة المربعة ذات الخمسين هرتز والإبقاء على الموجة الأساسية الجيبية، ويتم ذلك عندما تكون قيمة الحث الكلية للملف الخارجي مضافاً إليه حث مقطع الملف على محولة القدرة، يحقق مع المتسعة 16uF رنين عند 50Hz. وبذلك ستتعرض توافقيات التردد 50Hz إلى تضائل شديد يحسن من نوعية الموجة الخارجة إلى الحمل.



عاكسة قدرة من المصنع المجري تعمل على 24 فولت وتستخدم اثنان من الترينستورات كمفاتيح للتحكم في جريان التيار الكهربائي، بالإضافة الى مضخم مغناطيسي لتنظيم مستوى الجهد الخارج من خلال التيار الذي يستهلكه الحمل. ومرشح للتخلص من التوافقيات والحصول على موجة أقرب ما تكون إلى الجيبية.

لاحظ في المخطط السابق نقاط سوداء على أطراف الملفات هذه توضح أطوار الملفات إن كانت متطابقة أم لا بمعنى اتجاه لف الملفات إن كانت بنفس الاتجاه أم باتجاهي لف مختلفين. المتسعات المستعملة في العاكسة متسعات كبيرة الحجم ذات أغلفة من الألمنيوم كالمستعملة مع المحركات الكهربائية تتحمل الإجهاد وظروف التشغيل المستمر.

وبمناسبة الحديث عن دائرة الرنين مع محولات القدرة أود أن أذكر تطبيق غريب في أيامنا هذه يستخدم دائرة رنين توازي مع محولة قدرة لغرض السيطرة على مستوى فولتية التيار المتناوب العمومي، وهو مقر جهد كان شائعا في الستينات من القرن العشرين وقد استعمل في العراق بكثرة أيام التلفزيونات العاملة بالصمام وخاصة في مدينة البصرة، حيث كانت تنخفض شدة الكهرباء العمومية في المساء ويؤثر هذا سلباً على عمل أجهزة التلفزيون. لذا كانت مدينة البصرة سوقاً رائجة لهذا النوع من مقرات الجهد، وقد حدثني القائم بأعمال شركة الحريري أن أكثر الأنواع لهذه المقرات انتشاراً كان النوع الايطالي والنوع الفرنسي. وقد أراني نماذج منها أثناء بيع المتبقي أوائل سني الحصار وكانت ثقيلة الوزن كبيرة الملفات.

الموضوع التالي يتحدث عن استعمال مقرات الجهد المتناوب لغرض تثبيت الجهد المجهز إلى وحدة الضغط العالي لتشغيل صمامات أشعة X للتصوير الإشعاعي الطبي، إذ أن تغيير قيمة الجهد العالي تؤدي إلى تغيير تردد الطيف الكهرومغناطيسي المنبعث من الصمام.

14.2 مثبت الفولتية الساكن Static Stabilizer:

لأسباب تفهم بوضوح عندما يكون صمام أشعة X تحت المناقشة يفضل غالباً أن يسلط جهد مرتفع ثابت على صمام أشعة X خاصة وأن خط التغذية العمومي ولأسباب كثيرة يعاني من ارتفاع وانخفاض في مقدار الفولتية التي ينقلها. لذلك تستخدم أجهزة خاصة تسمى مقرات الجهد لهذا الغرض.

ومن خصائص هذه الأجهزة أنها عند حدوث اضطراب في مقدار الفولتية الداخلة إلى الجهاز لا يظهر هذا الاضطراب عند طرف الخروج إلا بمقدار قليل جداً.

وكمثال فان المقر الجيد يظهر عند خروجه اضطراب بمقدار واحد بالمائة عندما تضطرب الفولتية على مدخله بمقدار ١٢ بالمائة.

وللخوض في تفاصيل عمل مقر الجهد يتعين على القارئ مراجعة عمل دائرة رنين التوازي والتي تكون ممانعتها عند تردد الرنين أكبر ما يكون عندها يمكن فهم عمل مقر الجهد.

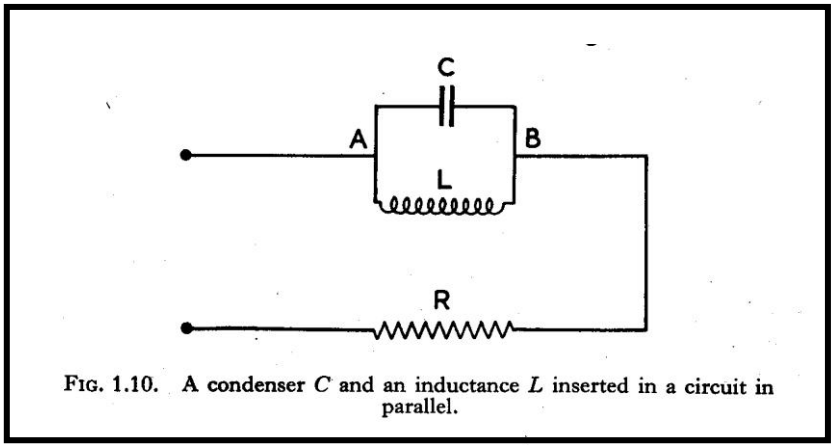
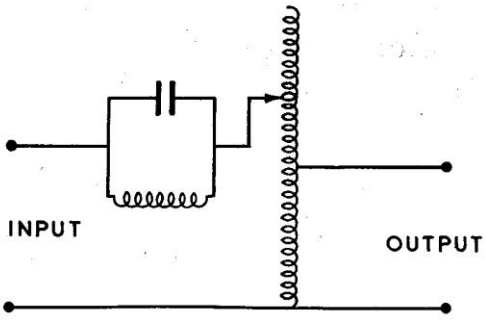


FIG. 1.10. A condenser *C* and an inductance *L* inserted in a circuit in parallel.

ممانعة دائرة رنين التوازي المؤلفة من المتسعة C والمحاثة L تكون في أعظم قيمة لها عند الرنين، وهي كذلك عندما يكون تردد المصدر مساوياً إلى تردد رنينها الطبيعي.



Courtesy Watson and Sons (Electro-Medical) Ltd.

FIG. 2.8. Simplified diagram of a standard stabilizing unit for a diagnostic transformer set.

الشكل٢–٨ مخطط مبسط لوحدة إفرار جهد فياسية لمحولة مجموعة التشخيص.

عندما ترتفع الفولتية على طرفي الملف الخانق مثل L في الشكل ١–١٠ فإن حث الملف Inductance (the number of linkages per ampere) سينخفض، لذا في دائرة التوازي زيادة الفولتية يصاحبها زيادة في تردد الرنين الطبيعي للدائرة والذي يساوي $\frac{1}{2\pi\sqrt{CL}}$

الآن افرض أن المتسعة والمحاثة لدائرة رنين التوازي فد ضبطت (لفولتية معطاة) حتى يكون تردد رنينها الطبيعي أقل قليلاً من تردد المصدر وليكن 40 هرتز إذا كان تردد المصدر 50 هرتز مثلاً.

ثم توضع مثل هذه الدائرة في مقر جهد كالمبين في الشكل ٨–٢ فعند ارتفاع الفولتية المسلطة تنخفض قيمة L ويتقدم تردد رنينها باتجاه تردد المصدر، مما يسبب ارتفاع ممانعتها. لذا سيكون لتيار المصدر ميل ليبقى ثابتاً. وبالمثل إذا هبطت قيمة V تنخفض الممانعة محققة نفس النتيجة.

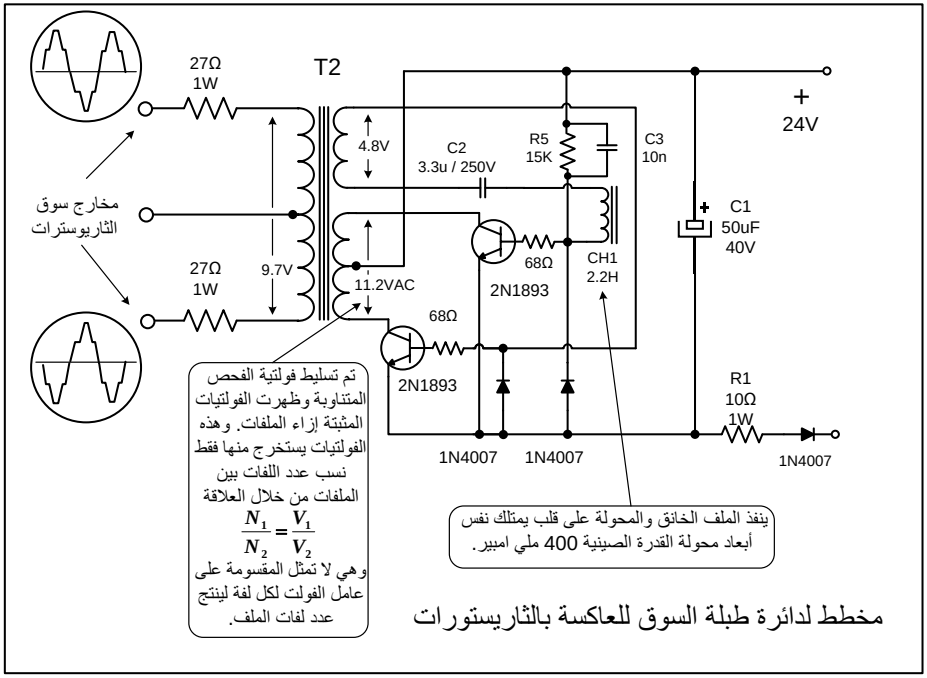
هذا الذي بيناه للتو والمأخوذ من المصدر

RADIOLOGY PHYSICS
JOHN KELLOCK ROBERTSON
LONDON
MACMILLAN & Co. LTD / 1956

هو شكل من أشكال المضخمات المغناطيسية سالفة الذكر ولكن هذه المرة جهد المصدر هو الذي يسيطر على ممانعة المضخم المغناطيسي بدلاً من التيار المار في مفاعل المضخم.

طبلة السوق للعاكسة الهنگارية

تجد في مخطط العاكسة السابق أن طبلة السوق للثريستورات محددة بخط خارجي فقط. فيما يلي تجد المخطط الكامل لها.



مخطط لدائرة طبلة السوق للعاكسة بالثاريستورات

وهي تشبه إلى حد كبير دائرة المذبذب لمصباح الطوارئ بازوكا الجيل الأحدث عدا أن المحولة من المعدن بدلاً من الفيرايت، وتردد المذبذب 50Hz. تتم السيطرة على تردد المذبذب من خلال إدراج دائرة رنين التوالي المؤلفة من الملف CH1 والمتسعة C2 في مسار التغذية العكسية للمذبذب. الملف والمتسعة منغمة على تردد 50Hz ويمكنك التحقق من ذلك باستعمال علاقة الرنين وانتبه إلى الوحدات عند تطبيق العلاقة. شكل الموجة الخارجة من لوح السوق موضحة وهي قريبة الشبه بالموجة الجيبية.

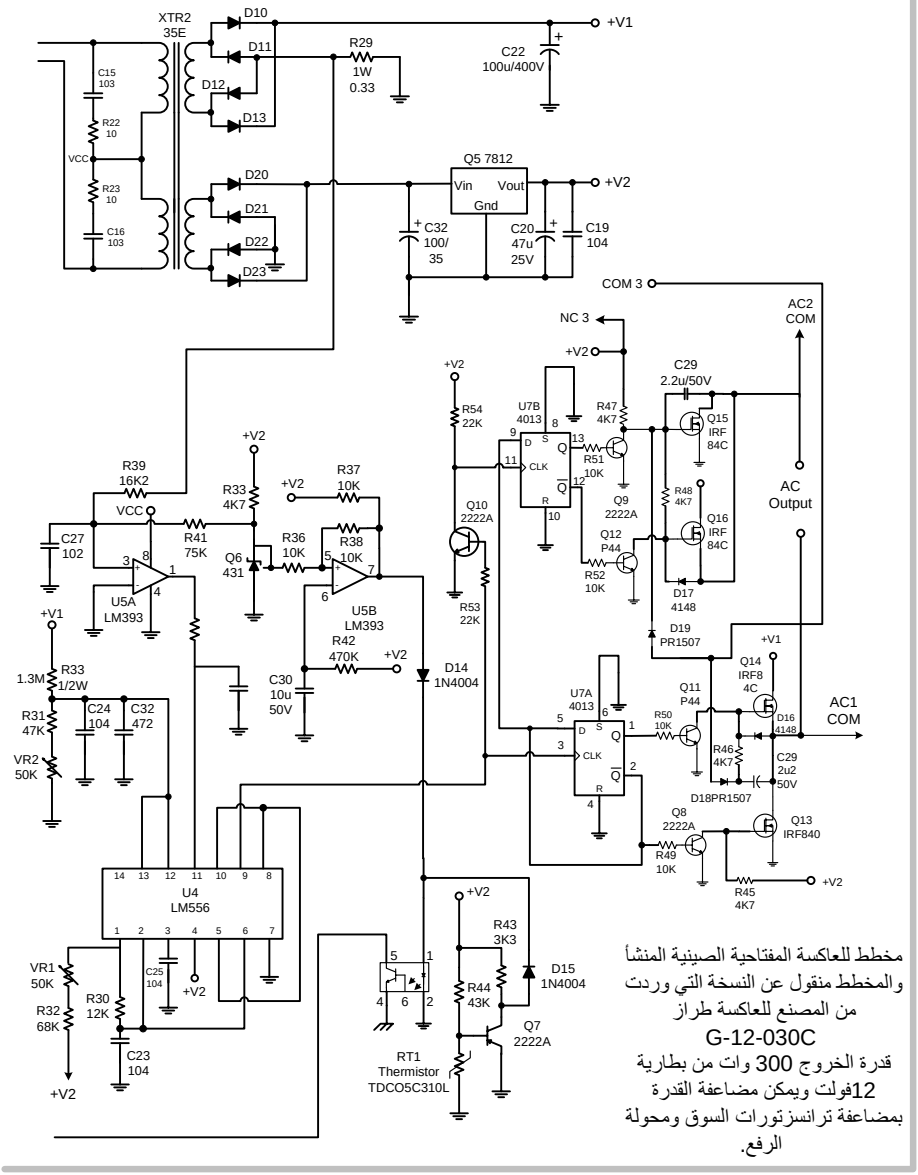
عاكسات القدرة المفتاحية Switching Mode Inverters

تنحصر فكرة العاكسة المفتاحية في رفع جهد البطارية إلى220 فولت جهد مستمر ثم توصيل هذا الجهد إلى أطراف الخروج بقطبية متناوبة بين الأطراف بمعدل 50 مرة بالثانية. ولأن معظم العمل تقوم به نبائط الكترونية يمكن حينئذ إضافة دوائر للحماية وإطفاء العاكسة عند حدوث دورة قصيرة مثلاً أو زيادة الحمل أو هبوط جهد البطارية وغيرها.

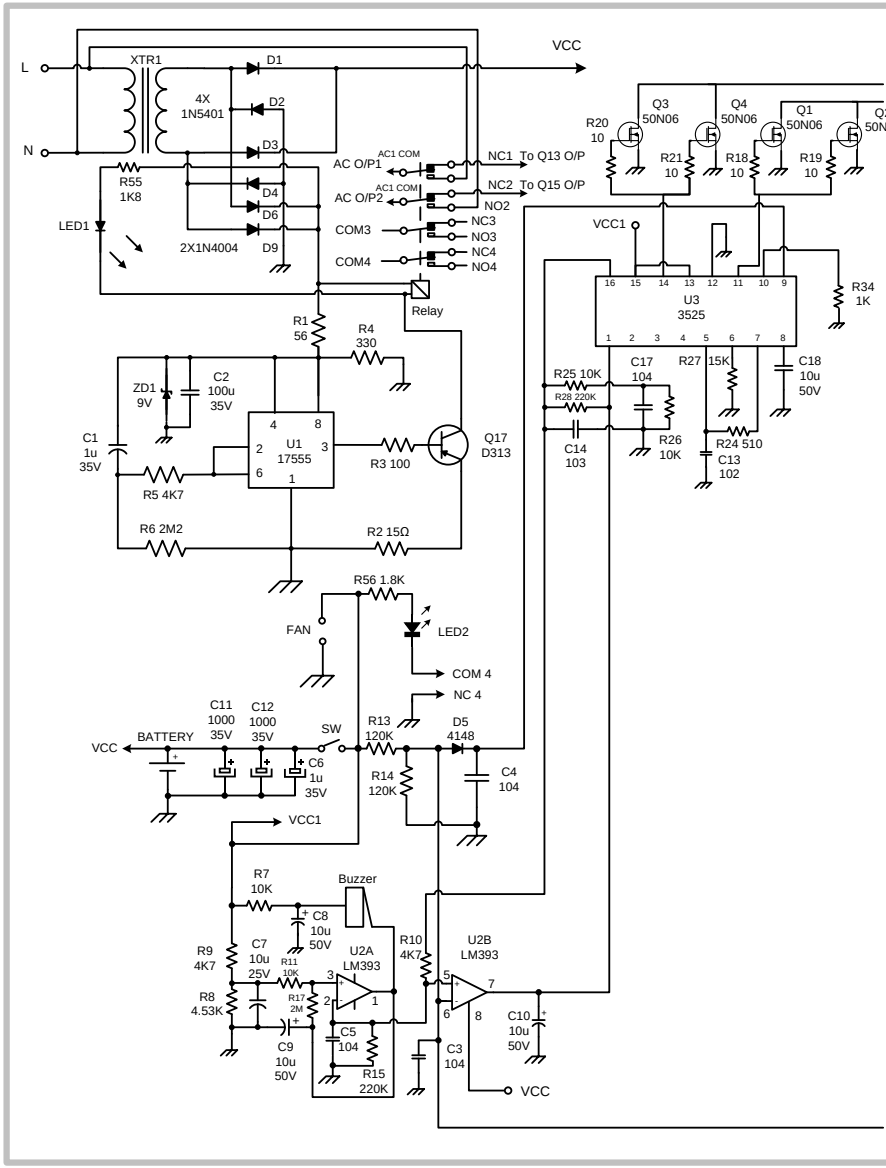
أولاً. يتم رفع جهد البطارية عن طريق تقطيع الجهد المستمر إلى نبضات ذات تردد عالي مثل 450 كيلو هرتز أو 750KHz ثم تجهز إلى محولة رافعة ذات قلب من الفيرايت حيث يتم رفع فولتيتها من 12V إلى 220V.

وبما أن تردد التقطيع مرتفع سنحتاج إلى مساحة مقطع صغيرة لقلب المحولة لتحويل كم كبير نسبياً من القدرة. بعد ذلك يتم تقويم التيار المتناوب الخارج من المحولة لنحصل على التيار المستمر. ولا يستعمل لهذا الغرض موحدات التقويم التقليدية مثل 1N4007 إنما تستعمل نبائط ثنائيات شوتكي للتقويم. وذلك لأن السعة الداخلية للمقوّمات التقليدية تصبح حاضرة عند زيادة التردد وتمرر مقدار من التيار المتناوب. بالإضافة إلى بطئ الفتح والغلق للموحدات التقليدية لذا تستعمل ثنائيات شوتكي، وهي ثنائيات عادية في مظهرها إلا أن أدائها يختلف ويقال لها في السوق المحلية (دايودات تقطيع) عند شرائها من محلات بيع الأدوات الاحتياطية لأجهزة التلفزيون.

الخارج من التقويم ينعم بمكثفات التنعيم وهنا أيضاً ستكون المكثفات صغيرة القيمة وتحقق تنعيم ممتاز بسبب زيادة تردد العمل. يذهب الخارج إلى الحمل، هبوط الفولتية الطبيعي عند زيادة الحمل تتولى دائرة السوق تصحيح هذا الهبوط بعد تحسسه من دائرة الخروج ويتم هذا الأمر غالباً باستعمال قارن ضوئي Opto Coupler بين دائرة الخروج ودائرة السوق لمنع التوصيل الكهربائي المباشر بين الدائرتين. يحدث التصحيح بتقليل المسافة بين النبضات. حيث تزداد القدرة المتحولة وزيادة هذه المسافة يؤدي إلى العكس. ورد في بعض المصادر إن عملية التصحيح

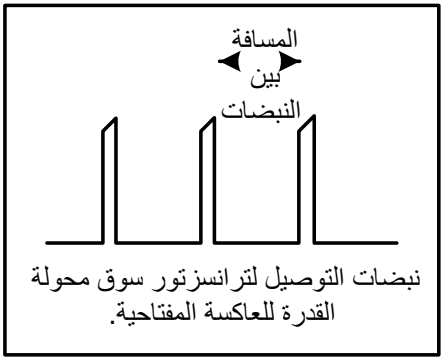


مخطط للعاكسة المفتاحية الصينية المنشأ والمخطط منقول عن النسخة التي وردت من المصنع للعاكسة طراز G-12-030C قدرة الخروج 300 وات من بطارية 12فولت ويمكن مضاعفة القدرة بمضاعفة ترانسزتورات السوق ومحولة الرفع.



تتم بزيادة التردد وهذا غير صحيح إذ أن زيادة أو إقلال التردد يتضمن زيادة أو إقلال زمن النبضة

بالإضافة إلى زمن المسافة بين النبضات، ولو قلنا زيادة أو إقلال الفترة الدورية للنبضات لكان التعبير صحيحاً.



نبضات التوصيل لترانسزتور سوق محولة القدرة للعاكسة المفتاحية.

زيادة فترة النبضة فقط ينتج عنه توصيل في المنطقة المستقيمة وهذا يؤدي إلى تلف ترانسزتورات سوق المحولة وربما تلف المحولة نفسها.

إذاً صار لدينا مجهز قدرة مفتاحي Switching Power Supply من 12V DC إلى 220V DC بمستوى فولتية منضبط عند الخروج رغم زيادة الحمل. بقي أن نحول هذا التيار المستمر إلى تيار متناوب بين قطبي الخروج بمعدل ٥٠ مرة في الثانية حتى تتم أجزاء العاكسة. يمكن تحقيق هذا بطريقتين أما بتوصيل مهتز ميكانيكي (زنان) عند الخروج، أو بتوصيل ترانزستورات توصل وتقطع على التعاقب.

ملاحظة غير منتظرة:

الخارج النافع من عاكسات القدرة هو التيار المتناوب، ونحتاجه أساساً لتدوير المحركات وتجهيز محولات القدرة ودوائر إلغاء المغنطة في أجهزة التلفزيون. وشكل الموجة الجيبية النقي إنما هو شكل دائري. وهذه الصفة للتيار المتناوب لا تتوفر مع الموجة المتناوبة المربعة. إذ يصعب تصحيح عامل القدرة لمدى واسع من الترددات التي تتضمنها الموجة المربعة. والنتيجة حرارة تتولد على ترانسزتورات القدرة عند تشغيل الأحمال الحثية. كالمراوح والمحولات وتصل هذه الحرارة في معظم الأحيان إلى حد تتلف الترانسزتورات. بالرغم من استعمالنا لعاكس قدرة مفتاحي يعني معظم العمل يتم في منطقة

التشبع للترانسزتورات أو إننا نستعمل ترانسزتورات VMOSFET ذات جهد التشبع المنخفض إلاّ إن الحرارة تبقى تتولد. وعند شراء العاكسة إنما يتم فحصها باستعمال أحمال مقاومية خالصة كالمصابيح. ومن ألأفكار التي لم تطبق إلى الآن لمعالجة المشكلة أعلاه تتم بتركيب مرشح تمرير منخفض لغاية 50Hz على المخرج بين العاكسة والحمل حيث يتم مضائلة التوافقيات المرتفعة، وبذلك يمكن تصحيح عامل القدرة لتردد أحادي هو 50Hz وتنتهي مشكلة الحرارة التي تتولد في العاكس.

ولمن يرغب يمكنه مراجعة صفحة المرشحات التي نشرت في كتاب (المستقبل البلوري للهواة الشباب والفتيان) حيث يمكن الاسترشاد بها لحساب وتصميم مرشح تمرير منخفض لتردد 50Hz.

ظهرت في أسواقنا المحلية عاكسات قدرة صينية مفتاحيه صغيرة الحجم لها مروحة صغيرة في أحد جوانبها وتستعمل ترانسزتورات من نوع VMOSFET.

وتزامن ظهورها في أسواقنا مع أسواق لندن حيث كنت أرى الإعلان عنها في بعض المجلات التخصصية البريطانية، واليوم لا زلت أرى الإعلان عنها وعن نوع جديد ظهر يقول المعلن أنه يجهزك بموجة جيبية خالصة. يمكن تسخير وسيلة تصحيح الجهد الخارج عند زيادة تيار الحمل التي ذكرناها للحصول على موجة قريبة من الجيبية. وبإضافة مرشح تمرير منخفض صغير الحجم على الخارج يتم الحصول على موجة جيبية صافية كما ذكر المعلن.

المخطط

تجد مع هذا المقال مخطط للعاكسة المفتاحية التي ظهرت في أسواقنا المحلية ذات قدرة 300VA. وهي تتضمن المراحل التي ذكرت في الشرح السابق.

المتكاملة 7555 للقيام بعملية تشغيل العاكسة عند حدوث اضطراب في الفولتية يتم تحسسها من خلال دائرة التفاضل المؤلفة C1 و R6 التي تقدح المتكاملة حيث يتم سوق المرحل Relay ويتم التحويل.

المتكاملة U2A لإعطاء تنبيه صوتي عند هبوط جهد البطارية.

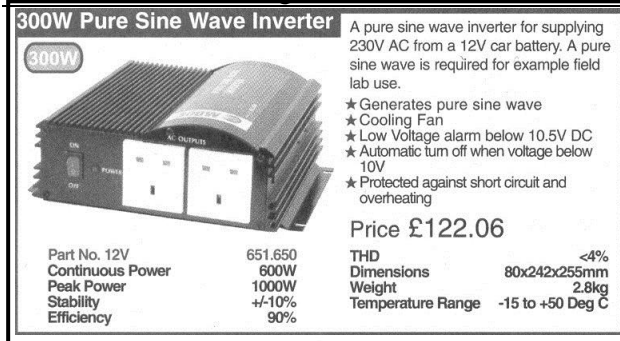
المتكاملة U3 تتضمن مولد النبضات والمسافة بينها التي وردت في الشرح. وتسوق ترانسزتورات القدرة Q1, Q2, Q3, Q4 من نوع VMOSFET ويتم تحسس مقدار الحمل من خلال انحدار الجهد الواقف على المقاومة R29 على الجانب الثاني لمحولة القدرة. لتصل المعلومة من خلال القارن الضوئي U6 Opto Coupler حيث تصحح المسافة بين النبضات، أو إطفاء الخارج عند حدوث دورة قصيرة أو حمل زائد.

المتكاملة U4 هي في الواقع زوج من 555 موضوعة في عبوة واحدة. تقوم بعملية سوق المتكاملة U7 التي تسوق ترانسزتورات Q13, Q14, Q15, Q16 والتي بدورها تتحكم في توزيع التيار بين طرفي الخروج.

لاحظ أن المخطط يتكون من كثير من القطع الالكترونية، وهذا يلاءم البلد المنتج إذ إن هذه المكونات تصنع في ذلك البلد وهي رخيصة الثمن، مقارنة مع نحاس المحولات الثقيل المستورد والغالي الثمن وهذا عكس الحال في بلدنا، إذ أن المكونات الالكترونية مستوردة وباهظة الثمن وإن كانت من الصين بينما تحضير محولة قدرة كبيرة من النحاس أرخص بكثير.

ومما يذكر في المصادر الأمريكية أن أول من احتاج مواصفات مجهزات القدرة المفتاحية هي وكالة ناسا لأبحاث الفضاء حيث طلبت مواصفات فنية لمجهزات قدرة صغيرة الحجم، خفيفة الوزن، لا تبدد قدرة أثناء العمل و قريبة جداً من المواصفات المثالية لمجهز القدرة. وقد نتطرق بالتفصيل إلى مجهزات القدرة المفتاحية في مناسبة قادمة بإذن الله.

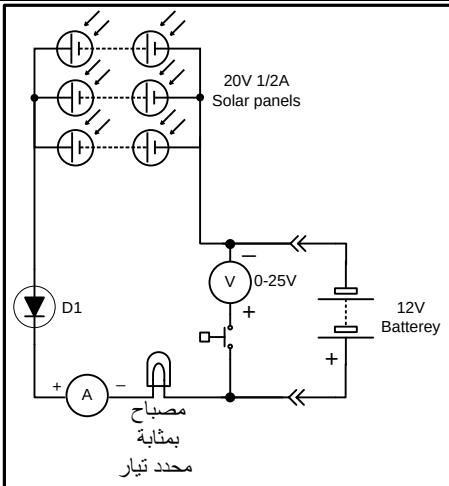
أقف اليوم وأنا على أعتاب صيف ٢٠٠٥ لأسأل نفسي، هل أعيد تشغيل عاكسة القدرة للمروحة السقفية؟ يقتضي الأمر شراء بطارية جديدة. والبطاريات الحامضية الرصاصية تحتاج أن تكون دائماً مشحونة وإلا فإنها تتلف، وحال الكهرباء الوطنية مخيب إلى حد ما وقد لا يكفي لإعادة شحن البطارية بمستويات آمنة لتيار الشحن. وعند التفكير باستعمال المولدة الكهربائية لا يمكن التنبؤ بحال الوقود هل سيكون متوفراً أم لا.



Everyday Practical Electronics, March 2005

صورة للإعلان عن العاكسة المفتاحية في الأسواق الأوربية كما ورد في احد المجلات التخصصية.

و أرى أن من يمكنه الحصول على لوح شمسي ذو قدرة كافية لشحن البطارية في النهار لاستعمالها في المساء لهو أمر رائع. إذ سندتم شحن البطارية ولا نخشى عليها من التلف، ونتمتع بعمل المروحة في الليل عند الطوارئ.



مخطط لطريقة استعمال اللوح الشمسي في شحن بطارية السيارة لاستعمالها عند الطوارئ

المخطط إلى اليسار يبين طريقة استعمال لوح شمسي لشحن بطارية السيارة ذات الأثنى عشر فولت. المواصفات المثبتة إزاء اللوح الشمسي في المخطط هي الشائعة إذ أن أكثر الألواح الشمسية مصممة لشحن بطارية السيارة.

وضع الثنائي D1 لمنع تفريغ البطارية خلال اللوح عند المساء.

فائدة محدد التيار، عدم حدوث تحميل زائد على اللوح عند الشحن إذا كانت فولتية البطارية قد هبطت إلى قيمة واطئة نتيجة استهلاكها المطرد في الليل مثلاً. عدم استعمال محدد التيار يؤدي إلى تلف اللوح وتوقفه عن العمل إذا حدثت الحالة التي ذكرت أعلاه. يتم اختيار المصباح بحيث إذا رفعنا البطارية وصنعنا دورة قصيرة بين الأطراف التي تتصل بالبطارية فإن المصباح لا يسمح بمرور أكثر من التيار المقنن للوح الشمسي ومقياس تيار الشحن سيبين ذلك. وعلى هذا الأساس يتم اختيار المصباح.

أجهزة القياس والفحص

Test and measurements equipments

مَن وَجَدَ في نفسه الهمة لبناء جهاز الكتروني ولا يدري ماذا يبني فليسارع إلى بناء جهاز قياس أو فحص ولا يتردد، سيتعلم منه الكثير وسيبقى معه يخدمه طول عمره يفتح أمامه المغاليق والطلاسم ولا يخشى بعد ذلك من ملف مجهول أو متسعة قد محي ما مكتوب عليها.

أجهزة القياس المتعددة متوفرة هذه الأيام وبأسعار زهيدة أو هي قريبة من ذلك منها التماثلي ومنها الرقمي.

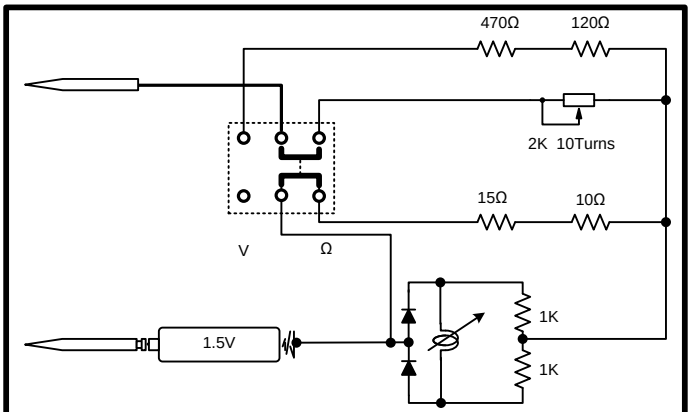
ويتميز المقياس التماثلي على الرقمي بسرعة استجابته، لذلك نجده مفضل عند إجراء عمليات الضبط مثل ضبط محولات التنغيم للتردد المتوسط لأجهزة الاستقبال الراديوي. بينما المقياس الرقمي يتميز بدقته في عرض القيمة المقاسة، لهذا السبب نجد في أسواق الولايات المتحدة خاصة أجهزة قياس متعددة رقمية ولكنها تتضمن مقياس فولتية تماثلي صغير لغرض استعماله خاصة عند إجراء عمليات الضبط حيث لا تكون قيمة القراءة هي المطلوبة إنما قمة القراءة، ويكون من المستحيل العثور عليها من خلال الشاشة الرقمية.

رغم رخص ثمن أجهزة القياس المتعددة، لكني لم أجدها مفضلة في ساحة العمل عندما تكون مكلف بأعمال صيانة دورية ويومية على منظومات تختلط فيها النظم الهيدروليكية والميكانيكية والالكترونية والكهربائية. إذ ستضطر إلى وضعها مع بقية العدد والنتيجة تكسرها باستمرار أو توقفها عن العمل نتيجة الصدمات، وإذا فكرت بحملها باليد تجدها كبيرة الحجم والتقيد بحملها مزعج ونسيانها أثناء تنقلك من موقع إلى آخر وارد، هذا بالإضافة إلى أن معظمها تحتاج إلى يد ثالثة تمسك لك المقياس ليمكنك مشاهدته أثناء إجراءك للفحوصات على المنظومة قيد الصيانة.

لذا أرى أنه يتعين على الفني تحديد احتياجاته من معلومات القياس وبناء مقاييس بديلة تكون كلفتها تقريباً صفر، لا أسفاً عليها إذا تكسرت أو فقدت.

مقياس فولتية ومقاومة يلاءم متطلبات محددة

لكي يخدم في ميدان العمل دون أن نخشى عليه من الفقدان. فيما يلي تجد المخطط للمقياس ويمكن بناءه من مواد مستخرجة من الأجهزة المستهلكة.



مخطط لمقياس الفولتية والمقاومة في الميدان
الثنائيات ممكن أن تكون سيلكون أو جرمانيوم، أي مؤشر صغير للتيار ممكن أن يفي بالغرض أستعمل في النموذج الأولي مؤشر مسجل فلبس صغير.

مقياس الفولتية يقيس لغاية 400V AC تناظر أعظم انحراف للمؤشر، حيث يمكن فحص جهد الطور المفرد وما بين الأطوار. مقياس المقاومة يقيس لغاية 100Ω تناظر أعظم انحراف للمؤشر. هذا لكي يمكن فحص ملفات المحركات الضخمة ويمكن معرفة الملف الصالح من الملف ذو الدورة القصيرة بين لفاته من مقاومة الملف التي تبلغ نحو 5Ω للملف الصالح للعمل. علماً أن تدريج المقياس لوغاريتمي يعني يمكن ملاحظة انحراف الـ 5Ω بسهولة. المؤشر المستعمل مستخرج من مسجل نقال صغير. المقاومة المتغيرة ذات عشرة دورات لمعايرة تدريج مقياس المقاومة. عند قياس الفولتية المتناوبة يمر تيار القياس من خلال البطارية ولا ضير من ذلك إذ أن التيار المتناوب البسيط لا يترك أثراً في الخلايا الكيميائية.

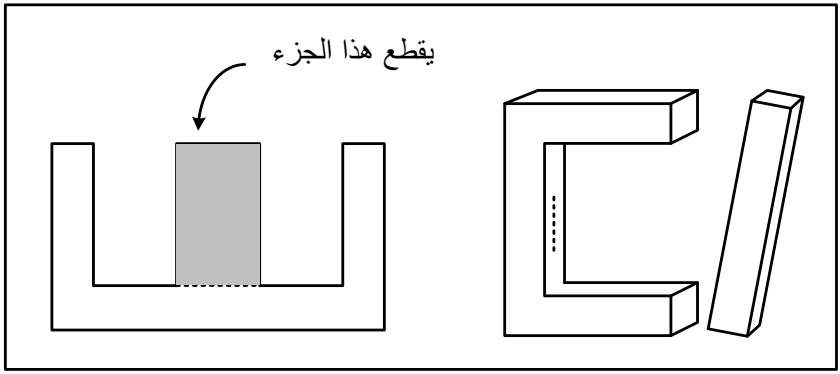
جميع المكونات يمكن وضعها في حاوية مثبت فيها طرف القياس والطرف الثاني حر متحرك، وبذلك نستغني عن اليد الثالثة التي تمسك المقياس. تم تجميع هذا المقياس عملياً في محقنه طبية

صورة للمؤشر المستعمل وهو لمسجل فلبس من النوع الصغير.

(سرنجة) من البلاستك وتم لصق المؤشر إلى سدادة وسد الفتحة بعد إدراج البطارية وبقية المواد، وقد خدم لسنين دون أن ينكسر أو يختفي من بين أيدينا كما هو شائع مع المقاييس التجارية.

مقياس التيار ذو الفكين Clip On meter

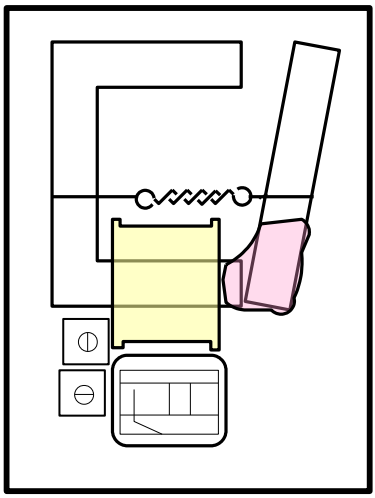
عند فحص المحركات ثلاثية الأطوار لا يمكن الاستغناء عن مقياس التيار ذو الفكين. خاصة عندما تكون المشكلة تكرار قيام وحدة تحسس التحميل الزائد بإطفاء المفتاح الكهرومغناطيسي (الكونتكتور) للمحرك. وعند تحري السبب يفضل مراجعة تيار الأطوار الثلاثة لملفات المحرك وملاحظة هل هي ضمن التيار المقنن وهكذا إلى أن نكتشف الخلل.



ومقياس التيار ذو الفكين عرضة للسرقة دائماً! وهو كبير الحجم شئنا أم أبينا، ويفضل بناء بديل عنه من مواد مهملة لا يطمع بها أحد لقراءة قيم التيار المتوقعة من المحركات أثناء عملها، ويكون صغير الحجم قدر الإمكان.

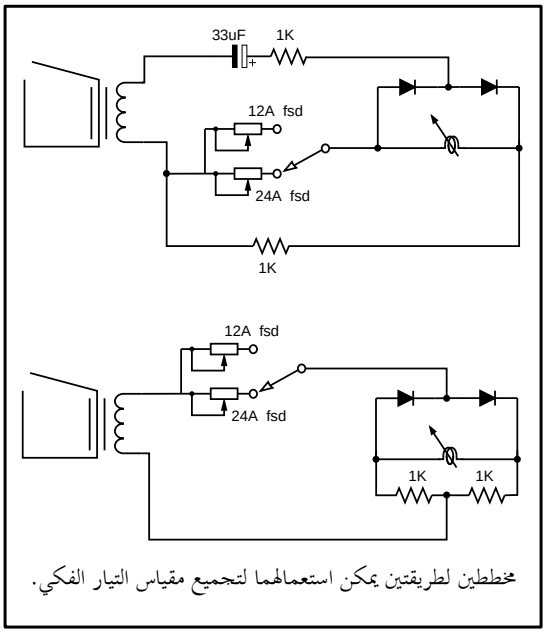
أولا. نقوم بتفكيك قلب محولة مستهلكة ذات قدرة صغيرة مناسبة ونستخرج الجزء الذي على شكل حرف E من مجموعة الألواح.

نقطع الساق الوسطية لجميع القطع لتصبح بدون ساق وسطية، نجمع الأجزاء إلى بعضها بلاصق مناسب مثل الايبوكسي وكذلك نجمع قطع I و يتعين علينا الاعتناء بهذه العملية.



ثانيا. ندرج ملف لمفتاح كهرومغناطيسي (كونتكتور 220V) في الفك السفلي كما في المخطط.

ونلصق قطعة الـ I إلى الفك باستعمال لاصق المطاط السليكوني (سليكون ربر) وكنا قد بذلنا عناية خاصة عند استعمال الابوكسي في النقطة أولاً لمطابقة صفحة الساق إلى الفك وبعد أن يجف، نشد قطعة الـ I إلى الفك باستعمال خيط (بريسم) و نابض (سبرنك) ونثبت عقدة الخيط باستعمال لاصق Super Glue (أمير). ونلصق المؤشر إلى الملف بلاصق مناسب. قد يعتقد القارئ أن المجموعة غير عملية، ولكنها عملية جداً وقد خدمت طول فترة العمل ولعدة سنين ونالت إعجاب كل من رآها.



مخططين لطريقتين يمكن استعمالهما لتجميع مقياس التيار الفكي.

وطلب مني أحد الأصدقاء أن أعيره مقياس تيار فكي ليفحص انتظام عمل ضاغطات مكيفات الهواء المستعملة، قدمتها له وهي معه إلى الآن حيث قام بتغيير مؤشر الفلبس الصغير الحجم بآخر أكبر قليلاً.

كانت الحاجة في البداية لفحص مستوى تيار حمل بمقدار 6A ثم أضفت إليه مستوى ثاني للتيار يبلغ عند أقصى انحراف 30A. ولغرض المعايرة يتم إدراج خط ناقل للتيار الكهربائي المتناوب بين الفكين وبذلك يحث قوة دافعة كهربائية كدالة للتيار المار. ولأننا لا نملك حمل يستهلك 6A لذا نقوم بإدراج سلك يحمل تياراً متناوبا بسيطا ونعيد تمرير هذا السلك بعدد من المرات حاصل ضربها بقيمة التيار الذي يحمله مساوياً إلى 6A. وتنظم المقاومة المتغيرة لضبط المؤشر على الموقع الذي نرغب. وبذلك نستغني عن المؤشر الكبير المليء بالتدريجات.

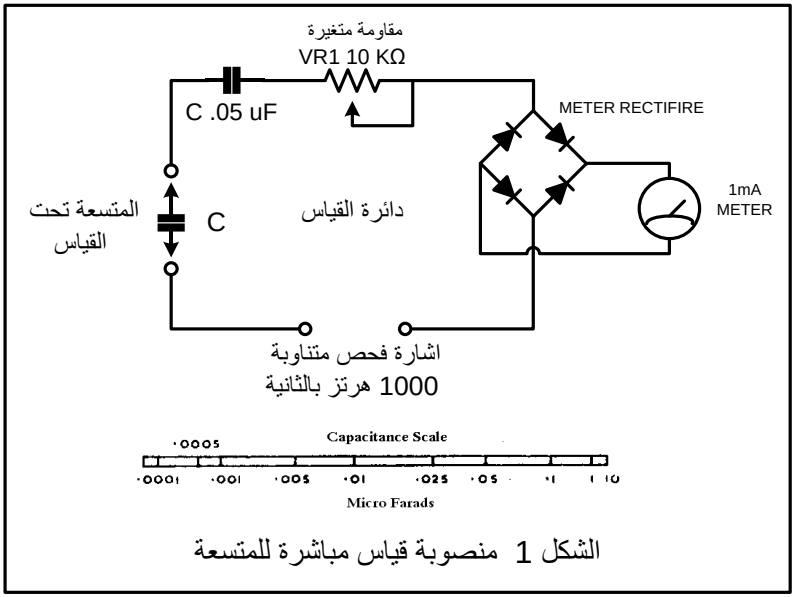
قياس السعة Capacitance measurements

من الطرق المريحة للقياس أن يكون للمقياس تدريج تماثلي أو كمي Analog يقرأ مباشرة مثل أي مقياس متعدد (أوفو ميتر) عدا أن التدريج معاير بالسعة بدلاً من الأوم.

الترتيب الممكن والمتضمن لهذه الفكرة تجده في الشكل١ حيث تلاحظ أن السعة التي نروم قياسها موصلة على التوالي مع مصدر إشارة متناوبة .A.C ومتسعة C ومقاومة متغيرة VR ومقياس تيار متناوب AC meter. تهيأ الترتيبة للقياس عن طريق توصيل أطراف القياس لتصنع دورة قصيرة وضبط قيمة VR حتى يصبح مؤشر المقياس على أقصى انحراف. عند إدراج المتسعة التي نبغي قياسها بين أطراف المقياس سيهبط انحراف المؤشر بمقدار يتناسب مع الرادة الحثية للمتسعة Reactance of the capacitance عند التردد المستعمل.

عند استعمال نفس المكونات في الشكل١ يمكن حينئذ استخدام نفس التدريج المبين. مستوى الإشارة المتناوبة المستعملة يجب أن يكون بحدود 5V Peak. تتم عملية التعيير باستعمال مجموعة متسعات معلومة القيمة.

المشكلة في الحصول على مصدر إشارة مناسب. ودقة القياس تعتمد على مستوى الإشارة



الشكل 1 منصوبة قياس مباشرة للمتسعة

المتناوبة المغذاة إلى جهاز القياس. من الحلول السهلة والرخيصة لهذه النقطة استعمال محولة خافضة

مناسبة للمصدر العمومي ذو التردد 50Hz وهذا يؤدي إلى إقلال مستوى القياس لغاية 0.001uF لأقل سعة. وإذّاك لا يعتبر الجهاز كقطعة مستقلة.

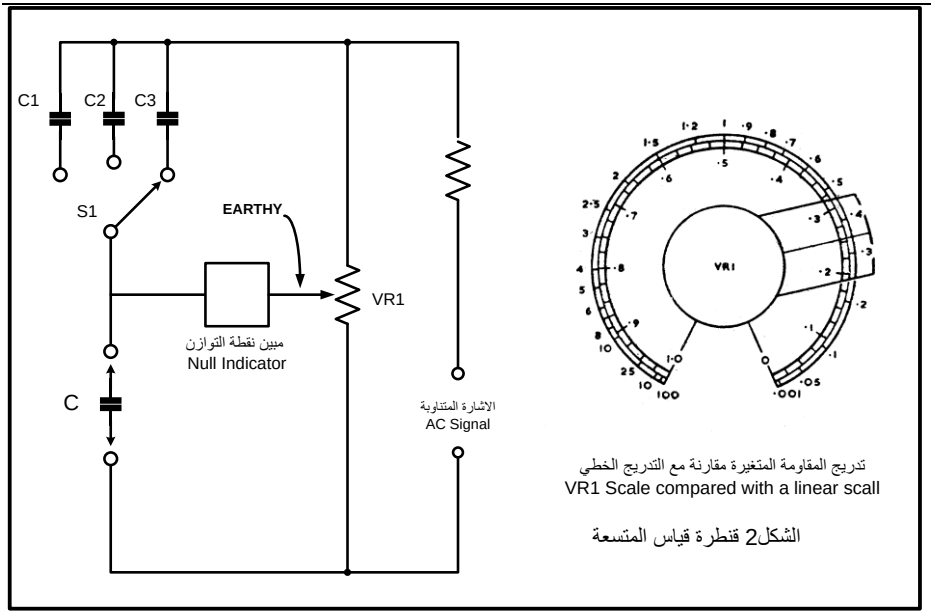
قنطرة القياس

قنطرة قياس المقاومة والمسماة قنطرة وتستون قد شرحت بالتفصيل في كتاب الفيزياء للصف السادس العلمي ويمكن الرجوع إليها، وبالمناسبة التفاتة إلى طلبة المدارس الصناعية من يجدون في أنفسهم ميلا للكهرباء والالكترونيات فان الكتاب المذكور يستحق أن يكون تحت اليد دائماً ينهلون من مواضيعه كلما سنحت لهم فرصة أو وقت فراغ.

يمكن استعمال القنطرة للحصول على وسيلة مريحة لقياس المتسعات. وقناطر القياس تتسم بدقتها وبساطتها وإمكانيتها لقياس مدى واسع من القيم. ونظريا فان مستوى الإشارة المستعملة أو ترددها لا تؤثر على عمل القنطرة؛ دائرة قياس مناسبة موضحة في الشكل٢.

في هذه الدائرة تتوازن القنطرة عندما تكون النسبة لقسمي الدائرة المتغيرة VR مساوية للنسبة بين الرادتين السعويتين الموجدين في الذراع الأخرى للقنطرة. تجهز القنطرة بمصدر للتيار المتناوب، وطبعاً كما مع أي قنطرة يجب استعمال مبين لنقطة التوازن.

لقياس سعة ما نضبط المقاومة المتغيرة VR ذات التدريج المقسم إلى نسب كالموضح في الشكل٢ نضبطها حتى تتوازن القنطرة. القراءة التي نحصل عليها من التدريج لل VR تضرب في مقدار السعة الثابتة المختارة C1 أو C2 أو C3 والنتيجة هي قيمة المتسعة المجهولة C. المؤشر على التدريج الموضح في الشكل٢ يؤشر على نسبة تقريباً 0.33 و إذا كانت السعة الثابتة المختارة هي 1uF مثلاً، فإن قيمة C ستكون 0.33uF والوحدات هي نفس وحدات الثابت المختار. ويمتلك التدريج دقة من عُشر إلى عشر أضعاف الثابت. وعلى هذا للحصول على قياس واسع المدى يمكن زيادة قيمة السعة الثابتة مائة مرة لكل خطوة.القيم المناسبة لـ C1 و C2 و C3 هي 100Pf و 0.01uF و 1uF إلى أكثر من 10uF.



تدريج المقاومة المتغيرة مقارنة مع التدريج الخطي
VR1 Scale compared with a linear scall

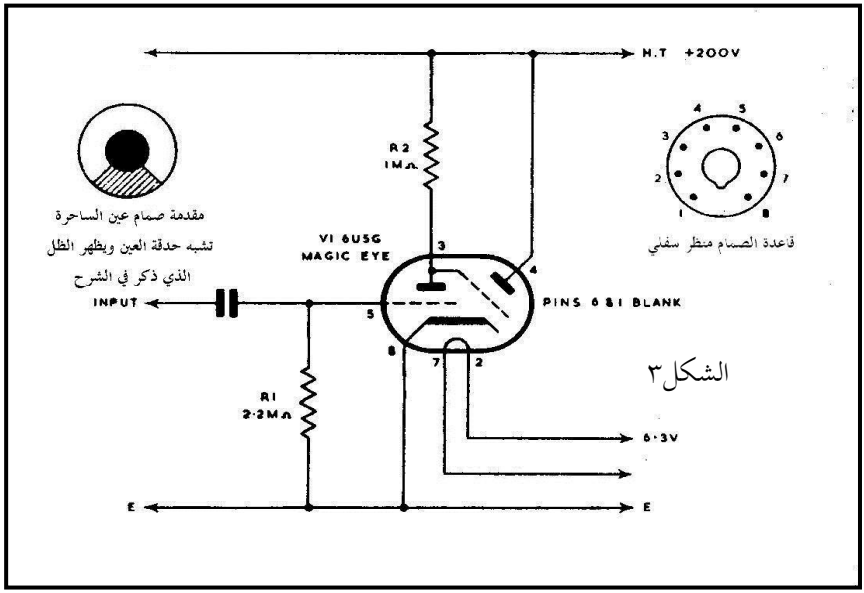
الشكل2 قنطرة قياس المتسعة

يمكن استعمال محولة خافضة للكهرباء العمومية كمصدر مفيد لتغذية القنطرة بالإشارة المتناوبة، هذه المحولة ممكن أن تكون ضمن قسم تجهيز القدرة لمبين نقطة الاتزان.

مبين نقطة الاتزان ممكن أن يكون مقياس فولتية متناوبة حساس Sensitive AC Voltmeter، أو مشهاد الإشارة Oscilloscope أو دائرة صمام عين الساحرة Magic eye Circuit (وهو صمام الكتروني مفرغ له مقدمة متفلورة خضراء، الناظر إلى مقدمته يراها كحدقة العين خضراء مضيئة لها بؤبؤ أسود، خلف البؤبؤ يوجد ألكترود يسقط ظله على المنطقة المضيئة ويتسع الظل تبعاً لاستقطاب ذلك الالكترود وبذا يمكن إدراك نقطة الاتزان Null Point من سعة الظل، وتسمية عين الساحرة جاءت من الأساطير الأوربية القديمة التي تخبر أن للساحرات عيون خضراء مضيئة في الظلام. ومن يسعده الحظ ويحصل على أحد أنواع هذا الصمام أن يحتفظ به محاولاً الاستفادة منه، فهو يعتبر بحق فولتميتر الكتروني أو نصف أوسلسكوب).

ويبين الشكل٣ تخطيطاً لطريقة تشغيل هذا المبين وهو يبين نقطة الاتزان عندما يكون الظل في أعظم اتساع له.

يجب فصل دائرة تغذية المسخن لصمام عين الساحرة كهربائياً عن الإشارة المتناوبة التي تغذي القنطرة. إذ أن دائرة تغذية المسخن يجب أن تكون منسوبة إلى نقطة الصفر من خلال الطرف المنزلق للـ VR كما في الشكل٢. وإذا كان تردد الإشارة المتناوبة التي تغذي القنطرة مرتفع بشكل



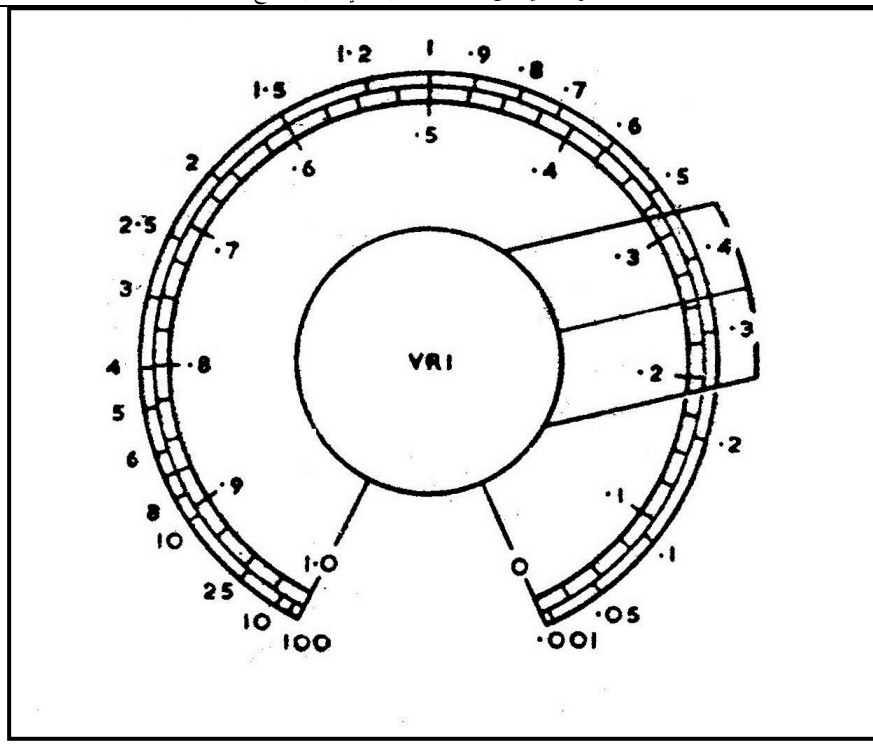
الشكل٣

مسموع مثل 1000 دورة في الثانية مثلاً يمكن حينئذ استخدام سماعات الرأس Head Phones كمبين لنقطة الاتزان عندها يمكن بناء دائرة مذبذب لتوليد تردد بمقدار 1000Hz من ترانسزتورين أو ثلاثة واستخدامها كإشارة تغذية للقنطرة أو استعمال محولة خافضة من المصدر العمومي ولكن طريقة استعمال المذبذب مع سماعات الرأس أفضل إذ سنستغني عن دائرة مبين عين الساحرة أو الأوسلسكوب وإن كنا سنحتاجهما عند قياس الحث.

المقاومة المتغيرة VR في الشكل٢ يجب أن تكون من النوع الخطي Linear وتساوي تقريباً 5KΩ (ليس من الضروري نفس القيمة بالضبط ممكن أن تكون أكثر أو أقل). معايرة تدريج المقاومة المتغيرة يتم من خلال قيم مستخلصة رياضيا ومطابقتها عملياً مع جانبي المقاومة المتغيرةً وتثبت

القيمة كنسبة على التدريج على الواجهة الأمامية وسنذكر هذا لاحقاً. تحظَّر مكثفات ذات قيمة معلومة ونسبة خطأ قليلة لاستعمالها كثوابت قياس، وتصبح دقة القياس مرهونة بدقة قيم المكثفات الثابتة، بالإضافة إلى دقة تدريج النسبة بين جانبي المقاومة المتغيرة. بعد هذا نستطيع اكتشاف مقدار السعة الشاردة للقنطرة ككل وطرحها من القيمة المقاسة لاحقاً للحصول على دقة ممتازة.

يمكن بعد تقرير مكثفات الثابت صنع تدريج للمقاومة المتغيرة في الواجهة الأمامية لكل ثابت يتضمن قيم للسعة، عندها نقرأ قيمة المتسعة بشكل مباشر، أو الاكتفاء بضرب النسبة بين جانبي المقاومة المتغيرة VR في قيمة الثابت المختار والحصول على قيمة السعة بنفس وحدات ذلك الثابت.

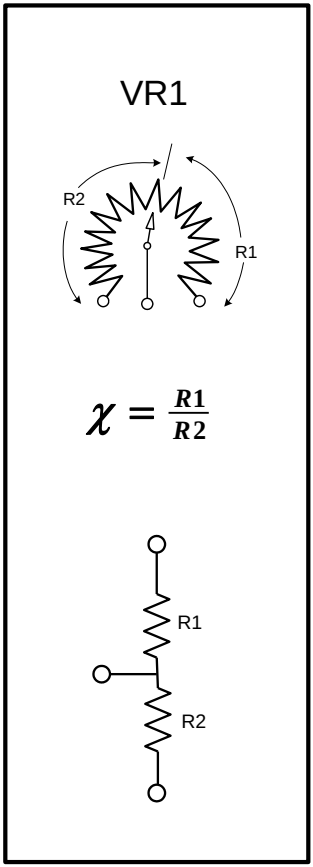


تدريج المقاومة المتغيرة الخطي الموضح في الشكل٢ أي التدريج الذي إلى الداخل هو لغرض المقارنة فقط. ويمكن عدم إدراجه في التدريج الحقيقي الذي سنصنعه.

المتسعات التي تملك عامل قدرة ضعيف يصعب معها تمييز نقطة الاتزان Null point عند قياسها لأنها تتسبب في حدوث اختلال في الأطوار. ومن خلال القنطرة التي شرحناها للتو يمكن بقليل من الممارسة إدراك أي متسعة لها عامل قدرة ضعيف، وستجد أن المتسعات الكيميائية كبيرة القيمة ومتسعات التانتاليوم Tantalum bed ستكون ضمن هذا النوع.

النسبة بين جانبي المقاومة المتغيرة VR1

المقاومة التي لها منزلق يتحرك على طولها تسمى باللغة الانكليزية Potentiometer وخير ترجمة لهذا الاسم هي المجهاد. ويمكن تسمية قناطر التيار المستمر بهذا الاسم أيضاً وخاصة قنطرة قياس الجهود المستمرة الصغيرة مقارنة مع جهود عياريه.



وعند بنائنا لقنطرة قياس السعة تظهر أمامنا مشكلة كيف نقسم المقاومة المتغيرة وفق نسب محددة؟ طبعاً بإمكاننا أن ندور المحور ونقيس المقاومتين على الجانب (بأوفوميتر) دقيق ونستخلص النسبة، ولكن النتيجة نسب ذات كسور طويلة. وبذلك يفقد التدريج سهولة التعامل معه.

الطريقة التالية تسهل لنا هذا العمل، وفي النهاية سنحصل على علاقة (معادلة) ندخل فيها النسبة التي نرغب χ لنحصل على قيمة أحد الجانبين بالأوم، نطرح هذه القيمة من القيمة الكلية للمجهاد لنحصل على قيمة الجانب الثاني، نحقق هذه القيمة عملياً باستعمال مقياس مقاومة دقيق لنحصل على موقع النسبة تحت مؤشر المقاومة المتغيرة على الواجهة الأمامية حيث يتم تأشير المكان بالنسبة المختارة. ثم نحقق نسبة جديدة ونكمل إعداد التدريج.

في المخطط المجاور نجد VR1 وفيها المنزلقة تتحكم بمقدار R1 و R2 حيث:

$$\chi = \frac{R1}{R2}$$

فإذا كانت قيمة المقاومة المتغيرة (المجهاد) تساوي 1000Ω مثلاً فإن:

$$R1 + R2 = 1000$$

نسبة المقاومة R1 إلى المقاومة R2 = χ

المقاومة الكلية = Rt

$$R1 + R2 = Rt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\mp R1 = \mp R2 \times \chi \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

بالطرح.....

$$R2 = Rt - R2\chi$$

$$R2 + R2\chi = Rt$$

$$R2(1 + \chi) = Rt$$

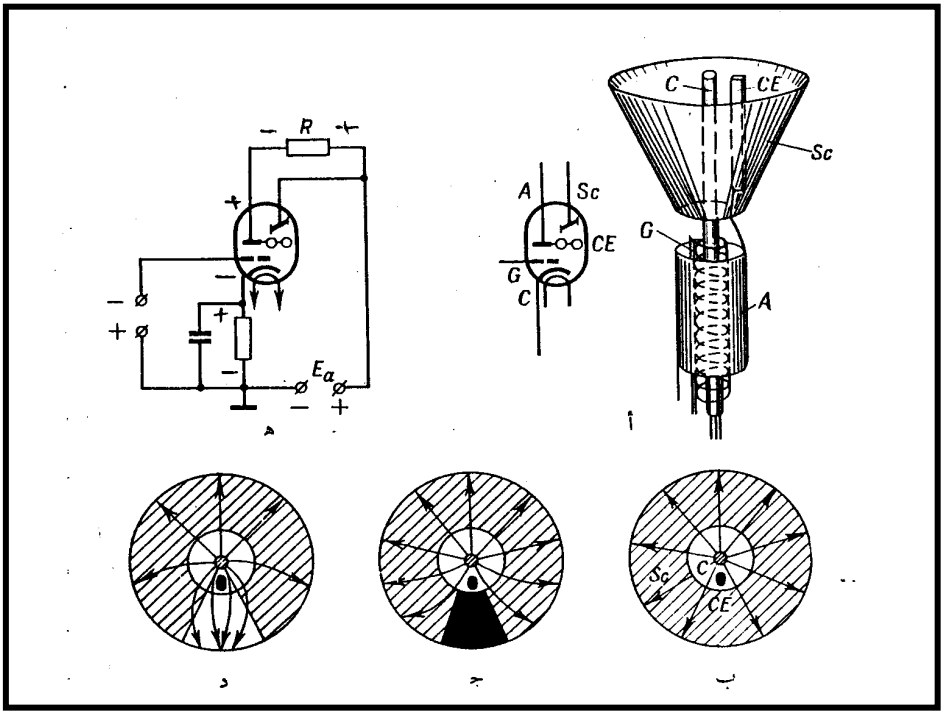
$$\boxed{R2 = \frac{Rt}{(1+\chi)}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$\boxed{R1 = Rt - R2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

من المعادلتين ٣ و ٤ يمكن استخراج قيمة R2 و R1 لأي نسبة χ نرغب.

مبين عين الساحرة الضوئي (العين السحرية) Magic eye indicator

(لازالت أمام الكثير من الفنيين المشتغلين والهواة فرصة الحصول على قطعة من هذا المبين. ويمكن العثور عليه في أجهزة التسجيل القديمة التي بيعت أيام الخمسينات كمبين لمستوى التسجيل، وهذه الأجهزة لازلنا إلى اليوم نجدها تباع كحطام أو كأجهزة قديمة. كذلك كان يستخدم بشكل أوسع في أجهزة الراديو المنزلي كمبين لدقة التنغيم؛ ومنه الدائري أو عل شكل علامة تعجب أو على شكل مستطيلين مستعرضين. والأخير استعمل في أجهزة التلفزيون القديمة كمبين لدقة تنغيم قنوات الـ UHF أو قنوات الـFM. وفي السنين المبكرة للحصار كان بالإمكان الحصول عليه جديداً في علبته الورقية من على رفوف المحلات).



يستخدم المبين الالكتروني الضوئي، أو المبين الشعاعي الالكتروني، أو المبين الالكتروني للضبط، أو العين السحرية، في أجهزة الاستقبال اللاسلكي، وأجهزة القياس، وهو يساعد على ضبط تنغيم جهاز الاستقبال بدون ضوضاء، ويمكن أن يكون مبيناً للجهد في أجهزة القياس.

صمام عين الساحرة هو صمام مركب من نظامين من الالكترودات، ويحتوي أحد هذين النظامين على شاشة مضيئة، وتبعاً لطبيعة إضاءة الشاشة نحكم على مقدار الجهد المؤثر في الصمام. ويوضح الشكل السابق أساس عمل أحد هذه الصمامات والرمز التخطيطي للصمام.

في داخل الغلاف الزجاجي يوجد صمام ثلاثي عادي، ونظام التبيين المكون من كاثود وشاشة والكترود تحكم. وكما نعلم يبعث الكاثود بالالكترونات، وتُصنع الشاشة Sc على شكل مخروط وهي تمثل الأنود، وتغطى من الناحية الداخلية بطبقة مضيئة من Zn_2SiO_4 تشع ضوء بلون أخضر عند قذفها بالالكترونات، ويصنع الكترود التحكم CE على شكل قضيب رفيع ويوصل بأنود الصمام الثلاثي.

بين الشاشة والكاثود، يوجد مجال معجل للالكترونات الخارجة من الكاثود. إذا كان جهد الكترود التحكم مساوياً للصفر نسبة إلى الكاثود فلن يؤدي الكترود التحكم أي تشوه للمجال، وتهبط الالكترونات على سطح الشاشة كله، فتشع الأخيرة إضاءة منتظمة لاحظ ب في الشكل.

عند خفض جهد الكترود التحكم دون الصفر يتغير المجال وتنحني مسارات الالكترونات (ج في الشكل) ولا تهبط الالكترونات على جزء من الشاشة ويصبح هذا القطاع مظلماً. وكلما انخفض جهد الكترود التحكم، قوى انحناء المسارات الالكترونية وازداد القطاع المظلم. أما إذا ارتفع جهد الكترود التحكم فيحدث العكس بحيث ينتج قطاع ساطع الإضاءة مكان القطاع المظلم. إذ تهبط عليه الكترونات أكثر مما تهبط على القطاعات المماثلة في بقية الشاشة (د في الشكل).

ويعمل المبين عادة، بحيث يزيد أو يقل القطاع المظلم تبعاً للجهد المسلط على الشبكة. وفي ه في الشكل نجد إحدى دوائر توصيل المبين. يسلط على الشبكة جهد سالب ثابت من كاشف جهاز الاستقبال مثلاً، ويوصل أنود الصمام الثلاثي بالشاشة خلال المقاومة Ra التي تكون حوالي 1 – 1.5 MΩ. وفي حالة انعدام جهد الشبكة يحدث التيار الأنودي للصمام الثلاثي هبوطاً للجهد

على Ra يسلط على قطب الكترود التحكم فينخفض جهده ويظهر قطاع مظلم على الشاشة. أما إذا سلط على الشبكة جهد سالب، فان التيار الأنودي يقل، ويقل كذلك هبوط الجهد على Ra وينمو جهد الكترود التحكم ويؤدي ذلك إلى انكماش القطاع المظلم. ومع ازدياد جهد الشبكة السالب، قد يختفي القطاع المظلم، بل يتحول إلى قطاع ساطع الإضاءة كما أشرنا من قبل.

حتى نبين الجهد الموجب بالمبين، يسلط على الشبكة انحياز سالب ابتدائي ينتج قطاعاً مظلماً بأقل مقاييس ممكنة، وعندئذ يزداد هذا القطاع عند تسليط جهد موجب على الشبكة. وهكذا يمكننا المبين من تحديد قمة الجهد المسلط على الشبكة.

والشائع في أجهزة الاستقبال الراديوي لا يدخل الصمام الثلاثي للمبين ضمن دوائر التضخيم. ولذا يمكن لجهاز الاستقبال أن يعمل بدون مبين. وهنالك بعض أجهزة الاستقبال يدخل الصمام الثلاثي للمبين في وحدة التضخيم السمعية الأولى. وأنتجت المصانع مبينات بصمام خماسي بدلاً من الصمام الثلاثي، كما توجد مبينات مزدوجة بشاشة مشتركة، وفي هذه المبينات يكون لأحد الصمامين الثلاثين معامل تضخيم مرتفع، وللثاني معامل تضخيم صغير، وعندئذ يتجاوب أحد المبينات مع الجهود الصغيرة، ويتجاوب الآخر مع الجهود المرتفعة. ومبين العين السحرية عبارة عن مبين للجهد ذو مقاومة دخول كبيرة جداً، ولا يؤثر عملياً على تحميل الدائرة المطلوب اكتشاف تغير الجهد الثابت فيها.

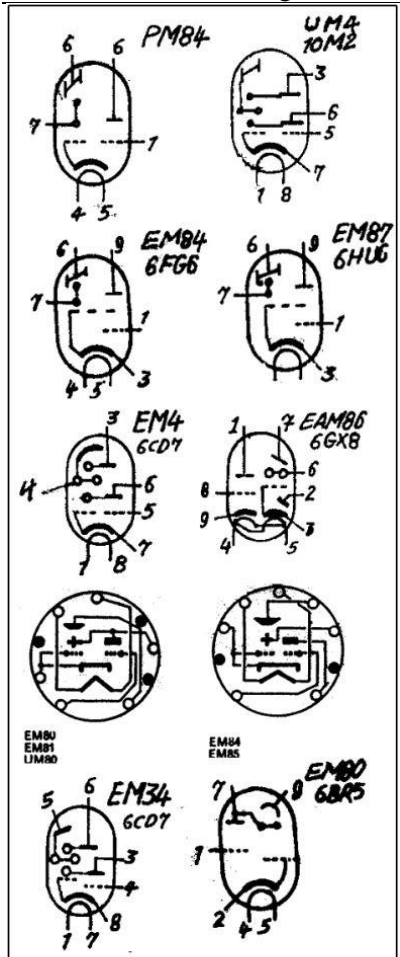
قد نتساءل ما الذي يجعل مبين العين السحرية مميزاً ؟ حتى نفرد له هذه الصفحات؟ توجد عدة مزايا تجعل هذا المبين مميزاً ولا يعلو عليه إلا مشهاد الإشارة ذو الشاشة الكاثودية.

والمبين يتفق مع المشهاد في إنه سريع الاستجابة للنبضات العابرة أو ضوضاء التداخل والتي تظهر على شكل نطاقات مضيئة ذات إنارة أخف، وهذا لا يمكن مشاهدته في مبين الاتزان ذو المؤشر أو الثنائيات الباعثة للضوء. إذ سيتعذر علينا اكتشاف نقطة الاتزان دون أن نعرف السبب. بينما مع المبين يمكن اكتشاف نقطة الاتزان مع وجود هذه التداخلات.

يمكن السيطرة على حساسية المبين بسهولة. المقاومة R1 في الشكل٣ يكفي أن نقلل قيمتها حتى تنخفض حساسية المبين أو العكس؛ ويمكن وضع مقاومة متغيرة لهذا الغرض بمقدار 1.5MΩ

نستطيع أن نميز الاضطرابات التي تحدث على القنطرة بسهولة، مثلاً عندما تكون الإشارة

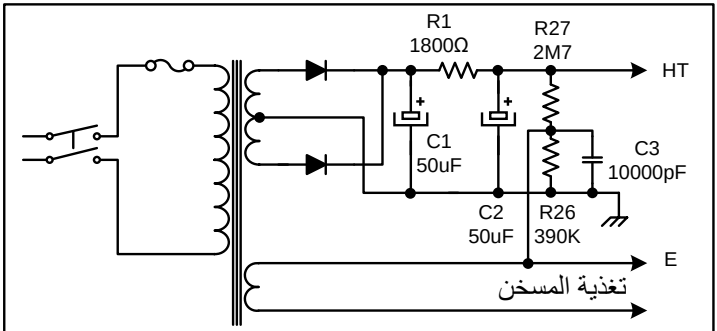
المتناوبة ذات قدر من التوافقيات يتداخل مع عمل القنطرة في ظروف رنين عارضة، سيبدو هذا واضحاً في المبين ويدفعنا إلى تغيير التردد بينما لا يظهر شيئاً في المبينات الأخرى.



مجموعة من صمامات العين السحرية تبين توصيل المكونات الداخلية إلى الاطراف الخارجية، يمكن الاستفادة منها في حالة الحصول على أحد الأنواع من هذه الصمامات.

مجهز قدرة للمبين

فيما يلي مجهز قدرة مميز من تصاميم فلبس يمكن استعماله لكفاءته مع دائرة المبين الضوئي.

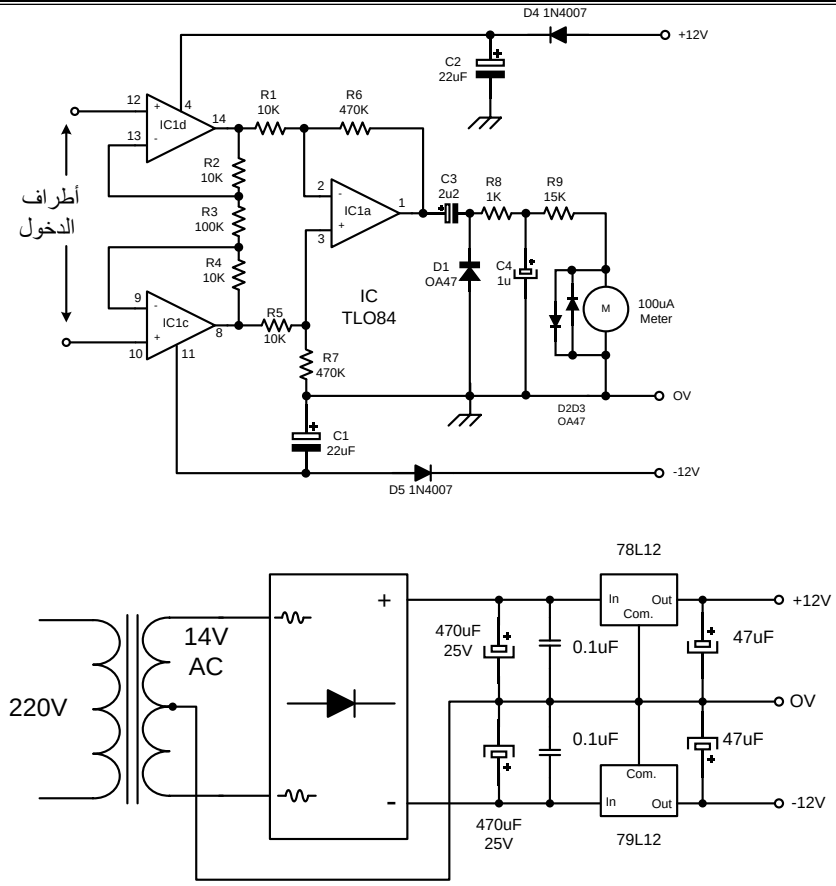


مجهز قدرة للمبين الضوئي

وما يميز هذا المجهز التوصيلة بين نقطة اتصال المقاومتين R27 و R26 وملف التسخين يجعل المسخنات في ضغط موجب بالنسبة للأرض مقداره نحو 30 فولت يؤدي إلى منع ظهور الطنين على شاشة المبين؛ الطنين الناتج عن أطراف المسخنات داخل الصمام وتردده ضعف تردد التيار العمومي والذي لا يمكن تجنبه في مجهزات القدرة التقليدية التي ليس لها هذه التوصيلة.

مبين لنقطة الاتزان من أشباه الموصلات

الدائرة التالية لمبين الكتروني من أشباه الموصلات له مدخلين للمتكاملة TLO84 عند الأطراف 12 و 10 وتظهر نقطة الاتزان على مؤشر تماثلي بعد كشف الخارج المتناوب من الطرف 1.



دائرة ممتازة لمبين اتزان يستعمل متكاملة من أشباه الموصلات

المخطط في الأعلى للمبين وإلى الاسفل منه مخطط لمجهز القدرة للمبين ذو مخرج للفولتية موجب وآخر سالب بينهما خط الصفر فولت.

قياس الملفات الصغيرة والمتوسطة

ما أن قارب عقد الثمانينات على الانتهاء حتى وجدت حاجة ملحة إلى قياس الملفات الصغيرة. وبطبيعة الحال فإن أيسر الطرق تتمثل بمقارنة الحث المجهول بآخر معلوم باستعمال أحد قناطر القياس. وما كان تحت أيدينا من المواد متواضع جداً، حتى إن الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية لا يمتلك حث عياري ضمن الأوزان والمعايير التي كان الجهاز يقدم خدمات المعايرة والتصحيح من خلالها، وكانت الفكرة في لف ملف عشوائي وقياسه في الجهة أعلاه لنتخذه بعد ذلك معياراً أو ثابتاً لقنطرة من قناطر القياس.

وبذلك صار المعيار الوحيد بين أيدينا هو الحصول على ما متوفر في السوق المحلية من ملفات قد كتبت عليها أقيامها، وتدرج ضمن قنطرة من القناطر كمعيار للمقارنة لإتمام العمل.

وهنا جاء دور البحث في المصادر أي قنطرة تستحق عناء العمل في إعدادها لتكون طيعة وعملية في القياس وبسيطة في نفس الوقت.

لحسن الحظ وقع في يدي كتاب من إصدار مؤسسة المعاهد الفنية ١٩٨٧،باسم "أجهزة القياسات الكهربائية والالكترونية" تأليف كل من الأستاذين المحترمين الدكتور مازن محمد علي جمعة والمدرس سرمد برهان الدين محمد. ورد في هذا الكتاب على الصفحتين ٤٤ و ٤٥ وضمن فصل قناطر القياس فقرة بعنوان **القنطرة العامة Universal Bridge** وفيما يلي صورة لما ورد على الصفحتين.

2٠8٠2 القنطرة العامة: Universal Bridge

ان احد اجهزة القياسات الشائعة التي تحوي خواص كل من قنطرتي ويتستون وماكسويل والذي يمكن بواسطته قياس المقاومات والمحاثات والسعات كما هو مبين في الشكل (2٠21) ويدعى بالقنطرة العامة٠

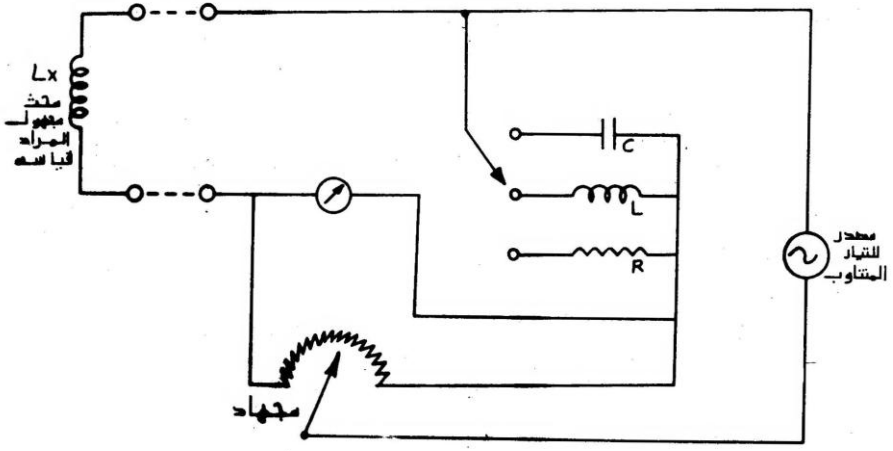
يمكن الحصول على حالة الاتزان بالقنطرة العامة وذلك بتفريغ اداة المجهاد ومن ثم تغير اذرع النسبة وان مسطرة المجهاد تسمح بقراءة النسبة من تأثيرها وهذا يعطي خاصيتين مهمتين:

أ) سهولة تشغيل القنطرة

ب) امكانية استعمال مكونات مرجعية ثابتة القية وتكون رخيصة الكلفة

والشكل (2٠21) يبين القنطرة العامة في حالة قياس محاثة مجهولة

يوجد خطأ مطبعي في السطر الخامس وتقرأ الفقرة على هذا النحو ...(يمكن الحصول على حالة الاتزان بالقنطرة العامة وذلك بتدوير أداة المجهاد ومن ثم تغيير أذرع النسبة وإن مسطرة المجهاد تسمح بقراءة النسبة من تأشيرها وهذا يعطي خاصيتين مهمتين:)...



الشكل (2.21) القنطرة العامة

أبرز ما في القنطرة أعلاه بساطتها؛ وهي تعمل على نفس مبدأ قنطرة وتستون بمقابلة الممانعات ولكن هل يصح هذا مع الملفات، وبدون تعويض للأطوار والسعات وما إلى ذلك، حتماً يصح إذ المطلوب قياس المحاثات الصغيرة والتي غالباً ما تتألف من عدد قليل من اللفات وأقلها لفة واحدة.

ولكن هكذا قنطرة لقياس الملفات تتجنبها المصادر الأجنبية ويقول بنائي الأجهزة البريطانيين "إن قياس المحاثة على طريقة قنطرة قياس السعة ليس بهذه البساطة ولا نحصل منها على نتائج ناجحة". وعند مراجعة المصادر الأجنبية الباحثة في موضوع قناطر القياس لا أجد لهذه القنطرة أثراً. وما أجده في المصادر قناطر قياس تنشغل بتعويض السعة بين اللفات ومقاومة السلك للملف، ثم تسترسل في اشتقاقات لا أدري كيف سيتم بناء قنطرة عملية منها وهل هي قابلة للتنفيذ؟

المهم وضعت ثقتي في الأستاذين العراقيين، وطابت لي هذه الدائرة. أُنظر لناحية الإثارة فيها

إنه يستعمل ملف كمثال لمكون مجهول ويضع مختار الثوابت على ثابت الملف! وهذا ما أروم الوصول له.

١. تحضير القنطرة

بدأت التنفيذ بتحضير لوحة من مادة عازلة (الفورميكا) لتحمل المكونات. وبحثت في سوق كهربائيات القدرة (سوق عقد الكنائس في بغداد) عن مقاومة متغيرة ذات اعتمادية عالية ناظراً ومتفحصاً ما معروض، فحصلت على نوع يتألف من سلك نحاسي سميك ملفوف على شكل دائرة تقريباً، ومطلي بالعازل كالمستعمل في لف المحولات، وملفوف فوقه لفات متقاربة من سلك مقاومي، تتحرك فوقه منزلقة جيدة البناء. وقيمة هذه المقاومة المتغيرة 1KΩ. السلك الملفوف والمصنوعة منه هذه المقاومة المتغيرة له حث بطبيعة الحال ويقال إن القناطر يفضل فيها استعمال مقاومة متغيرة ليس فيها حث مثل المقاومة المصنوعة من السلك المستقيم أو المقاومة المتغيرة الكاربونية. تم التغاضي عن هذه النقطة إذ إن حث السلك الملفوف هذا قليل جداً، والمقاومات الكربونية المتغيرة سيئة في خطيتها كذلك ثباتها عند استعمالها للقياس. ولو وجدت مقاومة متغيرة من سلك مستقيم لاستعملتها لكني لم أجد.

بجوار هذا الكلام صورة للمقاومة المتغيرة التي حصلت عليها.

٢. تحضير الثوابت

الآن يتعين الحصول على ملفات مثبت عليها أقيامها واستعمالها كثوابت للقياس، ولا

يهم قيمة الملفات إذ إن مقدار النسبة التي تقف عليها المنزلقة مضروباً في الثابت ينتج قيمة الملف تحت القياس. ولكن الذي يهم دقة الملف الثابت في تحقيق القيمة المكتوبة عليه.

لذا كنت أفضل الملفات المصنوعة في مصانع ذات منتج يتسم بالجودة إذ لا يتوفر لدي أي وسيلة للتحقق من قيمة الملف وكما أسلفت الجهاز المركزي للتقييس لا يملك أي ثوابت حثية لعدم وجود طلب لمعايرة المحاثات يغطي نفقات استيراد وإعداد ثوابت حثية ووسائل لقياسها؛ هذا ما أخبرت به عند انضمامي إلى أحد دورات القياسات الكهربائية والالكترونية التي يعدها الجهاز.

بعد البحث في سوق الالكترونيات (في منطقة الباب الشرقي في بغداد السوق المجاور لجامع الشيخ الأباريقي).

تم الحصول على 3.3uH من إنتاج سيمنس!

و22uH و 120uH من إنتاج الصين الشعبية بافتراض أن مصانع الصين الشعبية حكومية وتهتم بدقة المنتج!!

و 15.3mH و 60mH صناعة يابانية منفذ على قلب فيرايت وله غلاف خارجي من الفيرايت أيضاً.

تم تثبيت هذه الثوابت على مفتاح منتخب دوار Selector Switch بطريقة تضمن أن كلا طرفي الملف تنفصل عند الانتقال إلى ملف آخر وذلك لمنع الحث الشارد المتراكم الآتي من تسلسل ربط أطراف توصيل الملفات.

وأدرجت إلى نفس المفتاح بالإضافة إلى الملفات متسعات من المايكا المفضضة كثوابت سعوية لاستعمال القنطرة لقياس المتسعات أيضاً وهي: 5pF و 100pF و 10nF و 1uF و 47uF.

٣. إعداد المذبذب

الخطوة التالية توفير دائرة تغذية بالإشارة المتناوبة للقنطرة. وطبعاً لم يكن متوفراً بعد مولد دالة مختبري جاهز تحت اليد، لذا اقتضى الحال بناء مذبذب مما متوفر، وتفضل المذبذبات الجيبية على غيرها، إذ إن الانسيابية الدائرية للموجة الجيبية لا تؤدي إلى توليد نبضات مرتدة من الملف كما

يحدث مع الموجة المربعة عند حوافها الحادة، والنبضات المرتدة التي تتولد ستترك أثرها المزعج على المبين.

تنقسم المذبذبات الجيبية عموما إلى أنواع عديدة تجد لها تقسيمات مفصلة في المصادر. ومن بين الكثير من النماذج تم اختيار مذبذب قنطرة ڤين Wien Bridge Oscillator لمرونته العالية في تغيير التردد؛ ليولد لنا ترددين 50KHz و 20KHz وتردد ثالث يُأخذ من محولة القدرة للمذبذب 50Hz. هذه القيم تم اختيارها حسب رغبة القائم بالتنفيذ، ويمكن تغييرها وتجربة غيرها.

المذبذب الذي تم بناءه يتمحور حول المتكاملة 741 وينتقل خارج التذبذب إلى متكاملة أخرى موصلة بطريقة تابع الفولتية Voltage Follower كمصد Buffer للمانعة المتقلبة التي قد تهبط بشدة عند استعمال ملف قليل اللفات.

٤. مبين نقطة الاتزان

استعمل في النموذج الأولي مبين العين السحرية الذي تجد شرحه ومخططه على الصفحات السابقات. ولم يكن مبين الحالة الصلبة تحت اليد في حينها، ولم الانشغال في بناء مبين معقد إذا كان المبين الصمامي أسهل في بناءه وعمله مضمون.

٥. إعداد تقسيمات النسبة

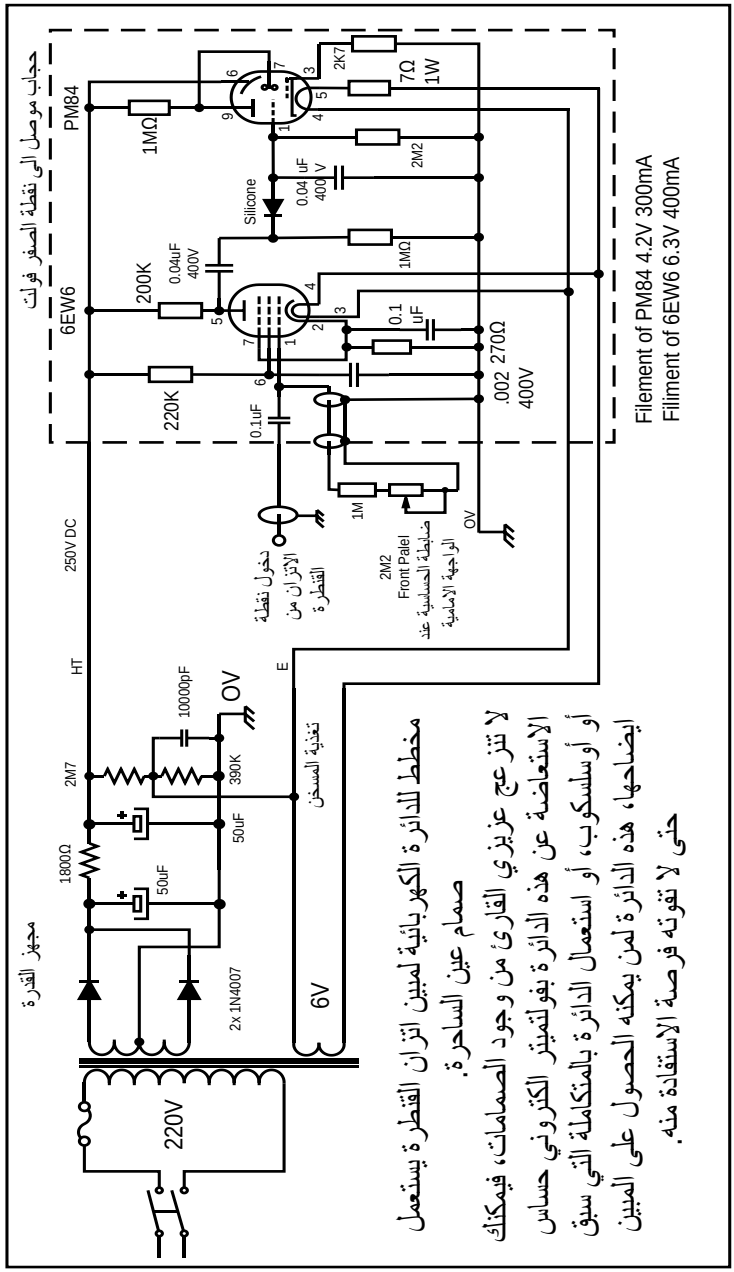
تم إجراء عملية تقسيم المقاومة المتغيرة إلى نسب اختيرت لتكون متباعدة عن بعضها بخطوات متساوية قدر الإمكان، وضَعتُ تحت المنزلقة في بادئ الأمر ورقة مقسمة إلى زوايا بالتدريج الستيني. وكنت أختار النسبة واستخرج Ra و Rb من العلاقة وأحققها عمليا على المقاومة المتغيرة باستعمال أوم ميتر رقمي وأدون قيمة الزاوية التي تقف عليها المنزلقة على ورقة منفصلة، وأعددت جدولاً بذلك. ثم وبموجب ما تم تدوينه تم تقسيم ورقة جديدة وكتابة كل نسبة بجوار التأشير الخاص بها بخط اليد وأدرجتها تحت المنزلقة.

٦. تشغيل القنطرة

تم التشغيل لمحاولة قياس متسعات معلومة؛ وكانت النتائج حسنة مع المتسعات، وتم قياس متسعات عديدة. وعند قياس متسعات واطئة القيمة مثل 10pF و 20pF كان يتم زيادة التردد ليمكن تبيان نقطة الاتزان.

وعند محاولة قياس الملفات كانت النتائج مخيبة إذ لم تتمكن القنطرة من التوازن وقياس إلا الملفات الكبيرة نسبياً مثل 10mH و 15mH. وظهر أن تدريج النسب على المنزلقة يجب أن يكون عكس ما كان مع المكثفات. يعني يجب أن تحل المقاومة Ra محل المقاومة Rb، وهذا طبيعي إذ أن ممانعة الملفات تزيد مع زيادة التردد ومع زيادة قيمة الملف، وهذا عكس ما يحدث مع المكثفات. لذا تم إنشاء تدريج مجاور عكس الأول يستعمل عند قياس الملفات والأول عند قياس المتسعات.

بقيت المشكلة الأولى عجز القنطرة عن قياس الملفات واطئة القيمة. استعملت بدل مبين العين السحرية مشهاد الإشارة (الاوسلسكوب) فظهر أن حساسيته أفضل من حساسية المبين الصمامي وباستعمال المشهاد تمكنا من قياس قيم لملفات أوطأ من السابق. لذا عقدت العزم على تحسين حساسية المبين حتى ترتقي إلى حساسية مشهاد الإشارة. تم ذلك بإضافة وحدة تضخيم للإشارات المتناوبة تتألف من الصمام الخماسي 6EW6 تتبعه وحدة تقويم للخارج من المضخم ثم مبين العين السحرية حيث يعمل صمامه الثلاثي كمضخم جهد مستمر. وفيما يلي تجد الدائرة النهائية للمبين مع مجهز القدرة.


حجاب موصل الى نقطة الصفر فولت
PM84
6EW6
1MΩ
200K
0.04uF 400V
220K
0.1uF
Silicone
0.04 uF 400 V
2M2
1MΩ
2K7
7Ω 1W
0.1 uF
.002 270Ω 400V
1M
2M2 Front Palel ضابطة الحساسية عند الواجهة الامامية
OV
دخول نقطة الاتزان من القطرة
Filement of PM84 4.2V 300mA
Filiment of 6EW6 6.3V 400mA
مجهز القدرة
220V
1800Ω
50uF
2x 1N4007
HT
250V DC
2M7
390K
10000pF
50uF
E
تغذية المسخن
6V
مخطط للدائرة الكهربائية لمبين اتزان القطرة يستعمل صمام عين الساحرة.
لا تنزعج عزيزي القارئ من وجود الصمامات، فيمكنك الاستعاضة عن هذه الدائرة بفولتميتر الكتروني حساس أو أوسلسكوب، أو استعمال الدائرة بالمتكاملة التي سبق ايضاحها، هذه الدائرة لمن يمكنه الحصول على المبين حتى لا تفوته فرصة الاستفادة منه.

وعند تنفيذها تم تثبيت قاعدة الصمام على لوح من الميلامين أو الفيرو كالمستعمل في مشاريع الطلبة للتخرج، ويتم تجميع المكونات حول القاعدة على اللوح، ثم تغليف المكونات على اللوح من الأعلى والأسفل بأغلفة معدنية من الصفيح وتوصيلها إلى نقطة الصفر فولت كحجب تمنع التداخل مع عمل المبين.

المقاومة المتغيرة 2M2 على شبكة الصمام 6EW6 للسيطرة على حساسية المضخم وتثبت إلى الواجهة الأمامية ويستعمل للتوصيل بينها وبين اللوح توصيل محجوب كالمستعمل لتوصيل المايكروفونات.

يثبت صمام المبين إلى الواجهة الأمامية ليتسنى مشاهدة شاشته الخضراء، و توصيل شبكة المبين بتوصيل محجوب. ويمكن للقائم بالتنفيذ إجراء أي تغيير يراه مناسباً ويحقق نتائج جيدة.

أصبحت حساسية المبين الآن تفي بالغرض ويمكن إقلالها عند قياس السعة من خلال ضابطة السيطرة على الحساسية. ولكن عند الاستعمال لوحظ أن القنطرة أصبحت حساسة ومرهفة وتتأثر بالضوضاء الموجودة في الأثير.

لذا تم حجب كامل اللوحة المجمع عليها القنطرة، ولأنها مجمعة على لوحة الفورميكا العازلة تم طلاء اللوحة من الخلف بطلاء موصل للتيار الكهربائي اختصاراً للجهد، وإعداد غلاف من الكارتون كالمستعمل لتغطية علب البقلاوة لتغليف المكونات في ظهر اللوحة وطلائه بالطلاء الموصل وتوصيله إلى نقطة الصفر فولت التي هي النقطة الوسطية للمنزلقة ليتم بذلك حجب كامل مكونات القنطرة.

أصبحت القنطرة الآن مريحة جداً عند التعامل معها ونقطة الاتزان تظهر بوضوح ويمكن قياس مدي واسعة من القيم؛ إلا أن الملفات الصغيرة تعاني من صعوبة القياس، مثل الملفات ذوات القيم 100uH و 10uH و 2uH ومن على شاكلتها.

٧. مشكلة الملفات الصغيرة

حقيقة لم أفهم لماذا القنطرة لا تستطيع أن تقيس الملفات صغيرة القيمة. وبقيت على هذا الحال لعدة أيام أراجع الكثير وأتحقق من كل ما تم. ثم أمعنت النظر في وصف الحث الذاتي المدرج في كتاب الفيزياء لطلبة السادس العلمي. والذي تجد مقطعاً منه على هذه الصفحة.

في الدائرة • وكلما كان تبدل التيار سريعا في دائرة تحتوي على ملف كلما كان مقدار الفولتية المحتثة في الملف اعظم •

وليكن معلوما ان التغير في التيار ـ وليس التيار نفسه ـ هو الذي تقاومه القوة الدافعة الكهربائية المحتثة • وكلما كان المعدل الزمني لتغير التيار كبيرا في دائرة كهربائية (تشتمل من جملة اجزائها على ملف) كلما كانت القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف ـ والتي تعاكس التغير في التيار كبيرة ايضا •

ان خاصية الملف التي تتسبب في توليد (ق د ك) محتثة مضادة فيه عند تغير التيار المار به تدعى بالحث الذاتي • والحث الذاتي (حث) لملف نسبة بين الـ ق د ك المحتثة فيه وبين المعدل الزمني لتغير التيار في الملف •

اما وحدة الحث الذاتي في نظام المتر كغم ثانية فهي الهنري ، وهي نفس الوحدة المستعملة في الحث المتبادل •

ويكون الحث الذاتي لملف ؛ هنري واحد متى تولدت في الملف (ق د ك) محتثة مقدارها فولت واحد عندما يتغير التيار في الدائرة بمعدل امبير واحد في الثانية • اي ان :

$$\text{حث} = - \frac{\text{ف}}{\Delta\text{ت} \setminus \Delta\text{ن}}$$

ما أن قرأته حتى تبادر إلى ذهني أن مولد الإشارة المتناوبة المرفق إلى القنطرة ليس بإمكانه تجهيز تيار متغير يكفي لنمو ممانعة الملف تحت القياس حتى تصبح أهلاً للمقارنة مع ملف الثابت. لذا يجب تطوير مولد الإشارة المتناوبة حتى يتمكن من تجهيز التيار اللازم أو القدرة اللازمة إلى ممانعات القنطرة. وتم ذلك برفع المرحلة الأخيرة لمولد الذبذبة التي تتألف كما أسلفنا من مضخم عمليات

741 موصل بطريقة تابع الفولتية Voltage follower بكسب الوحدة ليحقق توفيق لممانعة الخروج، ووضع محله مضخم قدرة يحقق قدرة خروج تقرب من 3W بحساسية دخول نحو 0.6V.

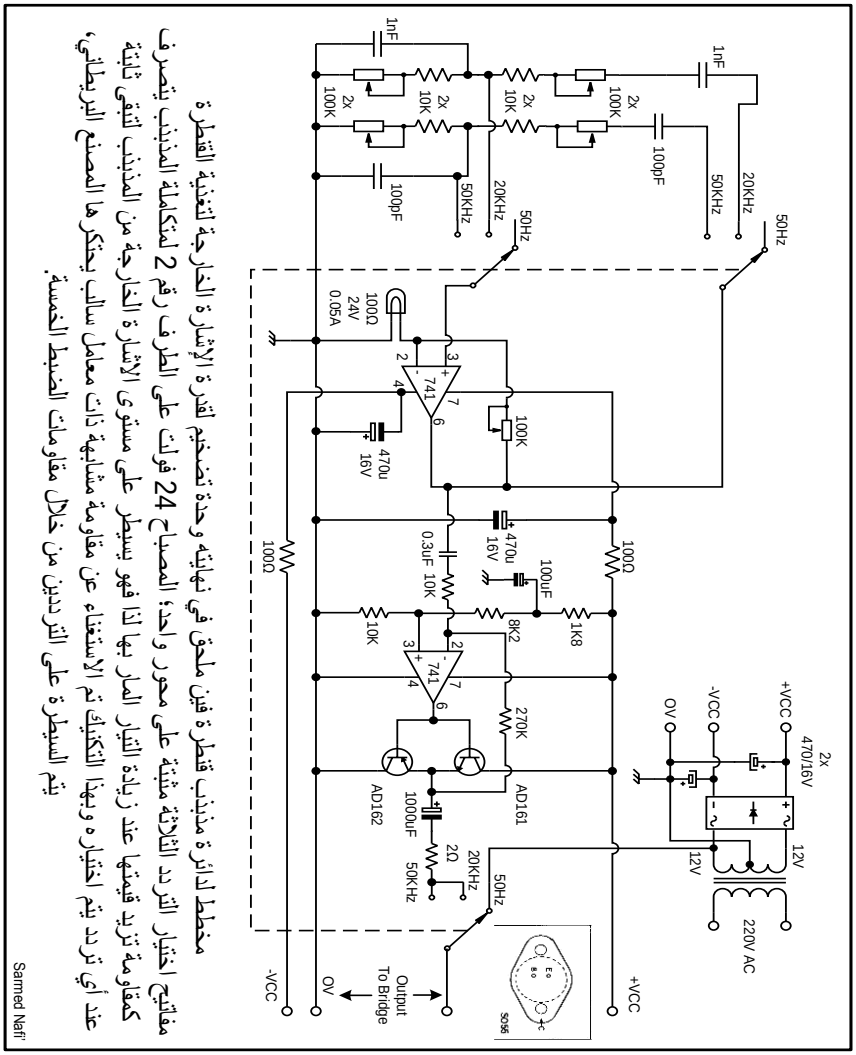
بعد هذا التطوير تم تجربة القنطرة وكانت النتائج كما نبتغي، أصبح بالإمكان قياس أصغر الملفات حتى إن نقاط توصيل الملف الخارجة من القنطرة تم توصيلها بدورة قصيرة لمعرفة الحث الشارد للقنطرة وتم بالفعل قياس الحث الشارد وكان يساوي 0.13uH ويتم طرحه من الملفات واطئة القيمة للحصول على أجود دقة.

عند قياس ملف ما باستعمال كافة الثوابت الحثية المرفقة مع هذه القنطرة نلاحظ فروق طفيفة بين نتائج القياس مع كل ثابت، هذه الفروق آتية من الخطأ الطبيعي في قيمة الملفات الثابتة وهي ليست ذات تأثير يذكر ولا تصل حتى إلى 10%. وعندما تتوفر في الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية محاثات عيارية سنتمكن حينئذ من ضبط دقة هذه القنطرة إلى أقصى ما نستطيع. ومع ذلك فقد تم التحقق من دقتها من خلال قياس تردد الرنين للملفات التي تم قياس أقيامها.

يحتاج من يبني هذه القنطرة فترة من الزمن حتى يتآلف معها ليلم بكافة جوانبها وطبيعتها. أميز ما فيها أنها مكنتنا من فك تصاميم أجهزة الكترونية طبية مهمة مثل جهاز الإصغاء إلى نبضات قلب الجنين بالموجات فوق السمعية. ولم يكن بالإمكان معرفة حث الملفات المستعملة بأي وسيلة قياس فقد كانت وحدة التردد العالي للجهاز مختومة بمادة شفافة لم يتاح كسرها دون تلف الجهاز. والملفات المستعملة موضوعة داخل حجاب معدني وفي داخله توجد متسعة متصلة مع الملف على التوازي ولو استعملنا أي جهاز آخر لقياس حث الملف بعد فصل اتصاله عن الدائرة من أسفل اللوحة المطبوعة لفشلنا في ذلك، إلا هذه القنطرة، فقد أثبتت أن بإمكانها قياس حث الملفات رغم توصيل متسعة على التوازي مع الملف وهو ما يستعمل في ملفات التنغيم عادةً مثل محولات تنغيم التردد البيني.

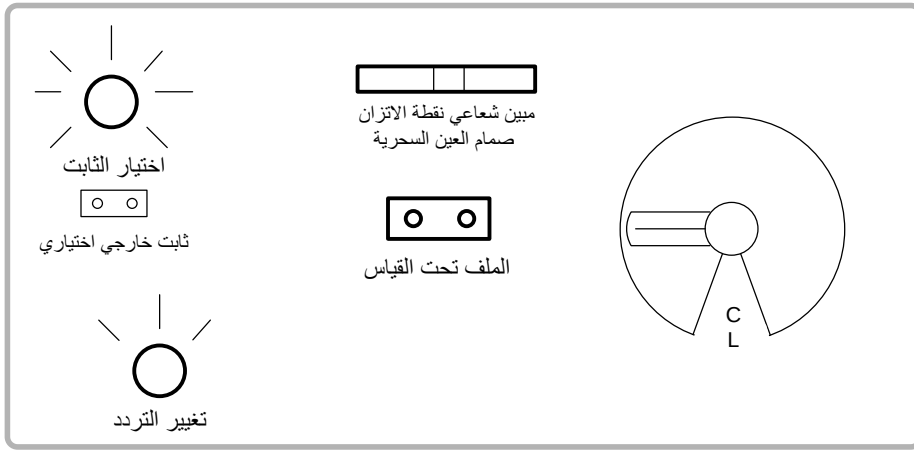
وقد استُعمِلَت هذه القنطرة في كثير من التحويرات على أجهزة الاستقبال الراديوي وغيرها وكانت دائماً مفيدة.

أسوأ ما فيها أنها تحتاج إلى عمل كثير لإتمامها، ولكنها تستحق كل هذا العناء. المخطط التالي يمثل الدائرة النهائية لوحدة تغذية التيار المتردد للقنطرة بعد إضافة قسم لتضخيم القدرة.

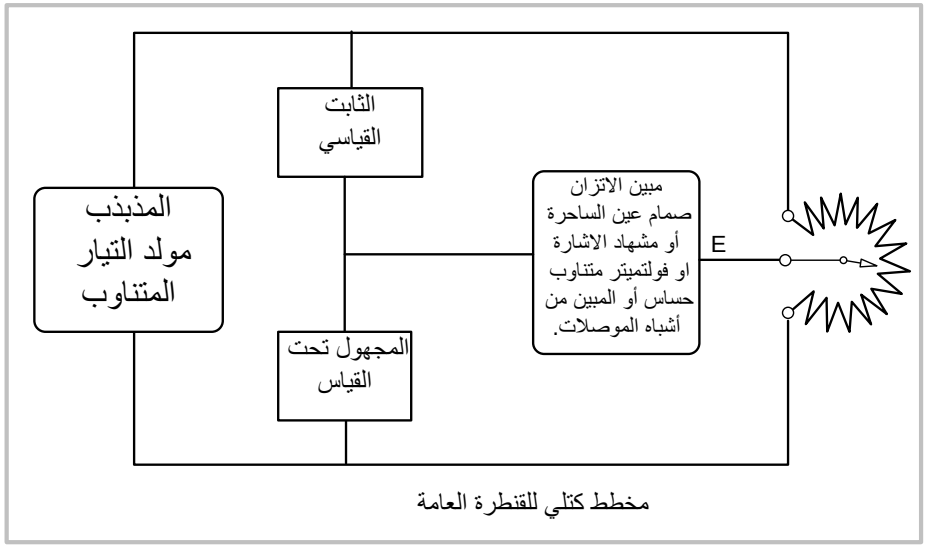


يفضل في المخطط أعلاه أن تكون ترانسزتورات القدرة المستعملة من نوع الأزواج المتوافقة Matched Pairs ولها كسب تيار عالي. وعند عدم توفر الترانسزتورات في المخطط كما هو

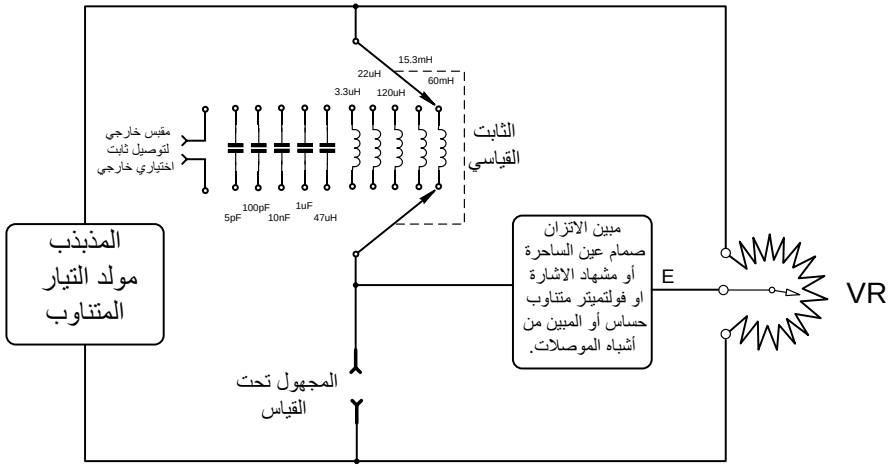
متوقع يمكن تجربة أي نوع متوفر حتى نحصل على نتيجة مرضية وتتمثل بمقدرة المذبذب على إنارة مصباح بطارية صغير.



الواجهة الامامية لجهاز القنطرة العامة



مخطط كتلي للقنطرة العامة



مخطط تفصيلي للقنطرة العامة

صورة فوتوغرافية للقنطرة العامة وتلاحظ تدريج النسب للمقاومة المتغيرة VR إلى اليمين، والقنطرة عموماً إلى اليسار، النموذج الذي تراه قد أضفت إليه قنطرة للتيار المستمر بقصد قياس المقاومات صغيرة القيمة ولكن ظهر لاحقاً أن لا فائدة عملية منها. الوضع المستعرض للنموذج ليس حسناً إذ يكون عرضة لتجمع الغبار ويفضل أن يبنى بواجهة أمامية ذات وضع عمودي. تلاحظ مبين نقطة الاتزان وإلى جانبه ضابطة الحساسية.

مقياس تماثلي لقياس السعة

بسيط وصغير ويقرأ السعة بشكل مباشر

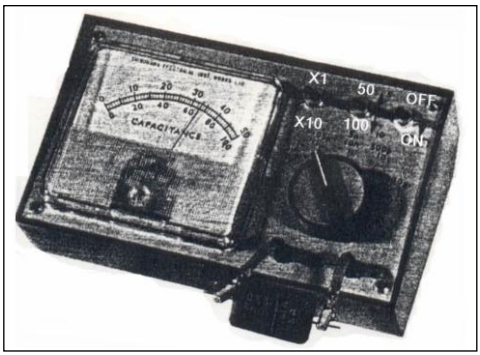
Direct reading Capacitance meter

A.WILLCOX

مترجم عن Television May 1976

كثير من الناس يضع مقياس السعة كآخر مطلب من متطلبات الورشة، ولكن ما أن يتوفر مقياس السعة حتى نفاجأ كيف أصبح هذا الجهاز أساسي ولا يستغنى عنه.

وإني أتعجب كم من المهندسين بحث عن أعطال دائرة قاعدة الزمن كما حدث معي، وانتهى الأمر بتبديل نصف (درزن) من المتسعات القديمة بأخرى حديثة، فقط تجنباً لاحتمال أن تلك المكثفات التي يقرأ مقياس المقاومة أنها صالحة قد تكون ذات سعة قليلة.



ويتفاقم الحال مع مكثفات البولستيرين (وهي تستعمل بشكل واسع في قسم مذبذب الخط Line Oscillator في التلفزيون ودوائر التردد المرجعي Reference Oscillator). وغالباً ما تكون منفصلة من الداخل كدائرة مفتوحة ولا يظهر هذا في مقياس المقاومة. أضف إليها المتسعات التي تصادفنا وهي ذات تأشير غير واضح للقيمة المثبتة عليها أو هي قد محيت أصلاً، وبذا تتزايد الحاجة إلى مقياس للسعة.

مقياس السعة هذا ممكن أن يستفاد منه مركبي هوائي التلفزيون، ما أن تعرف السعة الداخلية لكل وحدة طول لسلك الهوائي (عمليا 56pF لكل متر)، عندها يمكن معرفة طول السلك المتروك على البكرة دون الحاجة إلى فتحها وقياسه، وذلك من قياس سعته الداخلية. وإذا صادف أن حدث قطع داخلي لسلك هوائي التلفزيون من الداخل ولا ندري أين حدث القطع فيمكن عندئذ قياس السعة من أحد الأطراف وتحديد المسافة التي حدث عندها القطع.

مقياس السعة ذو القراءة المباشرة الذي سنشرحه هنا يستعمل دائرة بسيطة ترتكز إلى المتكاملة 555 والمتوفرة بشكل واسع وبسعر معتدل. سعات من 1 أو 2pF لغاية 10uF يمكن قياسها. وللحصول على بيان جيد لكافة القيم الوسطية أستعمل خمسة نطاقات للقياس، بالإضافة إلى مفتاح يضرب القراءة ×10 يمكن عندها قياس لغاية 10uF.

نطاقات القياس الخمسة تعطي أقصى انحراف للمؤشر وكما يلي 1uF و 0.1uF و 10nF و 1nF و 100pF.

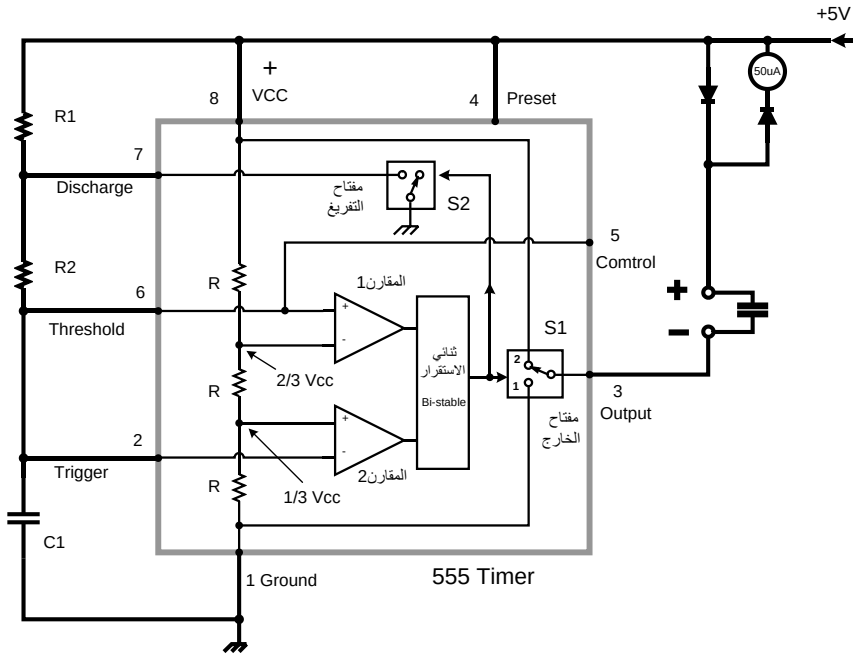
مفتاح ÷2 لتحويل هذه النطاقات الخمسة إلى 0.5uF و 0.05uF و 5nF و 500pF ويلاحظ أن مفتاح ÷2 لا يعمل بشكل دقيق مع المدى 100pF لأقصى انحراف، ولكن يمكن استعماله بدون خطأ لسهولة قراءة أعداد قليلة من البيكو فراد.

الفولتية المسلطة على المتسعة تحت الفحص فولتية غير اتجاهية وهي بحدود 4.5V كأقصى قيمة وهذا يعني أن المتسعات القطبية مثل متسعات التانتاليوم والمتسعات الألكتروليتية يمكن قياسها، وكذلك السعة المتكونة على جانبي أشباه الموصلات Semiconductor junctions. وعملياً القياس المفيد هو سعة الجامع Collector إلى القاعدة Base في الترانسزتورات، وهذه السعة تعطي بيان لأقصى تردد يمكن أن يعمل به الترانسزتور كمكبر.

ومثال على ذلك الترانسزتور AC187 يمتلك f_T تبلغ 5MHz وسعة الجامع–القاعدة له تبلغ 150pF، بينما الترانسزتور BC108 يمتلك f_T حوالي 300MHz وسعة الوصلة تبلغ 3pF

المقياس meter المستعمل في الجهاز يقرأ تيار تفريغ المتسعة فقط، لذا فان المتسعات ذات الدورة القصيرة و وصلات أشباه الموصلات ذات الاتجاه الأمامي لا تتسبب في انحراف مؤشر المقياس.

التيار الكلي الذي يستهلكه المقياس أقل من 3mA، وبذلك يتحقق عمر بطارية طويل– بافتراض أن المستخدم سوف لن ينسى إطفاء جهاز القياس عند عدم الاستخدام. مفتاح أضغط لتقرأ Push to read تم التفكير به بدل المفتاح التقليدي ON/OFF ولكن استبعدنا هذه الفكرة،



الشكل1 الدائرة الاساسية لمقياس المتسعة، توضح المتكاملة المؤقت 555 موصلة بطريقة مذبذب ثنائي الاستقرار متعدد التوافقيات. وللتبسيط الترانسزتور الذي يعمل كمفتاح قد تم بيانه كمفتاح تقليدي.

بافتراض أننا نريد أن نقرأ قيم سعة على فترة من الزمن، وربما لمراقبة تأثير الحرارة على متسعة بعد تسخينها.

الدائرة The circuit

الدائرة الأساسية تلاحظ في الشكل١ ويلاحظ فيها الأجزاء الداخلية للمتكاملة 555، ووضعت مفاتيح تقليدية في بعض الأماكن لتوضيح العمل بشكل لا يقبل اللبس.

بداية وعند تجهيز القدرة تشحن المتسعة C1 خلال R2+R1 حتى يبلغ جهدها ثلثي 2/3 جهد المصدر. في هذه النقطة المقارن١ يوفر خروج يغير حالة ثنائي الاستقرار Bi-Stable، ويتبعه في التغيير حالة المفاتيح S1 و S2. عندما يكون المفتاح S2 مغلق تيار الشحن إلى C1 يمرر إلى الأرض

Ground، ويتوفر ممر لتفريغ المتسعة من خلال R2. عند تفريغ المتسعة C1 إلى 1/3 ثلث جهد المصدر Vcc المقارن٢ يعطي خارج إلى ثنائي الاستقرار والذي يعيد حالة المفاتيح S1 و S2 إلى وضعها الأصلي وهكذا تستمر الدورة.

النقطة التي نركز عليها هنا هي أن مفتاح الخارج S1 يوصل طرف واحد من المتسعة تحت القياس Cx بشكل متناوب بين أحد خطي المصدر، بمعدل يعتمد على قيم كل من المكونات R1 و R2 و C1. عندما يكون المفتاح على الوضع 1 فان المتسعة C1 تشحن باطراد من خلال D1 إلى جهد المصدر، وعندما يعود المفتاح إلى الوضع 2، Cx تفرغ ببطء نسبي خلال D2 والمقاومة الداخلية لحركة المقياس Rm والتي تساوي عملياً 2KΩ. المقياس يستجيب لمعدل القيمة Average Value لتيار التفريغ والذي يوضح مفصلاً في الشكل٢(d).

حيث يلاحظ (أنظر الملحق) طالما الفترة بين التفريغات (T) طويلة مقارنة مع ثابت الزمن Cx.Rm عندها

$$I_{a\,\mathrm{varage}} = \frac{V.Cx}{0.7(R1+2R2)C1} \quad \text{.....(1)}$$

حيث V هي الفولتية التي ستبلغها المتسعة بعد تفريغ شحنتها. وإذا تفحصت العلاقة أعلاه ستجد أن معدل التيار سيتبع مباشرة قيمة المتسعة المجهولة Cx (ويعطينا علاقة خطية بين قيمة السعة وحركة المؤشر)، وعكسياً مع قيمة R1+R2. وبكلمات أخرى نقول إذا قللنا R1+R2 بعامل تقليل يبلغ 10، فإن قيمة Cx المطلوبة لتعطي نفس انحراف المؤشر ستقل بعامل مقداره 10 أيضاً. هذا هو أساس عمل مفتاح النطاقات (المديات) الموجود في الدائرة الكاملة التي تجد مخططها في الشكل٣. لنأخذ مثال حقيقي: عندما يكون المفتاح موضوع على المدى الذي يمكننا من قراءة 0-0.1uF، R1=820KΩ و R2=100KΩ. C1 ثابتة عند القيمة 0.01uF الفولتية المؤثرة التي تجعل Cx مشحونة هي أقل من فولتية المصدر VCC بسبب انحدار الجهد عبر الثنائيات ومفتاح الخروج للمتكاملة، وهي بحدود 4.5V، الآن ندرج هذه القيم في المعادلة (1) لنحصل على :

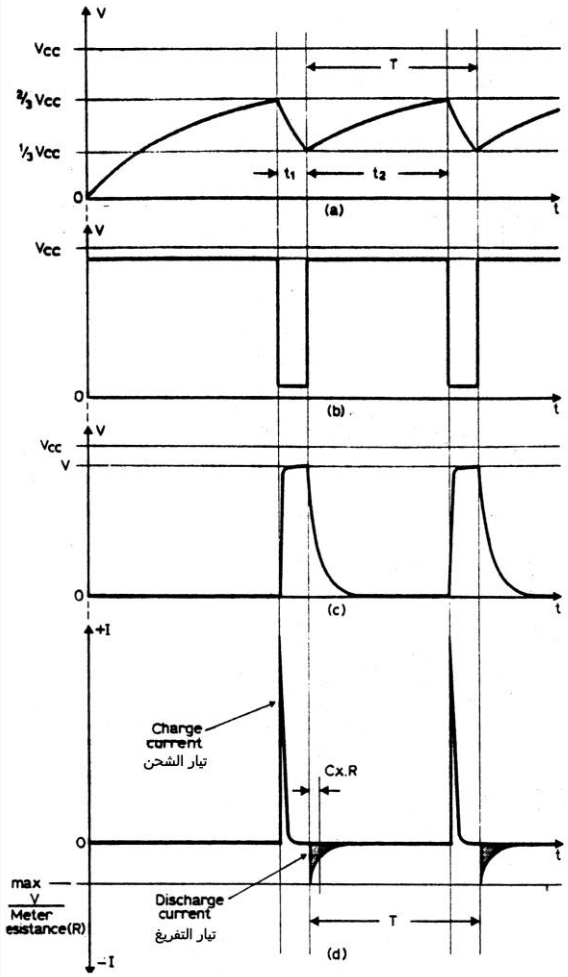
$$I_{AVE} = \frac{4.5 \times Cx}{0.7 \times 10^{6} \times 0.01 \times 10^{-6}} = 642 \times Cx$$

(ملاحظة: 82KΩ+(100KΩ×2)= 1000 000 أوم تقريباً)

الآن عندما تعطى قيمة Cx بالمايكرو فراد يكون الجواب بالمايكرو أمبير، وهكذا إذا كان 0.1uF=Cx، سيكون تيار المقياس 642×0.1=64.2uA؛ يتعين على هذا التيار أن يكون أكثر من 50uA التي يحتاجها المقياس meter لتمام انحرافه، وعلى هذا كل ما نحتاجه لإتمام المعايرة والضبط هو إقلال هذا التيار قليلاً. لذا فقد حدث أن ظهر الرقم 0.7 في المعادلة رقم (1) بسبب أن المتسعة C1 تشحن وتفرغ ما بين 1/3 Vcc و 2/3 Vcc (لاحظ الملحق)، وإذا كان أياً من أو كلاً من هذه الفولتيات قد تبدل عندها لا يتم إضافة العامل 0.7.

وإذا زيدت حدود الشحن والتفريغ هذه يتعين زيادة هذا العامل أيضاً حيث يقلل القيمة الكلية للمعادلة. وهذا الإجراء متاح لنا بسبب أن الطرف 5 للمتكاملة موصل داخلياً إلى مقسم الجهد الداخلي والذي نحصل منه على نقاط 1/3 Vcc و 2/3 Vcc. عند توصيل الطرف 5 إلى Vcc من خلال مقاومة نصف متغيرة حيث يمكن إقلال تيار المؤشر meter، وتتم معايرة جهاز القياس.

إذا كانت المقاومات على مفتاح النطاقات (المدَيَات) تختلف في القيمة بعضها عن بعض بنسبة ثابتة لكل خطوة، عندها سنحتاج إلى إجراء التعيير على مدى واحد فقط. وهذا مهم لأنه يعني أننا سنحتاج متسعة واحدة ذات نسبة خطأ قليلة لمعايرة جهاز القياس ككل. بالرجوع إلى الشكل٣ سنرى أن المقاومة R2 قد حذفت عند نهاية التردد العالي لمفتاح نطاقات القياس، والمقاومة R2d هي أقل مما متوقع. سبب هذا هو تأثير مقاومة ترانسزتور المفتاح عند الطرف 7 مقارنة مع القيمة المطلوبة لـ R2 عند هذا المدى.



الشكل٢ (a) **الفولتية عبر** C1 **من بداية التشغيل.** (b) **الفولتية الخارجة من المتكاملة عند الطرف**3. (c) **الفولتية عبر المتسعة تحت الفحص** Cx. (d) **التيار خلال** Cx. **المساحة المظللة لمنحنى التيار هي التي يقيسها المقياس** meter.

عندما تكون مقاومة تقسيم مدى القياس على أثنين ÷2 (VR2) مدرجة ضمن الدائرة، ستكون الفولتية على مقسم الجهد الداخلي منخفضة إلى النقطة التي ترفع تردد التذبذب إلى الضعف. تحت هذه الظروف تفرغ المتسعة تحت القياس شحنتها مرتين بدل مرة واحدة، وهذا يؤدي إلى أن نصف السعة تؤدي إلى نفس الانحراف.

تعمل دائرة الضرب في 10 (X10) من خلال تمرير تسع أعشار تيار تفريغ المتسعةCx حول مؤشر المقياس، لذا سيزداد مقدار السعة التي تحقق كامل انحراف المؤشر بمقدار عشر مرات. وبسبب انخفاض تردد المذبذب عند المدى الواطئ 1uF سنلاحظ اضطراب في حركة المؤشر لذا فان المفتاح X10 سيضيف ميزة

وهي إدراج مكثف تنعيم لحركة المؤشر.

لضمان استمرار دقة القياس مع قدم البطارية يمكن استعمال مجهز قدرة منضبط الجهد وبسيط؛ بالرجوع إلى المعادلة (1) سنرى أن التيار خلال المؤشر يتبع الفولتية التي شحنت المكثف تحت القياس Cx.

المكونات Components

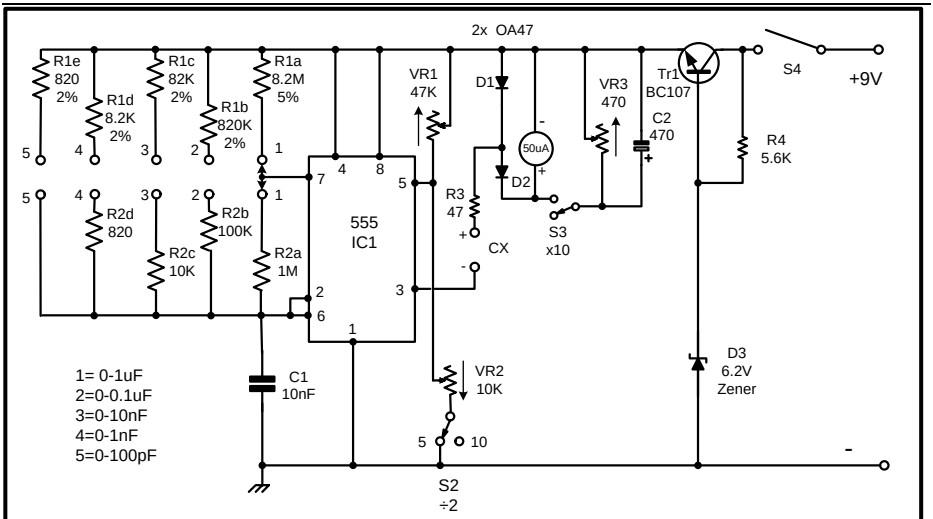
بالنسبة للمقياس meter أي مؤشر يمتلك تيار أقصى انحراف بمقدار 50uA، ولكن يجب الانتباه إلى أبعاد المؤشر أن لا تتجاوز أبعاد الحاوية Case التي نروم بناء جهاز القياس داخلها.

يتعين استعمال مكونات ذات نسبة خطأ قليلة خاصة للمقاومات R1a-R1e وذلك لأن دقتها النسبية تحدد نسبة الخطأ من مدى إلى آخر.

ويشترط في المقاومة R2a إلى R2d أن تكون ذات دقة عالية أو نسبة خطأ قليلة، ذلك لأن قيمتها تحدد 25% من فقط من زمن دورة المذبذب.

بسبب أن التعيير الأولي قد تم بواسطة VR1 فان نسبة خطأ C1 لا تعتبر مهمة، لكن مع ذلك يتعين أن تكون ذو نوعية جيدة مثل المايكا المفضضة Silvered Mica أو البولستيرين Polystyrene.

ثنائيات النقطة الذهبية Gold Bonded diodes OA47 الموصوفة كمقومات Rectifiers للمؤشر تستعمل إذا أردنا الحصول على أمثل النتائج.



الشكل3 الدائرة الكاملة لمقياس السعة التماثلي. السهم بجوار المقاومات النصف متغيرة يبين اتجاه الحركة عند التدوير باتجاه عقرب الساعة.

التعيير Calibration

إذا كان المؤشر المستعمل يحتوي على تدريج واحد يكون من الضروري رفع الغطاء الزجاجي وإضافة تدريج آخر وذلك لتجنب استخلاص القيم بضربها أو بقسمتها على ٢ عند استعمال مفتاح ÷2 .

المؤشر المشار إليه في قائمة المكونات من النوع الذي يسهل فك واجهته الأمامية الشفافة، ارفع المسمارين المحويين التي تحمل التدريج لرسم تدريج آخر وكما ترى في الصورة. وعند إعادة الغطاء يجب الاعتناء لإعادة تجميع آلية التصفير مع السن القابل للتدوير على الغلاف.

وعند قراءة المؤشر ومنعاً للالتباس نضع تدريج المؤشر الأعلى وتدريج المؤشر الأسفل يتفق مع وضع المفتاح ÷2 إذا كان للأعلى أو للأسفل.

قبل تشغيل جهاز القياس توضع المقاومات النصف متغيرة على أدنى قيمة لها (عكس اتجاه عقرب الساعة). يمكن معايرة جهاز القياس من خلال أي مدى نرغب ولكن عند (المديات) الواطئة يفضل استعمال مكثفات ذات نسبة خطأ قليلة جداً. بافتراض إننا استعملنا متسعة ذات

قيمة 1000pF ونسبة خطأ 1%، توصل إلى أطراف جهاز القياس، ويوضع مفتاح (المديات) على المدى 1nF/500pF مفتاح ÷2 يوضع إلى الأسفل (خارج الدائرة) ويتم تشغيل جهاز القياس.

يتم الآن تقديم المقاومة المتغيرة VR1 إلى أن يقرأ المقياس أقصى انحراف. ولغرض ضبط دائرة ÷2 يتم وضع مفتاح نطاقات القياس على الوضع 10n/5n، ثم يتم تشغيل مفتاح ÷2 بوضعه إلى الأعلى. يتم تقديم VR2 إلى أن يقرأ المؤشر 50-0 .

وبالمثل إذا توفر مكثف ذو قيمة 500pF يمكن توصيله وضبط المقاومة المتغيرة ÷2 لتعطي أقصى انحراف للمؤشر على المدى 1n/500pF .

مفتاح ×10 يستخدم فقط مع نطاقات القياس 1/0.5uF و 0.1/0.05 ويتم ضبط المقاومة النصف متغيرة الخاصة بالمفتاح ×10 على هذه النطاقات لاعتبارات تردد المذبذب الواطئ. ولا يشترط في هذه العملية استعمال متسعات ذات نسبة خطأ قليلة، وعموماً متسعة بحدود 0.47uF تعتبر مناسبة للمدى نفسه ومدى ÷2 ليقرأ 0-0.05uF. المفتاح ×10 يتم تشغيله ويوضع مفتاح المدى ليقرأ 0-0.05uF؛ VR3 يتم الآن تقديمها لتحقق نفس الانحراف كالذي حصلنا عليه من قبل.

تمت الآن عملية التعيير وجهاز القياس جاهز للاستعمال.

الاستعمال Using the Instrument

كما أوضحنا سابقاً، مؤشر المقياس سيعاني من الاهتزاز على نطاقات القياس 1uF و 0.5uF؛ وللتغلب على هذه الحالة المدى 0.1/0.05uF يمكن استعماله مع المفتاح ×10 لأداء هذه الوظيفة بشكل اعتيادي ليصبح المدى 1/0.05uF؛ وكذلك مدى القياس الأعلى سيستعمل مع المفتاح×10 ليقرأ 5 أو 10uF كأعلى قيمة قياس تناظر أعظم انحراف .f.s.d.

وبهذه الطريقة تتم الفائدة القصوى من عملية التنعيم الإضافية عند تشغيل المفتاح ×10.

المتسعات ذات الدورة القصيرة ستعطي قراءة صفر بينما المتسعات التي تعاني من تسريب بين ألواحها ستقرأ سعة قليلة.

وصلات أشباه الموصلات ستقرأ سعتها عند 4.5V عندما تكون في وضع الانحياز العكسي، وتقرأ صفر عندما تكون منحازة إلى الأمام. وكمثال، الثنائي BA102 من نوع Varicap المستعمل في دوائر المذبذبات يمكن فحصه لتكون قيمته بحدود 40pF.

الأمان Safety

يفترض بنا تجنيب المقياس من أن يتعرض للتحميل الزائد، والسبب الوحيد الذي يجعل المقياس يتعرض للتحميل الزائد عندما توصل متسعة ذات سعة مرتفعة ومفتاح النطاقات على وضع سعة منخفضة. لهذا السبب يكون من المنطقي وضع مفتاح نطاقات القياس على أعلى مدى قياس دائماً، وعند إجراء القياس يتم تدوير المفتاح حتى نحصل على الانحراف المناسب.

الملحق APPENDIX

الزمن مابين التفريغ المتتالي للـ C2 الشكل٢(d). تساوي t1+t2 الشكل٢ (a).

لإيجاد t1

الآن t1 هي الزمن الذي تستغرقه C1 لتفرغ شحنتها من 2/3Vcc إلى 1/3Vcc. أي لتفقد نصف فولتيتها. هبوط الفولتية يستخرج من العلاقة

$$Vt = Vo.e^{-t/C1R2}$$

حيث Vt= الفولتية عبر C1 بعد الفترة الفاصلة t و Vo هي الفولتية الابتدائية. وهذه يمكن كتابتها:

$$Vo/Vt = e^{t/C1R2}$$

أو

$$\log_e \frac{Vo}{Vt} = t/C1R2$$

والتي منها

$$t = C1R1\log_e Vo/V2$$

الآن Vo/Vt في هذه الحالة تكون $\frac{2}{3}Vcc / \frac{1}{3}Vcc = 2$

وكذلك

$$t1 = C1R2\log_e 2 = 0.6931C1R2$$

تقريباً $\approx 0.7C1R2$

لإيجاد t2

تماماً كما الزمن الذي تستغرقه متسعة لتفقد نصف شحنتها ويكون 0.7×ثابت الزمن، كذلك الزمن الذي تستغرقه متسعة لتشحن إلى نصف المسافة بين القيمة الابتدائية والنهائية يكون 0.7×RC. بالرجوع إلى الشكل٢ (a) ستلاحظ أن ذلك يتمثل بالفترة الفاصلة t2. C1 تشحن من قيمتها الابتدائية 1/3Vcc إلى قيمتها النهائية Vcc، ستعلق الشحنة في منتصف المسافة عند النقطة 2/3Vcc. في هذه الحالة وعلى أية حال C1تشحن من خلال R1 و R2 على التوالي وكذلك

$$t2 = 0.7(R1 + R2)C1$$

زمن الدورة الكلي

$$T = t1 + t2 = 0.7C1R2 + 0.7(R1 + R2)C1$$

$$= 0.7(R1 + 2R2)C1$$

عودة الآن إلى معدل تيار التفريغ للمتسعة Cx،هو المساحة أسفل المنحنى (المظللة في الشكل٢d).

إذا كانت R=مقاومة التفريغ المتأتية من مقاومة المؤشر و nCxR=T إذن

$$I_{ave} = \frac{1}{nCxR}\int_0^{nCxR} I_{\max}.e^{-t/CxR}dt$$

أو

$$I_{ave} = \frac{K.\mathrm{Im}ax}{n}\int_0^{n/K} e^{-kt}dt$$

حيث $K = \frac{1}{CxR}$

$$I_{ave} = \frac{K.I_{\max}}{n}\left[-\frac{e^{-Kt}}{K}\right]_0^{n/K}$$

$$= \frac{K.I_{\max}}{n}\left(\frac{-e^{-n}+e^{o}}{K}\right)$$

$$= \frac{I_{\max}}{n}\left(1-\frac{1}{en}\right)$$

إذا كانت T كبيرة مقارنة مع CxR، فإن $\frac{1}{e^n}$ ستصبح صغيرة إلى درجة يمكن إهمالها لنحصل على

$$I_{ave} = \frac{I_{\max}}{n}$$

الآن $\frac{V}{R} = I_{\max}$ حيث V هي فولتية الشحن التي تبلغها Cx

$$I_{ave} = \frac{V}{Rn} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

بما أن $T = nCxR = 0.7(R1+2R2)C1$

وعليه

$$n = \frac{0.7(R1+2R2)C1}{Cx.R}$$

بتعويض هذه القيمة لـ n في العلاقة رقم (1) نحصل على

$$I_{ave} = \frac{V.Cx}{0.7(R1+2R2)C1}$$

انتهى الملحق

قائمة المكونات

المتسعات:

C1 10pF Polystyrene or silver mica
C2 470uF 16V electrolytic

المقاومات:

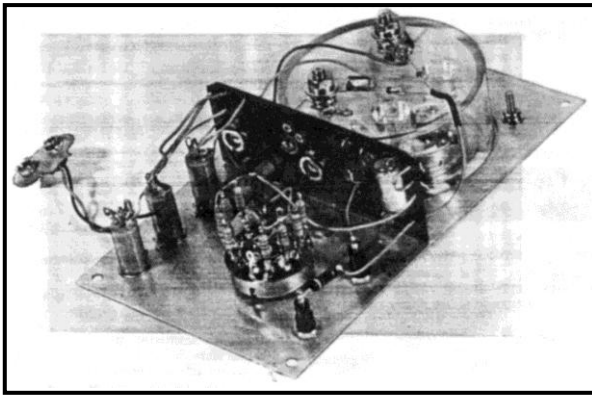
R1a 8.2MΩ 5% Hystab
R1b 820KΩ 2% Oxide
R1c 82K 2% Oxide
R1d 8.2KΩ 2% Oxide
R1e 820Ω 2% Oxide
R2a 1MΩ 5%
R2b 100KΩ 5%
R2c 10KΩ 5%
R2d 820Ω 5%
R3 470Ω 5%
R4 5.6KΩ 5%

المقاومات النصف متغيرة

VR1 47KΩ VR2 10KΩ VR3 470Ω

أشباه الموصلات

D1,D2 OA47 gold bonded germanium
D3 BZY88 C6V2 400mW 6.2 Zener
Tr1 BC107 Or Silicon npn
IC1 555 timer



منظر داخلي للنموذج الأولي الذي بناه صاحب المقال. المقاومات الخاصة بنطاقات القياس R1-R2 مثبتة مباشرة على مفتاح التحويل. لوح تجميع المكونات مثبت باستعمال ألواح زاوية معدنية صغيرة وهذه بدورها مثبتة إلى الواجهة الأمامية من خلال صواميل المؤشر

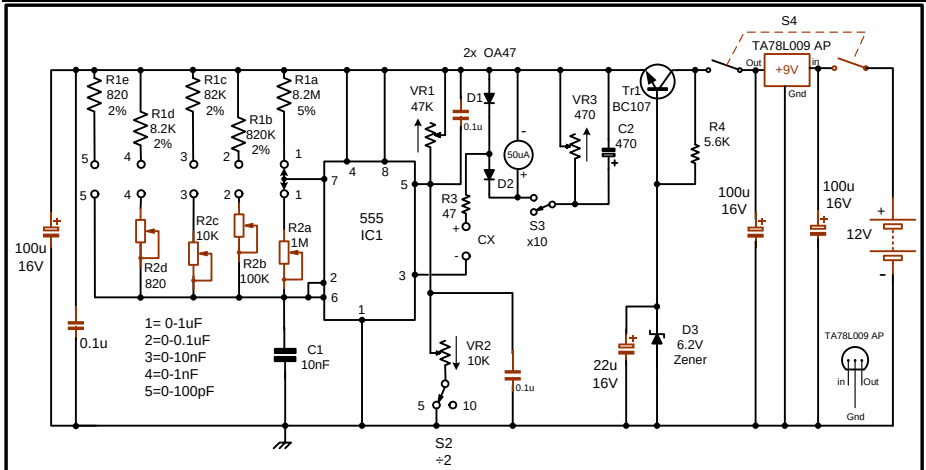
وجاء دور التنفيذ على أرض الواقع، تم تنفيذ المشروع أعلاه وتشغيله، و معايرته كما ورد في الشرح. إلا أن حال سوق البطاريات .9V في سنين الحصار كان سيئاً، إذ أن معظمها ترد إلى البلد بعد فترة من الخزن قد أدت إلى عجز هذه البطاريات عن توفير الفولتية اللازمة وبالنتيجة لا يمكن سحب أكثر من بضع ملي أمبيرات لا تخدم لأكثر من يومين أو ثلاثة.

وهبوط جهد البطارية يؤدي إلى قراءات خاطئة من المقياس. لذا اتجه التفكير إلى استخدام منظم جهد Voltage regulator يجهزنا بـ .9V ويتغذى من .12V تجهز له من ثمانية بطاريات صغيرة (باتري قلم) ذات 1.5V. وتمت العملية بإرفاق حاملة بطاريات من المواد الاحتياطية (لمسجلات سانيو النقالة) الموجودة في السوق. وبذلك انتهت مشكلة البطارية، ويكفي أن نتحقق من البطاريات الثمانية ذات 1.5V بأن لها المقدرة على إنارة مصباح صغير لنظمن أنها ستعمل في المقياس لفترة طويلة.

المشكلة الثانية التي ظهرت وأثناء استعمال المقياس وإجراء القياسات. حدث وبشكل مفاجئ حالة من عدم الاستقرار Instability ظهرت على شكل قفزات طويلة أو قصيرة لمؤشر المقياس وعند تحري السبب ظهر إنها زيادة مفاجئة في تردد القياس غير محكومة بنطاق من النطاقات المتوفرة وهي حالة عدم استقرار صريحة، ويفترض فيها أن لا تحدث، وربما كان مصنع المتكاملة المستعملة هو الذي أدى إلى ظهورها أو أسباب أخرى. تمت معالجتها بوضع متسعات بين الطرف رقم 5 وخط Vcc و Gnd يعني متسعتين لهذا الغرض بقيمة 0.1uF لكل منهما وتجدهما واضحة في مخطط التحوير.

هذه المعالجة أوقفت عدم الاستقرار تماماً ولكن أدت إلى ظهور انحرافات غير ملحوظة في القيم المقاسة، هي غير ملحوظة نعم ولكن كيف نتركها بدون معالجة!!

تم معالجتها برفع المقاومات الثابتة لل R2 ووضع محلها مقاومات ضبط يمكن تغييرها وبذا تم ضبط قراءات المقياس إلى أقصى دقة ممكنة.



مخطط لمقياس السعة التماثلي بعد إجراء التعديل الذي ظهرت الحاجة له عند تنفيذ المخطط الذي وصفه صاحب المقال، المواد التي أضيفت تم رسمها باللون الأحمر لعلها تظهر بعد الطباعة بتدريج رمادي. المخطط أعلاه يقيس سعة من واحد بيكو فراد لغاية عشرة مايكرو فراد من خلال نطاقات القياس الخمسة.

المخطط بعد التعديل بالإضافة إلى صورة فوتوغرافية للمقياس الذي تحدثنا عنه.

هذا المقياس من أبهى التطبيقات للمتكاملة 555 لبساطته الشديدة، ودقته، وصغر حجمه، واعتماديته العالية، وجهده العائم الغير منسوب إلى الكهرباء العمومية أو جهد الأرض بسبب استعمالنا للبطاريات كمجهز قدرة. والقوة الكامنة فيه ترتكز إلى المؤشر ذو أقصى انحراف 50uA حيث مكن المتكاملة من سوقه بدون دوائر وسطية. هذا التصميم قد حَوَّل القطع التي نجمعها من هنا وهناك كهواة والتي لا قيمة لها إلى قطعة نفيسة ومفيدة.

قياس الحث والسعة بمساعدة الأوفوميتر الرقمي

مترجم عن ARRL hand book 1997

أغلبنا يمتلك جهاز فولتميتر رقمي (DVM Digital Voltmeter) أو فولت أوم ميتر تماثلي Volt Ohm Meter VOM في معدات العمل خاصته. ولكن القليل منا يمتلك جهاز قياس سعة أو حث خاص به. إذا نظرت يوماً إلى مجموعة المكونات التي جمعتها من هنا وهناك، وأنت تتساءل كيف السبيل لمعرفة قيمة الملفات أو المتسعات التي كانت قد محيت أقيامها من عليها أو هي أصلا بدون أي أرقام لقيمة مثبتة عليها. هذه الدوائر البسيطة في هذا المشروع ستمكنك من قياس قيم هذه المكونات وبذلك تكون قد حصلت على الأجوبة.

يمكن لهذه الدوائر أن تبنى في أمسية واحدة الشكل١ والشكل٢ ومن خلالها سيتم تنسيب الفولتميتر الرقمي DVM خاصتك ليصبح قادراً على قياس الحث والسعة.

الدوائر التي نحن بصددها سيتم معايرتها باستعمال مكونات معلومة. لذا فان دقة القياس النهائية ستعتمد فقط على قيم المكونات المستعملة في المعايرة وليس على دقة قيم المكونات المستعملة في بناء الدائرة.

إذا تمت المعايرة بعناية نتوقع الحصول على دقة قياس accuracy بمقدار ١٠% إذا استخدم فولتميتر رقمي DVM؛ وأقل قليلا إذا استعملنا فولت ميتر تماثلي (فولت أوميتر VOM).

التركيب Construction :

يمكن تركيب الدوائر على ألواح التجميع المثقبة أو التي نقوم نحن بتثقيبها، كذلك يمكن التركيب على الألواح المطبوعة. وترتيب وضع المكونات المختلفة ليس حرجاً. فيمكن وضعها بالكيفية التي نرتاح لها. وتوصل الأجزاء بأي طريقة من الطرق المختلفة، طريقة التسليك Wire-wrapping أو التوصيل نقطة إلى نقطة عن طريق اللحام Point-to-point. أبعاد اللوح الملائمة لتجميع لوح قياس الملفات ١.٧٥×٢.٥ أنج وأبعاد لوح قياس المتسعات ١.٨ × ٢ أنج.

منسبة قياس الملفات بمساعدة الفولتميتر الرقمي أو التماثلي:

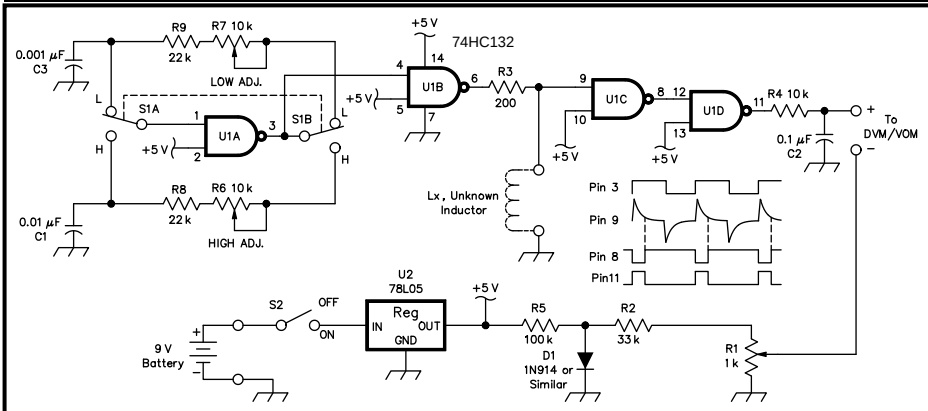
الدائرة يمكن ملاحظتها في الشكل١ حيث تقوم بتغيير Converts قيمة الحث المجهول إلى ما يكافئه من الفولتية حيث يمكن عرضها من خلال DVM أو VOM.

على المدى الواطئ Low range يمكن قياس قيم حث ما بين 3uH و 500uH وعلى المدى العالي High range يمكن قياس قيم من 100uH إلى 7mH. البوابة NAND للمتكاملة U1A هي في الواقع مذبذب موجة مربعة من نوع المقاومة والمتسعة RC ذو ترددين.

خروج التذبذب من الطرف PIN رقم ٣ بحدود 60 KHz عند مدى القياس الواطئ و 6KHz عند مدى القياس العالي. الموجة المربعة الخارجة من المذبذب تُعزَل بمضخم عزل Buffered من خلال U1B وتغذى إلى دائرة تفاضل مؤلفة من المقاومة R3 والملف المجهول LX. دفق النبضات الحادة المتولدة عند الطرف ٩ تتلاشى متناقصة حسب ثابت الزمن للدائرة LX-R3 وبما أن R3 ثابتة فان زمن التلاشي للنبضات سيعتمد بشكل مباشر على قيمة الملف قيد القياس LX.

المتكاملة U1C تعيد تربيع حافات الصعود للنبضات الحادة، منتجة قطار من النبضات السالبة عند الطرف Pin ٨ والتي يعتمد عرضها على قيمة الملف المجهول LX. يتم عكس هذه النبضات عن طريق المتكاملة U1D الطرف Pin11 ثم تُكامل Integrated بدائرة التكامل المؤلفة من المقاومة R4 والمتسعة C2 لإنتاج فولتية مستمرة عند طرف الخروج الموجب +. الفولتية المستمرة الناتجة تعتمد على قيمة الملف LX ومعدل تكرار النبضات للمذبذب. المقاومتين R6 و R7 تستعمل لمعايرة الوحدة بجعل المذبذب يولد معدل تكرار Repetition rate الذي ينتج فولتية تتناسب مع قيمة المحاثة المجهولة. D1 يولد 0.7V كمصدر فولتية ثابتة حيث يتم تدريجها من خلال R1 للحصول على فولتية مرجعية صغيرة لتصفير المقياس عند استعمال مدى قياس المحاثات الواطئ Low inductance range.

عند وضع S1 على الوضع Low، فان قراءة mV للفولتميتر ستكون دالة إلى uH.



الشكل١ مخطط الدائرة الكهربائية لمنسبة قياس الحث المجهول باستعمال الفولتميتر الرقمي

وعندما يكون S1 على الوضع High، فان قراءة mV للفولتميتر ستكون دالة إلى mH.

ممكن أن نستعمل فولت أوم ميتر تماثلي حساس بدلاً من مقياس الفولتية الرقمي DVM، مضحين بدقة البيان للفولتيمترات الرقمية.

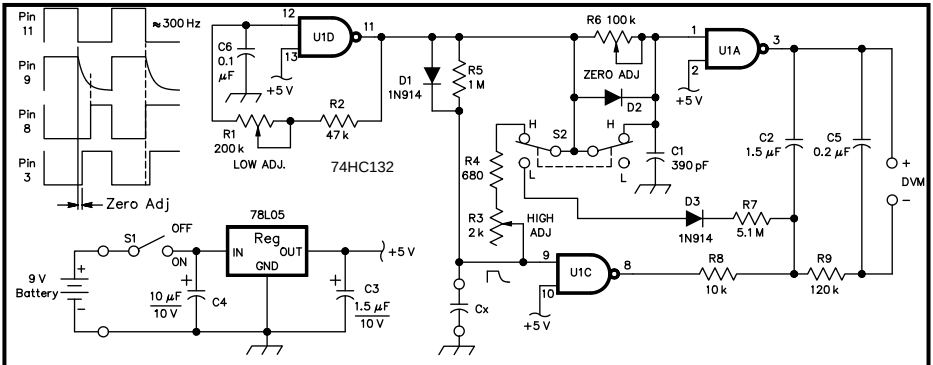
الفحص والمعايرة :

ضع دورة قصيرة من قطعة سلك على عُرَى التوصيل Terminals للملف المجهول Lx ثم وصِّل فولتميتر رقمي موضوع على المدى 200mV إلى أطراف الخروج. ضبّط R1 للحصول على قراءة الصفر. ارفع الدورة القصيرة وضع مكانها ملف معلوم بقيمة 400uH أو قريبا منها ضع S1 إلى الوضع Low وضبط R7 حتى تحصل على قراءة مساوية لقيمة الملف المعلوم. غيِّر وضع المفتاح إلى وضع High ووصل ملف معلوم بحدود 5mH ضبّط R6 لقيمة مناظرة كما مع R7.

وكمثال إذا كانت القيمة الفعلية للملف 4.76mH ضبّط R7 حتى يتمكن الفولتميتر الرقمي من عرض 4.76mV.

منسبة لقياس المتسعات بمساعدة الفولتميتر الرقمي أو التماثلي :

الدائرة المبينة في الشكل٢ تقيس سعات المتسعات من 2.2PF إلى 1000PF ضمن مدى القياس الواطئ ومن 1000PF إلى 2.2uF ضمن مدى القياس العالي. المتكاملة U1D 74HC132تُولِّد ٣٠٠Hz موجة مربعة خارجة من الـ Pin11 . عند حافة الصعود لهذه الموجة تشحن المتسعة CX من خلال D1. وعند حافة الهبوط تفرغ هذه المتسعة شحنتها خلال R5 إذا كنا على المدى الواطئ Low range وخلال R4-R3 إذا كنا على مدى القياس العالي High range. وهذا ينتج شكل موجي غير متشابه عند الطرف ٨ للمتكاملة U1C مع دورة تكرار duty cycle تعتمد على قيمة المتسعة المجهولة CX. يكامَل الشكل الموجي المذكور خلال دائرة التكامل R8-R9-C2 التي تولد فولتية مستمرة عند طرف المقياس meter السالب يعتمد على المتسعة المجهولة. من خلال مكاملة الموجة المربعة في المتكاملة U1A الطرف 3 يتم إنتاج فولتية مرجع ثابتة عند طرف المقياس meter الموجب. R6 تغير تساوق alters the symmetry الموجة المربعة مولدة تغيير بسيط في فولتية المرجع عند الطرف الموجب للمقياس. هذه الترتيبة تولد خاصية الضبط الصفري لمدى القياس الواطئ. الفولتميتر الرقمي DVM يقيس الفرق بين طرفيه الموجب والسالب. هذا الفرق يعتمد بالكلية على قيمة المتسعة المجهولة.



الشكل٢ مخطط الدائرة الالكترونية لمنسبة قياس السعة بمساعدة الفولتميتر الرقمي.

الفحص والتعيير :

أترك أطراف CX بدون توصيل أي متسعة، ضع SW2 على الوضع Low range مدى القياس الواطئ ووصل DVM إلى أطراف الخروج. ضع DVM على الوضع 2V وضبط R6 ليقرأ المقياس صفر فولت. الآن وصل 1000PF متسعة معايرة إلى المدخل CX و ضبط R1 للحصول على قراءة 1.00 فولت.

حول المفتاح إلى الوضع High ووصل متسعة معايرة بقيمة 1uF إلى المدخل CX. ضبط R3 للحصول على قراءة مقياس بمقدار 1.00 فولت. بالإمكان أن لا تكون متسعات المعايرة ذات قيمة 1uF أو 1000PF بالضبط بافتراض انك تعرف أقيامها بالضبط. وإذا كانت على فرض أن قيمة متسعة المعايرة 0.940uF ضبط القراءة الخارجة إلى 940 mV .

قياس المقاومات واطئة القيمة Low Resistance Meter

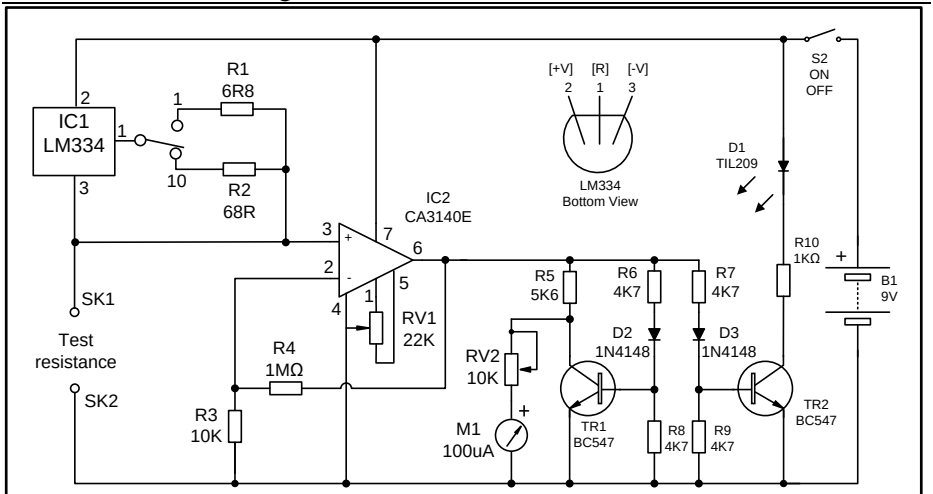
برزت الحاجة لقياس المقاومات واطئة القيمة عند تحوير مقاييس الملف المتحرك لتعمل كمقاييس تيار كبير القيمة بدلاً من قياس الفولتية. كذلك عند تصميم مجهزات القدرة المفتاحية يكون من المهم قياس المقاومات واطئة القيمة لمعرفة مدى إمكانية الاستفادة منها.

يمكن بطبيعة الحال استعمال قناطر القياس الكلاسيكية لحل هذه المشكلة. ولكن الطريقة التي نتحدث عنها جديدة في كل شيء، وهي تسخر القوة الكامنة في أشباه الموصلات لانجاز هذه المهمة.

المقاييس المتعددة الأغراض الاعتيادية Multimeters، بضمنها بعض الأنواع الرقمية ذات السعر المرتفع لا تعطي نتائج جيدة عند مستويات القيم الواطئة للمقاومات، وتمتلك معظم هذه الأجهزة تحليل Resolution على مستوى أوم واحد أو أكثر ، رغم الاختلاف في هذا الأمر بين مقياس وآخر إلا انه غير كاف عند المستويات الواطئة للمقاومة.

المقاومات أو المكونات ذات القيم المرتفعة أو ذات الدوائر المفتوحة يمكن تبيانها بوضوح، ولكن من المستحيل في أجهزة القياس التقليدية أعلاه بيان المكونات ذات الدورة المغلقة أو التي يمكن أن تخدم كمقاومة واطئة القيمة. وتستخدم المقاومات ذات القيم الواطئة في تطبيقات مثل محددات التيار في مجهزات القدرة، حيث استعمال مكونات خطأ على أنها مقاومات واطئة القيمة قد تسبب تلف شديد وغير متوقع.

مقياس المقاومة الذي نتحدث عنه له نطاقين للقياس تقابل أقصى انحراف لقيم واحد أوم أو عشرة أوم. وبإمكانه أن يعطي بيان دقيق لمقاومات واطئة لغاية كسور الأوم. وهو مقياس تماثلي، ولكن لا يشبه مقاييس المقاومة التقليدية. فهو يمتلك مدى قراءة بتدريج خطي لمقاومات قيمها ضمن أحد نطاقي القياس خاصته موصلة إلى مجساته.



مخطط الدائرة الكهربائية لجهاز قياس القيم الواطئة للمقاومات

The circuit diagram of the Low Resistance Meter.

ويستعمل فولتية فحص لا تزيد على 10mV، لذا فهو لا يستجيب لوصلات أشباه الموصلات. وهذه الصفة يمكن الاستفادة منها عند تحري الخطأ في أجهزة الدوائر المطبوعة، حيث تبدي مداخل أشباه الموصلات السليمة عدم استجابة لدى المقياس ولكنه يستجيب إلى المداخل ذات الدورة القصيرة.

يستعمل في هذا المقياس نظام تجهيز تيار ثابت القيمة إلى المقاومة تحت الفحص، ثم يقيس الجهد الواقف على طرفيها. وبما أن هذا الجهد يتبع قيمة المقاومة، يمكن تقسيم مؤشر المقياس مباشرة بالأوم ليقرأ تدريج مقاومة يتزايد بالاتجاه الأمامي لحركة المؤشر وخطياً مع زاوية الانحراف. عوضاً عن التدريج التقليدي لمقاييس المقاومة التماثلية الذي يتزايد بالاتجاه الخلفي لحركة المؤشر ولوغارتمياً مع زاوية الانحراف.

يتم توفير التيار الثابت من خلال IC1 وهي دائرة متكاملة مصممة خصيصاً لتطبيقات تنظيم التيار تتم السيطرة على هذا التيار من خلال مقاومة ثابتة تلحق بالمتكاملة. وفي هذه الدائرة تم

اختيار أحد المقاومتين الثابتتين R1 أو R2 من خلال مفتاح ليتيح لنا خيارات تيار 1mA أو 10mA.

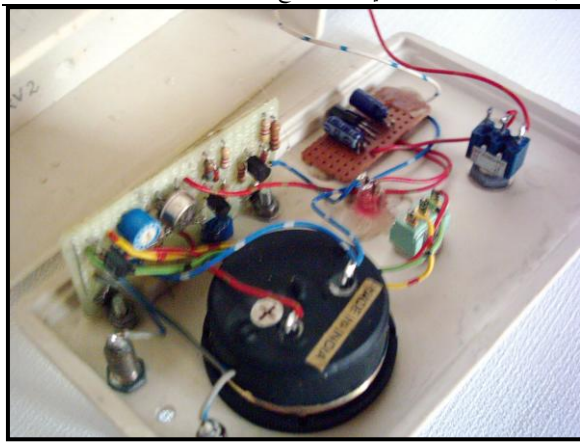
المؤشر M1 Meter والمقاومة المتغيرة RV2 و المقاومة R5 تشكل دائرة الفولتميتر، والقيمة الاسمية لكامل التدريج هي واحد فولت، وعلى أية حال المتكاملة IC2 تضخم الحساسية بعامل يقرب من المائة محققة قيمة لكامل التدريج تقرب من 10mV لدائرة الفولتميتر ككل.

باستعمال قانون أوم نحصل على تدريجين للقياس 1Ω كقيمة قصوى لأحد التدريجين من خلال تيار فحص يبلغ 10mA، و 10Ω من خلال 1 ملي أمبير للتدريج الثاني.

RV2 يتم ضبطها لأحسن دقة، و RV1 تعوض جهد الانحراف Offset voltages للمتكاملة IC2.

أحد المشاكل مع الدائرة الأساسية تتمثل في الانحراف الشديد للمؤشر إلى أبعد من نهايته العظمى عند عدم توصيل مقاومة إلى أطرافه ضمن النطاقات التي يقيسها. وتعتبر حالة تحميل زائد للمؤشر تم التغلب عليها من خلال الترانسزتور TR1 الذي يعمل كمفتاح الكتروني، حيث يوفر ممر حول المؤشر عندما يكون الخارج من IC2 أكثر من +1.2V مانعاً بذلك التحميل الزائد للمؤشر. ولكن وفي نفس الوقت يصبح من المستحيل إدراك هل إن المقياس يقرأ قيمة معينة أو هي حالة تحميل زائد، لذا تم إضافة الترانسزتور TR2 لتوضيح الحالة وقيامه بسوق ثنائي باعث للضوء D1 كمبين عند حدوث حالة التحميل الزائد. انطفاء الثنائي يشير إلى أن المؤشر يقرأ قيمة قياس.

تتم معايرة الجهاز على المدى 10Ω باستعمال مقاومتين 1Ω و 10Ω بنسبة خطأ +- 1%. أولاً تنظم RV2 لتحقق أقصى انحراف للمؤشر والمقاومة 10Ω موصلة إلى أطراف القياس، بعدها يتم توصيل المقاومة 1Ω وتنظم RV1 للحصول على القراءة الصحيحة البالغة عُشر التدريج. هذا الإجراء يكرر ولا نحتاج لأكثر من هذا التعيير.



للذين يهتمون بدقة النتائج التي يعرضها جهاز القياس يكون من الأنسب المحافظة على المقاومة الشاردة عند مدخل الجهاز أقل ما يمكن وعملياً، استَعْمِل توصيلات قصيرة قدر الإمكان مؤلفة من أسلاك ومجسات فحص غليظة وذات مقاومة واطئة. الأنواع السبرنكية من أسلاك ومجسات الفحص غير ملائمة في هذا التطبيق.

بطاريات النيكل كادميوم وكيفية شحنها

Those NiCad Batteries and how to charge them

BY David W. Potter / QST

الكاتب يشرح طبيعة بطاريات النيكل كادميوم، وهو يبين كيفية شحنها بشكل معقول بشاحنة تبنى في المنزل تعمل أحسن من التي تباع في المتاجر .

بطاريات النيكل كادميوم NiCads هي نبائط مميزة. وهي قيد الاستخدام لأكثر من ٦٠ سنة. ويمكن استخدامها و إعادة شحنها لمئات المرات. المقاومة الداخلية لبطاريات الـ NiCad منخفضة وتبقى منخفضة لحين انتهاء دورة التفريغ. بطاريات النيكل كادميوم بإمكانها تجهيز تيار كبير مستمر أو على شكل نبضات بسبب مقاومتها الداخلية المنخفضة. وفولتية البطارية تبقى ثابتة خلال فترة التفريغ، جهد الخلية الجيدة المشحونة هو ١.٣ V عمليا. وهي تقل إلي حوالي ١V عند نهاية دورة التفريغ. وإذا استمر التفريغ تنخفض الفولتية بشدة من هذه النقطة. النضائد ذات الجهود الأعلى أو القدرات الأكبر يمكن إعدادها عن طريق ربط عدة خلايا على التوالي.

تصنع البطاريات الأسطوانية الصغيرة المحكمة الغلق التي تشبه البطاريات الجافة بأحجامها الثلاثة والأنواع الأسطوانية التي نجدها في الأجهزة عموما، تصنع بطريقة تشبه صناعة المتسعة. ألكترودات سطحية نحيفة من طبقة رقيقة من هيدروكسيد النيكل Nickel hydroxide وطبقة من هيدروكسيد الكادميوم Cadmium hydroxide تعزل بعضها عن بعض بطبقة من البوروس Porous separator sheet كمية محدودة من هيدروكسيد البوتاسيوم تعمل كألكتروليت، الطبقات الثلاث تلف على

شكل (رولة) وتوضع داخل حاوية أسطوانية من (الستيل)، ويعزل الغطاء الموجب عن الحاوية السالبة بسدادة دائرية محكمة.

التفاعل الكيميائي لخلايا النيكل كادميوم هو

$$Cd + 2NiOOH + 2H_2O \underset{\text{Charge شحن}}{\overset{\text{Discharge تفريغ}}{\rightleftharpoons}} Cd(OH)_2 + 2Ni(OH) \quad \text{Eq.1}$$

لاحظ أن التفاعل ثنائي الاتجاه. إذا مر تيار من مصدر الشحن بالاتجاه المناسب فانه يقود التفاعل رجوعا باتجاه الشحن والتأثير هو إعادة شحن الالكترودات. ما هو غير واضح من العلاقة يبدو لي عند نهاية الجزء الأخير من دورة الشحن وخلال فترات الشحن الزائد، الـ NiCads يولد غاز، يتولد الأكسجين على ألكترود النيكل الموجب و يتولد الهيدروجين على الكترود الكادميوم السالب حالما يصل القطبان إلى الشحن التام. إذا كانت قيمة الشحن حوالي C-1 (سنعرفها لاحقا) الضغط والحرارة داخل الخلية تحوم حول الشحن التام، فان الخلية ستتلف أو تدمر. وبما أن الخلية محكمة الغلق، والضغط يجب أن لا يصبح زائداً على الحد فإن الخلايا لها تهوية تطلق الضغط الداخلي عندما يزيد على 150 – 300 باوند لكل أنج مربع PSI، ولكن حدوث التهوية يقصر عمر الخلية.

المصانع تمنع حالة توليد الأكسجين بجعل الألكترود الموجب أصغر من السالب، وعلى هذا فان الألكترود الموجب يصبح في حالة الشحن التام أولاً. الأكسجين يتولد على هذا الألكترود الموجب في حالة الشحن التام، لكن هذا الغاز ممكن أن يهاجر رجوعا إلى الألكترود السالب، حيث يتفاعل معه مانعا أي شحن إضافي أو زيادة في الشحن. وهذا بدوره يمنعه من بلوغ الشحن التام و إنتاج الهيدروجين.

وعلى هذا فان خلية النيكل كادميوم ممكن أن تشحن زيادة على الحد بدون أن تتلف، من خلال ميكانيكية الحماية هذه. حقيقة أخرى مثيرة للاهتمام حول الـ NiCad التي تجعلها تختلف عن الأنواع الأخرى من البطاريات، هي فولتية الطرف تكون في أقصاها عندما تكون الحرارة ٧٥ درجة فهرنهايت (٢٤ درجة مئوية) وتقل الفولتية للطرف كلما زادت الحرارة على أو انخفضت عن

الدرجة أعلاه. لذلك المقاومة الداخلية تكون أصغر ما يمكن عند ٧٥ درجة فهرنهايت وتزيد كلما زادت الحرارة على الدرجة المذكورة والعكس صحيح. بسبب خصائص البطارية التي ذكرناها ولأسباب أخرى يتعين على بطاريات النيكل كادميوم أن تعمل ضمن المدى الحراري ٣٢ درجة F إلى ١٠٥ درجة F (40-0 درجة مئوية).

سعة الخلية C :

السعة C لخلية النيكل كادميوم NiCad تمثل بالأمبير لكل ساعة أو بالملي أمبير لكل ساعة. خلية ذات سعة 500mA/h لها C مساوي لـ 500 . وهذا يعني، مثلا انك تروم تفريغ discharge خلية بتيار 50mA لمدة عشر ساعات، أو بتيار 500mA لمدة ساعة واحدة، ولكن سعة الخلية تقل بزيادة قيمة تيار التفريغ.

المصطلح C له معنى آخر. بإمكانه تعريف تيار الشحن أو التفريغ. فإذا قلنا تفريغ بقيمة 1-C يعني تيار تفريغ بقيمة 500mA لبطارية ذات سعة 500mA/h، بينما لو قلنا شحن بقيمة 0.1-C فإنه يمثل تيار شحن بقيمة 50mA (0.1x500). وعلى هذا فان C تعَرِّف قيمة معينة لسعة الخلية بالوحدات mA/h ملي أمبير لكل ساعة، أو تعَرِّف تيار الشحن أو التفريغ استنادا إلى قيمة الملي أمبير لكل ساعة (mA/h).

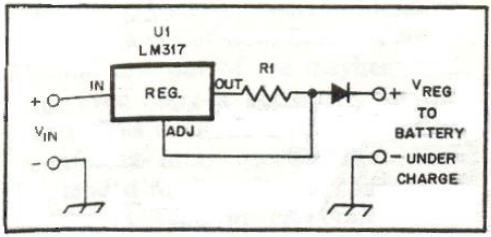
خصائص الشحن :

الآن النظرية الأساسية لخلايا النيكل كادميوم NiCad قد استعرضت. كيف يمكن لنا أن نعيد شحن هذه الخلية بطريقة تمكننا من إعادة شحنها لمئات أو آلاف المرات.

أولا.. قيمة الشحن يجب أن تحدد إلى 0.1C، إذ أن زيادة قيمة تيار الشحن على 0.1C يؤدي إلى تولد الأكسجين كما في حالة الخلية وهي قريبة من الشحن التام لا يحدث انتشار وتفاعل بالسرعة الكافية على الألكترود السالب. يرتفع الضغط الداخلي بسرعة، ويحدث التلف.

تيار شحن بقيمة 0.1-C يتطلب عشر ساعات زمن للشحن (0.1x10=1C)، ولكن كفاءة البطارية ليست 100%. من الضروري شحنها إلى 140% أو 160%.

الآن بإمكانك أن ترى من أين أتى زمن الشحن المألوف لدينا ١٤ ساعة إلى ١٦ ساعة، وهي الحالة العملية لتمام شحن بطاريات النيكل كادميوم.



الشكل١ دائرة بسيطة لشاحنة بالتيار الثابت. ثنائي التوالي من السليكون يمتلك تيار تمرير أمامي بمقدار 1A وفولتية عكسية بمقار 50-PRV. U1 متكاملة تنظيم فولتية ذات ثلاث أطراف.

فإذا كان لدينا بطارية تحتوي على خليتين أو عدة خلايا مربوطة على التوالي؛ عدم تشابه الخلايا الطبيعي يؤدي إلى عدم تشابه الخلايا في السعة لذا فإن أحد الخلايا ستفرغ قبل الأخريات. عندما يحدث هذا فإن الخلية الضعيفة ستكون تحت تأثير تقطيب معاكس من قبل الخلايا الأُخر. وعندما يحدث هذا يتولد الأكسجين على ألكترود الكادميوم ويتولد الهيدروجين على ألكترود النيكل. لا يحدث نمو في الضغط فقط ولكن المقاومة الداخلية ستزداد عندها ستتولد حرارة. مصانع البطاريات طورت خطة ذكية للتخلص من هذا الغاز المتولد في حالة انعكاس الفولتية أعلاه. ولكن الحماية فعالة لغاية قيمة تفريغ بمقدار 0.1C فقط. طالما الإفراط في قيمة التفريغ قد بلغت 0.1C ، عليك التوقف عن تفريغ بطاريات النيكل كادميوم عندما ينخفض الجهد إلى أقل من ١فولت لكل خلية. بعض الأجهزة العاملة على البطارية لها مبين فولتية البطارية. أوقف العمل بالجهاز عندما ترى المبين قد نبه على هذه الحالة.

القارئ قد يتعجب لماذا خلية يمكن تفريغها بعدد من C بشكل آمن بينما شحنها بنفس القيمة ممكن أن يتلفها. السبب هو الحرارة والغاز المتولدين عند أو قرب تمام الشحن، كما لاحظنا. الشاحنات السريعة تفعل ذلك بالضبط. ولكن أنواع خاصة من النيكل كادميوم تستعمل. الشاحنات السريعة عموما تقيس حرارة الخلية أو النضيدة. وما أن تتزايد الحرارة عند تمام الشحن، مُتَحَسِس الحرارة يطفئ الشاحنة أو يقلل قيمة تيار الشحن إلى قيمة قليلة جداً Trickle. مثل هذه الشاحنات أو البطاريات ليست شائعة أو متوفرة.

شاحنة لبطاريات النيكل كادميوم

شاحنة بسيطة تستخدم تياراً ثابتا مساوياً لـ 0.1C ممكن أعدادها من المتكاملة LM317 التي هي مسيطر فولتية موجبة ثلاثي الأطراف قابل للضبط adjustable. الدائرة في الشكل١ هي شاحنة تيار ثابت. دخول المتكاملة يجب أن يكون على الأقل ٥ إلى ٦ فولت أعلى من الفولتية على طرف الخروج؛ وأقصى قيمة لفولتية الدخول لغاية ٤٠ فولت. واعلم كلما زاد الفرق بين فولتية الدخول والخروج كلما كبر مقدار القدرة المبددة على شكل حرارة في داخل المتكاملة.

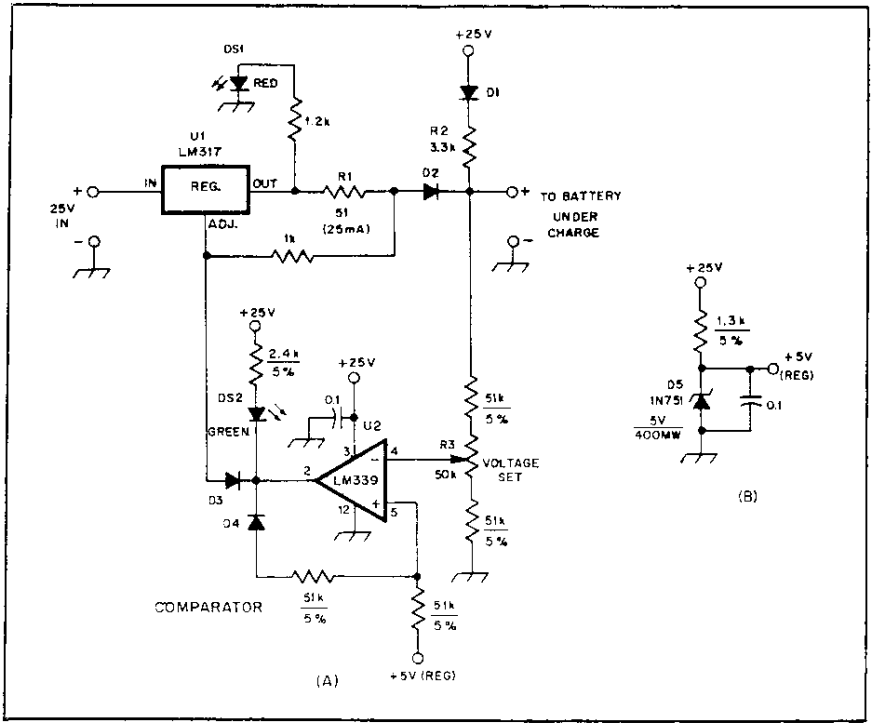
تيار الشحن بالملي أمبير يستخرج من العلاقة ... (Eq.2)

$$\boxed{mA = \frac{1200}{R1}} \quad \text{.....(Eq.2)}$$

إذا كانت البطارية التي تروم شحنها ذات سعة 250mA/hr نَسِّب التيار إلى قيمة شحن بمقدار (25mA)؛ وبالمثل ضع تيار شحن بمقدار 45mA لبطارية ذات سعة (450mA/hr). قيمة شحن بمقدار 0.1-C تتطلب أربعة عشر إلى ستة عشر ساعة لتمام شحن البطارية. زيادة الشحن ضمن هذه القيمة لا تؤدي إلى تلف البطاريات ما دام تيار الشحن ضمن هذه الحدود.

ثنائي التوالي D2 في الشكل٢ يفصل البطارية عن الشاحنة عند إطفاء الأخيرة أو انقطاع التيار الكهربائي. بإمكانك أن تضيف ترتيبة بسيطة تطفئ الشاحنة عند بلوغ الفولتية على طرف البطارية قيمة محددة كما في الشكل٢. المقاومة R2 توفر شحن ضئيل جدا يسمى شحن القطارة Trickle charge ويساوي من 0.01C إلى 0.03C وهذه هي القيمة المناسبة لمستوى الشحن العائم.

دائرة مقارن الفولتية توفر قيمة تخلف بمقدار 0.4 فولت وعلى هذا إذا هبطت فولتية البطارية 0.8 فولت دون النقطة المحددة، فان شحن بقيمة 0.1C سيعمل حتى يصل جهد البطارية القيمة المحددة.



الشكل٢ مخطط لشاحنة عملية بالتيار الثابت مع ترتيبة إطفاء آلي عند تمام الشحن. تضبط R3 على أعلى فولتية شحن مرغوبة للبطارية. المتسعات من نوع أقراص السيراميك أو المايلر. D1,D4 هي 1A, 50PRV مقوّمات سليكون. DS1 و DS2 ثنائيات باعثة للضوء (راجع الشرح). R3 مقاومة خطية متغيرة من نوع السلك الملفوف. الدائرة B.توفر +5V REG لتجهيز المتكاملة في الدائرة A.

ثنائي ضوئي أحمر DS1 للدلالة على أن الشحن حاصل بينما الثنائي الضوئي DS2 للدلالة على أن البطارية بلغت تمام الشحن المرغوب. هذه الثنائيات الضوئية تخدم فقط كمبينات ويمكن حذف أحدها أو كلاهما.

مقارن الفولتية الذي استعمله صاحب المقال هو من نوع LM339. وهذا النوع يمتلك في داخله أربع مقارنات للفولتية مبيتة في عبوة ذات ١٤طرف مرتبة بصيغة DIP. وهي على هذه الحال مفيدة

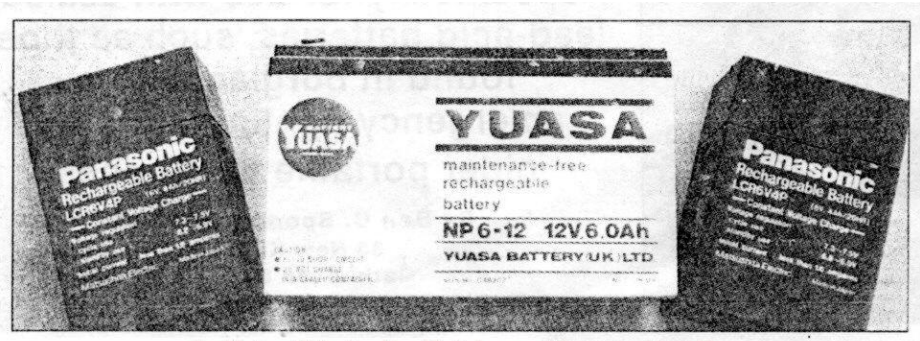
لأن شاحنة صاحب المقال لها القابلية على شحن أربع نضائد منفصلة من البطاريات، وكل حسب حاجته.

شاحنة للبطاريات هلامية الحامض

Typical gelled sealed lead-acid batteries charger

By Ben C. Spence

شاحنة البطاريات هذه مصممة خصيصا للاستعمال مع البطاريات الحامضية الغير قابلة للانسكاب Sealed lead acid batteries أو ذات المحلول الحامضي الهلامي.



الشكل١ نماذج عملية للبطارية هلامية الحامض

كتلك المرفقة مع مصباح الطوارئ (بازوكا) أو مصباح ومروحة الطوارئ Six in one سواء كانت 12V أو 6V.

هذا الموضوع يهم كل من يحتاج استعمال البطاريات سواء عند الطوارئ أو استخدام عادي كمصدر للتيار المستمر. كذلك عند تدريب الهواة الجدد واستخدام البطاريات كمصدر مأمون للتيار الكهربائي نحتاج إلى إعادة شحنها.

البطاريات المذكورة أعلاه متوفرة في الأسواق ويمكن ربط اثنان منها فئة 6V لتحقيق بطارية واحدة فئة 12V، شحن البطاريات الحامضية الغير قابلة للانسكاب يتضمن بعض المشاكل لذا يجب مراعاة المتطلبات التالية.

فولتية شحن البطارية يجب أن لا تزيد على 2.45V لكل خلية.

أقصى قيمة لتيار الشحن يجب أن لا يزيد على 15% من قيمة أمبير ساعة الخاصة بالبطارية Ampere-hour (Ah) .

البطارية يجب أن لا تشحن زيادة على الحد.

الشاحنة التي تعمل بشكل جيد يجب أن تشحن البطارية وتقدم بيان على حالة الشحن ثم تطفئ نفسها عند تمام شحن البطارية.

الشاحنة التي نحن بصددها تقوم بكل ذلك بالإضافة إلى أن بإمكانها شحن بطاريات حامض الكبريتيك Sulfuric-acid-based car batteries المستعملة في السيارات.

عند النظر إلى المخطط نرى أن المحولة الخافضة T1 تخفض جهد المصدر العمومي إلى 18V AC وبعد التقويم والتنعيم ستكون الفولتية المستمرة بحدود 26V . الدائرة تحتوي على مسيطر الفولتية Voltage regulator يتم التحكم بالفولتية الخارجة من المسيطر عن طريق R9 R10 & R11 .

$$V_{out} = 1.25\,[1 + (R10+R11) \setminus R9] + I_{ADJ}\,(R10+R11)$$

حيث $I_{ADJ} = 50\ uA$

وهذا يوفر جهد عند مخرج الدائرة بمقدار 14.75V، منها 0.6V تكون كانحدار جهد على كل من D3 و D4 والمتبقي 14.15V على الأطراف التي تتصل بالبطارية B- and B+.

المتكاملة VRG1 ذات الرقم LM338K بإمكانها أن تجهز تيار شحن بمقدار 5A . دائرة محدد تيار يجب توفيرها حتى لا يتجاوز تيار الشحن قيمة 15% من سعة البطارية، والشاحنة عموما بضمنها محدد التيار تكفي لأي بطارية لها سعة 33Ah أو أقل. أقصى تيار يسحب عندما تكون البطارية غير مشحونة (فارغة) بمقدار 3A. دائرة تحديد التيار تتألف من R6 ومتحسس التيار R8 و Q1.

انحدار الجهد على طرفي R8 يعتمد على مقدار التيار المار خلالها. عندما يصل انحدار الجهد إلى 0.6V يوصل Q1 ساحبا ADJ لل VRG1 إلى الأرض. مما يؤدي إلى انخفاض الجهد الخارج من مسيطر الجهد. أي ميل لسحب تيار أكبر يدفع جهد VRG1 إلى أن ينخفض. بتنسيب قيمة R8 ممكن أن ننسب قيمة التيار التي نرغب. وعن طريق المفتاح S3 يمكن أن نختار قيمتين لتيار الشحن Standard 1A و Rapid .

يستخدم خط السيطرة Control line عند الرغبة في دفع الخارج من VRG1 إلى أقل قيمة 1.25V سواء وصل باتري إلى الخارج أم لا.

حالة الشحن المطفأ Off Charge State

عند تشغيل الشاحنة الفولتية عند U1A pin2 تكون أقل من الفولتية عند U1A pin3 لذا فان الخارج من U1A هو تقريبا 26.5V تمر خلال R3 و D2. التيار إلى قاعدة Q1 يدفع خروج VRG1 إلى 1.2V؛ 0.6V تقف على أطراف D3 و D4 والنتيجة هي حوالي 0.6V عبر أطراف الخروج للشاحنة B+ و B– بينما R13 تتصرف كحمل خفيف لد D3 و D4.

يمكن ربط البطارية إلى أطراف الشاحنة بدون أي خطر من تطاير الشرر أو حدوث تفريغ جزئي للبطارية خلال الشاحنة لأن D3 و D2 تكون منحازة عكسيا. الثنائي الضوئي LED الأخضر DS1 يتوهج ليبين إن الشاحنة على الوضع ON.

حالة الشحن الشغال ON Charge State

إذا وصلت بطارية غير مشحونة إلى أطراف الشاحنة. D3 و D4 تكون في حالة انحياز عكسي و VRG1 في حالة شحن مطفأ off-charge mode. ولبدئ دورة شحن يكون من الضروري ضغط المفتاح Start S2 فانه يوصل U1A pin2 إلى الخط الموجب. ويوصل U1A pin3 إلى الأرض. التغيير أعلاه يتسبب في انقلاب حالة U1B و U1C. وتوهج DS2 الأحمر وإطفاء DS2 الأخضر لتبين أن البطارية تشحن ومن ثم تكون جاهزة للاستعمال.

عندما تتغير حالة خروج U1A ينتقل هذا التغيير إلى Q1 ويتسبب في ارتفاع الفولتية الخارجة من VRG1. التيار المار في البطارية الفارغة يمر كذلك خلال R8 التي تتحكم في حالة التوصيل لـ Q1 حسب حالة البطارية وهذا يؤدي إلى تحديد التيار؛ وعلى أية حال التيار خلال R8 يكبر خلال مضخم للتيار المستمر غير عاكس IC1D. الذي يمتلك كسب تضخيم للترددات الواطئة بمقدار

$$Gain = (R4+R5) \setminus R5 = 184 \qquad .180$$

بما أن S2 الآن في وضع فصل (ويمر تيار كافي في المقاومة R8) خروج U1D أعلى من فولتية المرجع لـ U1A الطرف 3 و فولتية المخرج للـ U1A واطئة. Q1 مطفأ والشاحنة تبقى في حالة شحن On-Charge mode.

عندما ينخفض التيار في R8 إلى حوالي 10% من قيمته العظمى. خروج U1D يتساوى مع فولتية المرجع للمدخل غير العاكس الطرف 3 للـ U1A. مما يؤدي إلى ارتفاع خروج U1A

وهذا يقود الترانسزتور Q1 إلى حالة التشبع، غالقا مسيطر الفولتية VRG1 إلى خروج 1.2V معيدا الشاحنة إلى حالة القطع Off-Charge state يدفع DS1 الأخضر ثانية إلى الإضاءة ليبين تمام الشحن. الآن البطارية مشحونة إلى 90% أي عند 14.7V؛ البطارية تمنع من التفريغ خلال الشاحنة عن طريق الثنائيات المنحازة عكسيا D3 و D4.

شحن البطارية إلى 100% من سعتها لا يستحق المحاولة لسببين

زيادة الفولتية على أطراف الشاحنة يقابلها نقصان في قيمة تيار الشحن إلى قيمة منخفضة جدا ولا تصل إلى الصفر أبدا. و الانتظار باطراد لفترات تطول وتطول لقيمة متناقصة أكثر فأكثر من الطاقة المنتقلة لا يعتبر عملا معقولا.

عندما تكون قيمة تيار الشحن 10% من سعة البطارية Ah يكون أسهل بدرجة كبيرة إدراك نقطة القطع من قيمة لتيار الشحن 1% من السعة مثلا.

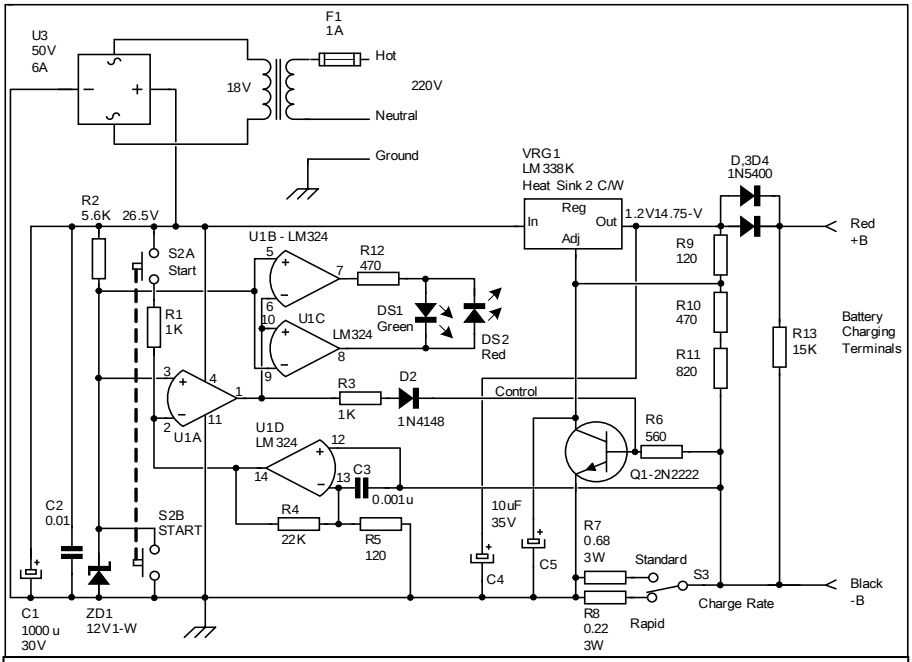
يتم تجميع المكونات على اللوح ويترك D2 حتى يتسنى لاحقا تجميعه عند الفحص؛ يعزل VRG1 من مسرب الحرارة بعازل مناسب.

فحص الشاحنة يتطلب مقياس فولتية (فولت ميتر) مع مقياس تيار (أميتر). وصل الشاحنة إلى مصدر التيار العمومية. لاحظ توهج الثنائي الضوئي DS1 وانحدار الجهد عبر أطراف الشاحنة هو تقريبا 14.7V؛ افصل توصيله الكهرباء العمومية ودع الفولتية الخارجة تهبط تماما. ثم وصل باللحام D2 إلى النقاط الخاصة به في اللوح. وصل الكهرباء العمومية، وتأكد DS1 مضاء وأن انحدار الجهد

عبر أطراف الشاحنة هو تقريبا 0.6V؛ اضغط المفتاح S2 Start وتأكد أن هنالك حوالي 14.7V عبر أطراف الشاحنة، DS1 يبقى مضاء في هذه المرحلة.

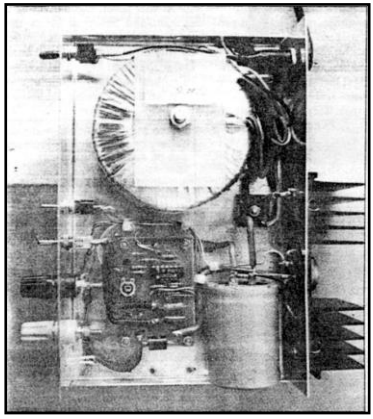
ملاحظة في الفحصين التاليين لا تدع أطراف الشاحنة في حالة دورة قصيرة لفترة أطول من اللازم.

ضع مفتاح S3 Charge Rate على وضع Standard وصل مقياس تيار عبر أطراف الشاحنة (فحص دورة قصيرة) ولاحظ أن الشاحنة تذهب فورا إلى وضع شحن الثنائي الأحمر يتوهج DS2 وتيار بقيمة 1A يمر في المقياس. افصل خط الكهرباء العمومية ومقياس التيار. ضع S3 على وضع Rapid، وصل مقياس التيار كما في أعلاه ولاحظ توهج الثنائي الأحمر وحوالي 3A تمر خلال مقياس التيار. أفصل الكهرباء العمومية ومقياس التيار. وصل إلى الكهرباء العمومية واختر Charge rate مناسبة وشغل الشاحنة. وصل بطارية غير مشحونة جزئيا إلى أطراف الشاحنة، DS1 يجب أن يبقى مضاء. اضغط مفتاح START ولاحظ أن DS1 ينطفئ وأن DS2 يضئ. بعد فترة DS1 يجب أن يضئ مبينا أن دورة الشحن قد تمت وأن البطارية الآن مشحونة إلى 90% من سعتها وهي جاهزة للاستعمال.



مخطط للدائرة الكهربائية لشاحنة البطارية.

يمكن بالطبع استعمال مكونات مكافئة بدل ما مثبت على المخطط



صورة بعد التنفيذ تبين الواجهة الامامية للشاحنة في الاعلى والواجهة الخلفية في الاسفل

الفهرس

مقدمة الجزء الثاني ١

عاكسات القدرة Power Invertors ٣

تحضير محولة القدرة ١١

مشكلة الموجة المربعة ١٣

عاكسة النجف ١٤

المخطط الكتلي ١٦

المذبذب ١٦

تحضير ملف المذبذب ١٨

المضخمات المغناطيسية Magnetic Amplifiers : ٢٢

مضخم مغناطيسي بسيط ٢٢

المضخمات المغناطيسية ذاتية التشبع Self saturating magnetic amplifiers ٢٤

عاكسة قدرة يابانية ذاتية الإثارة EXPOWER ٢٦

عاكسة قدرة يابانية EXPOWER طراز GT300VA ٢٦

العاكسة الإيرانية سارا Sara Co. M4006 $_{DBL324}$ ٣٠

عاكس القدرة بالثريستور ٣٧

عاكسة القدرة الهنكارية بالثريستور ٤٠

طبلة السوق للعاكسة الهنگارية ٤٧

عاكسات القدرة المفتاحية Switching Mode Inverters ٤٨

المخطط ٥٢

أجهزة القياس والفحص ٥٦

مقياس فولتية ومقاومة يلاءم متطلبات محددة ٥٧

مقياس التيار ذو الفكين Clip On meter ٥٨

قياس السعة Capacitance measurements ٦٠
قنطرة القياس ٦٢
النسبة بين جانبي المقاومة المتغيرة VR1 ..... ٦٧
مبين عين الساحرة الضوئي (العين السحرية) Magic eye indicator ٦٩
مجهز قدرة للمبين ٧٣
مبين لنقطة الاتزان من أشباه الموصلات ٧٣
قياس الملفات الصغيرة والمتوسطة ٧٥
١. تحضير القنطرة ٧٧
٢. تحضير الثوابت ٧٧
٣. إعداد المذبذب ٧٨
٤. مبين نقطة الاتزان ٧٩
٥. إعداد تقسيمات النسبة ٧٩
٦. تشغيل القنطرة ٨٠
٧. مشكلة الملفات الصغيرة ٨٣
مقياس تماثلي لقياس السعة ٨٨
الدائرة The circuit ٩٠
المكونات Components ٩٤
التعيير Calibration ٩٥
الاستعمال Using the Instrument ٩٦
قياس الحث والسعة بمساعدة الأوفوميتر الرقمي ١٠٤
منسبة قياس الملفات بمساعدة الفولتميتر الرقمي أو التماثلي: ١٠٥
الفحص والمعايرة : ١٠٦
منسبة لقياس المتسعات بمساعدة الفولتميتر الرقمي أو التماثلي : ١٠٧

الفحص والتعيير : ١٠٨
قياس المقاومات واطئة القيمة Low Resistance Meter ١٠٩
بطاريات النيكل كادميوم وكيفية شحنها ١١٣
سعة الخلية C : ١١٥
خصائص الشحن : ١١٥
شاحنة لبطاريات النيكل كادميوم ١١٧
شاحنة للبطاريات هلامية الحامض ١٢٠
شحن البطارية إلى 100% من سعتها لا يستحق المحاولة لسببين ١٢٣

هذا الكتاب

بجزئه الثاني

يتضمن عرض للحضور الكبير الذي حققته عاكسات القدرة في السنين المبكرة للحصار. عندما كان القطع الكهربائي عرض طارئ، وكيف إنها اختفت من الساحة عندما صار القطع الكهربائي حالة شبه دائمة.

ويتضمن كذلك مواضيع في القياسات تنقل النظريات من بطون الكتب إلى التطبيق العملي.

بالإضافة إلى مواضيع متفرقة، وللكتاب جزء ثالث بإذن الله نجمع فيه كل المتبقي من نشاطات تلك الفترة.

والله الميسر