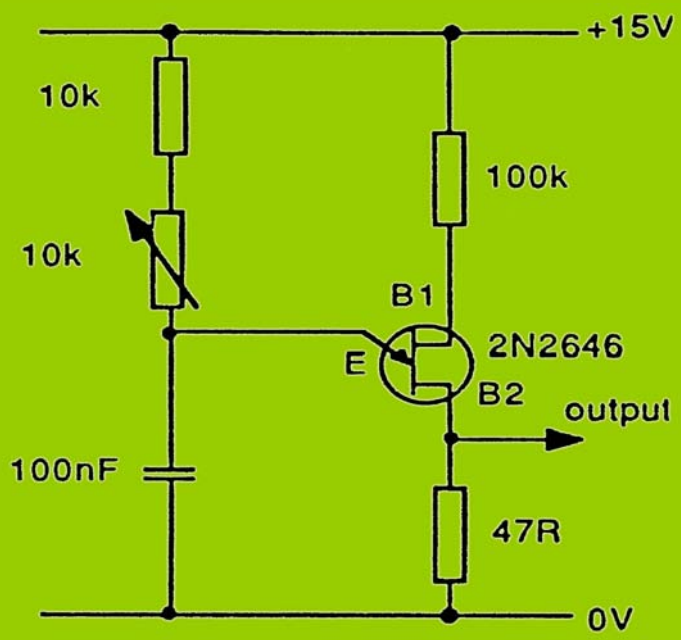
الجمهورية اليمنية
وزارة التعليم الفني والتدريب المهني
قطاع المناهج والتعليم المستمر
الإدارة العامة للمناهج والوسائل التعليمية

سلسلة الوحدات التدريبية المتكاملة

لمجموعة مهن: الإلكترونيات

اسم الوحدة: بناء دارات الترانزستور الأحادي الوصلة وفحصها



الرقم الرمزي: 822 ـ 2043

جميع الحقوق محفوظة لوزارة التعليم الفني والتدريب المهني
الطبعة الأولى ـ 1428هـ / 2007م

الجمهورية اليمنية
وزارة التعليم الفني والتدريب المهني
قطاع المناهج والتعليم المستمر
الإدارة العامة للمناهج والوسائل التعليمية

سلسلة الوحدات التدريبية المتكاملة

لمجموعة مهن: الإلكترونيات

اسم الوحدة: بناء دارات الترانزستور الأحادي الوصلة وفحصها

إعداد

م/ محمد محمد الهندي

مراجعة

م/ عبد الحكيم علي الشميري منهجياً
م/ صالح أحمد العزير فنياً
م/ محمد سلام السلامي فنياً
أ/ عبد الجليل سعيد راجح لغوياً

الرقم الرمزي: 2043 ـ 822

جميع الحقوق محفوظة لوزارة التعليم الفني والتدريب المهني
الطبعة الأولى ـ 1428هـ / 2007م

المحتويات

الموضـــوع	رقم الصفحة
مقدمة الوحدة	5
أهداف الوحدة التدريبية	7
الجزء الأول: المعلومات الفنية النظرية:	9
1- الترانزستور الأحادي الوصلة	11
1-1- التركيب البلوري لترانزستور أحادي الوصلة	11
1-2- رمز وأقطاب الترانزستور الأحادي الوصلة.	11
1-3- الدائرة المكافئة للترانزستور الأحادي الوصلة	12
1-4- آلية عمل الترانزستور الأحادي الوصلة	12
1-5- منحنى خواص الباعث	14
1-6- مواصفات الترانزستور الأحادي الوصلة	15
1-7- آلية عمل الترانزستور الأحادي الوصلة كمولد للنبضات	17
2- الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج	18
2-1- رمز وأقطاب الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج وطريقة فحصه	18
2-2- آلية عمل الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج	18
2-3- مواصفات الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج	19
2-4- آلية عمل دارة مذبذب باستخدام الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج	19
3- قواعد الأمن و السلامة المهنية	20
الجزء الثاني: تمارين التدريب العملي:	21
1- بناء دارة مولد النبضات باستخدام الترانزستور أحادي الوصلة	23
2- بناء دارة مولد النبضات باستخدام الترانزستور أحادي الوصلة المبرمج	26
الجزء الثالث: تمارين الممارسة العملية:	29
1- بناء دارة مولد النبضات باستخدام الترانزستور أحادي الوصلة	31
2- بناء دارة مولد النبضات باستخدام الترانزستور أحادي الوصلة المبرمج	32
الجزء الرابع: تقويم الوحدة التدريبية:	33
- الاختبار النظري	35
- الاختبار العملي	39
مسرد المصطلحات الفنية	41
قائمة المراجع والمصادر	42

بسم الله الرحمن الرحيم

مُقدِّمة:

إن الربط بين التعليم والعمل والتربية والحياة غدا نهجاً واضحاً تتبعه وتعمل على تحقيقه وزارة التعليم الفني والتدريب المهني في تحديث مناهج وبرامج التعليم والتدريب وتطويرها بهدف الاستثمار الأمثل للعنصر البشري وذلك من خلال إعداده وتأهيله علمياً ومهنياً وفق نمط الوحدات التدريبية المتكاملة الذي تتضافر فيه وتتكامل كافة الأبعاد المعرفية والأدائية والاتجاهية في التعليم والتدريب لما يتميز به هذا النمط من المرونة والتكامل في مكوناته وقدرته على استيعاب ما يستجد مستقبلاً من مفاهيم وتقنيات بصورة تمكن المتدرب من السيطرة على هذه المفاهيم والتقنيات والتحكم فيها والاستخدام الأمثل لتطبيقاتها وتمثل اتجاهاتها الإيجابية.

لذلك كله قام قطاع المناهج والتعليم المستمر بوزارة التعليم الفني والتدريب المهني بإعداد وإنتاج وحدات تدريبية متكاملة للتخصصات المختلفة في مختلف المجالات.

وقد أعدت هذه الوحدة ضمن سلسلة الوحدات التدريبية المتكاملة لمجموعة مهن الإلكترونيات حسب المعايير المنهجية والعلمية والشروط الفنية المتبعة في إعداد كافة مكونات الوحدة التدريبية (الأهداف – المادة التعليمية – فعاليات التدريب – التسهيلات والتجهيزات – التقويم) بصورة تيسر للمتدرب الاستيعاب الأمثل لمحتوياتها النظرية وتنفيذ مهاراتها الأدائية وتمثل اتجاهاتها الإيجابية.

نأمل من أبنائنا المتدربين أن يستفيدوا الاستفادة القصوى علمياً ومهنياً من هذه الوحدة في دراستهم وفي حياتهم العملية.

والله الموفق،،،

أهـداف الوحـدة التدريبيـــة

بعد ممارسة أنشطة وفعاليات هذه الوحدة يتوقع من المتدرب أن يكون قادراً على أن:

الأهـداف الخاصـــة	الأهـداف السلوكيـــة	
1- يبنـــــــي دارة (مذبـــذب) مـــولد النبضات باستخدام الترانزســـــتور الأحـــــــادي الوصلة UJT.	1-1	يتعرف التركيب البلوري للترانزستور الأحادي الوصلة UJT وآلية عمله.
	2-1	يتعرف مواصفات الترانزستور الأحادي الوصلة UJT.
	3-1	يتعرف رمز وأقطاب الترانزستور الأحادي الوصلةUJT وطريقة فحصه.
	4-1	يراعي قواعد الأمن والسلامة المهنية.
	5-1	يفحص عناصر دارة مولد النبضات باستخدام جهاز الأفوميتر.
	6-1	يختار عناصر الدارة حسب المخطط.
	7-1	يبني دارة مولد النبضات.
	8-1	يقيس متغيرات الدارة (جهود – إشارات).
2- يبنـــي دارة مـــولد النبضات باستخدام الترانزســـــتور الأحـادي الوصـلة المبرمج PUT.	1-2	يتعرف التركيب البلوري للترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج والية عمله.
	2-2	يتعرف مواصفات الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج PUT.
	3-2	يتعرف رمز وأقطاب الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج وطريقة فحصه.
	4-2	يتعرف آلية عمل دارة مولد النبضات باستخدام الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج PUT.
	5-2	يراعي قواعد الأمن والسلامة المهنية.
	6-2	يفحص عناصر دارة مولد النبضات باستخدام جهاز الأفوميتر.
	7-2	يختار عناصر الدارة حسب المخطط.
	8-2	يبني دارة مولد النبضات.
	9-2	يقيس متغيرات الدارة (جهود – إشارات).
	10-2	يسجل نتائج القياس.

الجزء الأول

المعلـومـــات الفنيـــة النظـــريـة

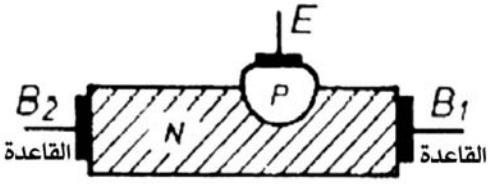
1- الترانزستور الأحادي الوصلةU.J.T:

يُعد الترانزستور الأحادي الوصلة UJT من العناصر الهامة الشائعة الاستعمال في دارات توليد النبضات. ومصطلح U.J.T هو اختصار للعبارة الإنجليزية Unijunction Transistor.

1-1- التركيب البلوري للترانزستور الأحادي الوصلة:

يتكون الترانزستور الأحادي الوصلة (UJT) شكل (1) من قضيب من السيليكون من نوع (N-type) حيث يتم وضع وصلتين في نهايتيه لتشكيل القاعدتين (B1&B2).

يتم حقن طبقة من السليكون نوع P-type في نقطة متوسطة بين القاعدتين تكون أقرب إلى القاعدة (B1) منها إلى القاعدة (B2) لتشكيل باعث الترانستور أو مطعم بشكل خفيف بقضيب من الألمنيوم ذي مقاومة عالية مزود بلامسات أومية (معدنية) عند كلا الطرفين للتوصيل بالدارة الكهربائية، وتسمى وصلتا الطرفين القاعدة (B1) والقاعدة (B2). ويعمل قضيب الألمنيوم كسبيكة من نوع (P-type) وهذه المنطقة هي الباعث Emitter.

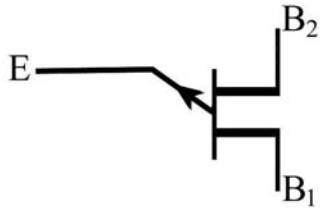


شكل (1)
التركيب البلوري لترانزستور أحادي الوصلة

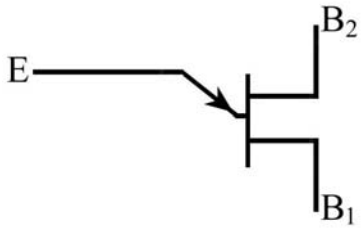
1-2- رمز الترانزستور الأحادي الوصلة:

شكل (2) يوضح رمز الترانستور في الدارات الإلكترونية وعلى النحو التالي:

- ترانزستور أحادي الوصلة UJT ذو قناة موجبة شكل (2- أ).
- ترانزستور أحادي الوصلة UJT ذو قناة سالبة شكل (2- ب).



أ- ترانزستور أحادي الوصلة UJT ذو قناة موجبة



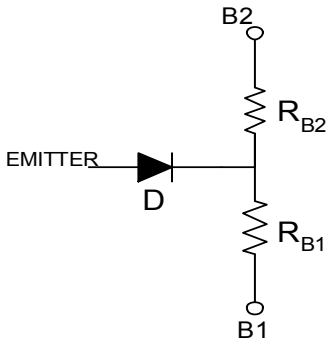
ب- ترانزستور أحادي الوصلة UJT ذو قناة سالبة

شكل (2)
رمز ترانزستور أحادي الوصلة

3-1- الدائرة المكافئة للترانزستور الأحادي الوصلة:

شكل (3) يبين الدارة المكافئة للترانزستور الأحادي الوصلة حيث تتكون الدارة المكافئة من:

- مقاومة R_{B1} تتشكل بين الباعث (E) والقاعدة (B1).
- مقاومة R_{B2} تتشكل بين الباعث (E) والقاعدة (B2).
- ثنائي الباعث (E).

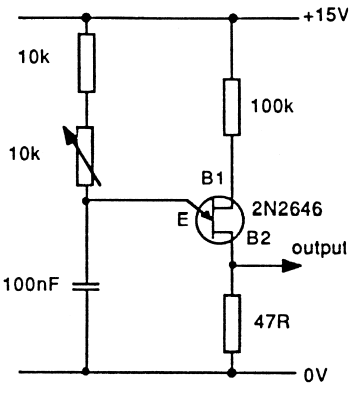


شكل (3)
الدارة المكافئة لترانزستور أحادي الوصلة

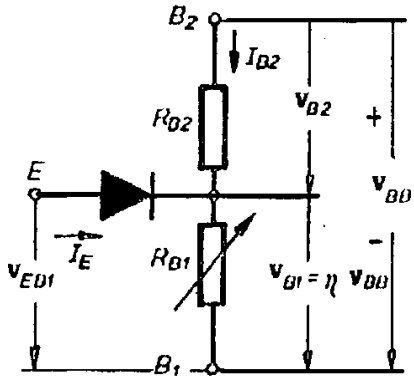
4-1 آلية عمل الترانزستور الأحادي الوصلة:

يبين شكل (4) الدائرة الأساسية لترانزستور أحادي الوصلة (UJT)، ومن خلال الدارة المكافئة للترانزستور شكل (5) يمكن توضيح آلية عمل الترانزستور كما يلي.

- يطبق جهد التغذية (V_{BB}) بين القاعدتين على أن يكون انحياز (استقطاب) (B_2) موجبا بالنسبة إلى (B_1)، وعلى ذلك يصبح جهد الوصلة (V_{B1}) بين الباعث والقاعدة عبارة عن جزء من جهد التغذية (V_{BB}).
- عندما ($V_{in} = 0$) في هذه الحالة ستكون (V_E) مساوية للصفر. عند ذلك يكون الباعث منحازا عكسيا، ويكون التيار الجاري في الوصلة تيار تسريب الباعث فقط، وهو تيار صغير جدا (عدد قليل من الميكرو أمبيرات).



شكل (4)
الدارة الأساسية لترانزستور أحادي الوصلة



شكل (5)
الدارة المكافئة لترانزستور أحادي الوصلة

يبقى ثنائي الباعث منحازا عكسيا حتى تزداد (V_{in}) إلى قيمة أكبر بقليل من (V_{EB1})، ويبدأ الثنائي بالتوصيل، ويبدأ تيار الباعث بالجريان، ويمكن الحصول على قيمة (V_{EB1}) من العلاقة: $V_{EB1} = \left(\frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}} \right) \times V_{BB}$

وبما أن $R_{BB} = R_{B1} + R_{B2}$

إذاً $V_{EB1} = \left(\frac{R_{B1}}{R_{BB}} \right) \times V_{BB}$

$$V_{EB1} = \eta V_{BB}$$

حيث η (آيتا) هي نسبة مقسم الجهد، وتسمى نسبة الثبات الأصيلة (Intrinsic stand off ratio) (وتقع قيمتها بين 0.5 و 0.8).

أي أنه لكي يبدأ الترانزستور في العمل يجب أن يكون : $V_E = V_P \geq V_{EB1} + V_D$
$V_D = V_\gamma = 0.7$

وتسمى V_P جهد نقطة الذروة (Peak voltage value) وتعطى بالمعادلة:

$$V_P = V_{EB1} + V_D$$
$$\because V_{EB1} = \eta V_{BB}$$
$$\therefore V_P = \eta V_{BB} + V_D$$

حيث:

V_P هي فولتية القمة التي تسبب التوصيل

η هي نسبة الثبات الأصيلة (بين 0.5 و 0.8)

V_{EB1} هي الجهد بين الباعث والقاعدة B_1

V_D هي الجهد عبر وصلة PN (0.7 Volt للسيليكون)

(VBB) هو مصدر الجهد بين (B2) و (B1)

بعبارة أخرى عندما تكون ($V_E = V_P \geq V_{EB1} + V_D$) يكون الباعث منحازاً أمامياً، ويجري تيار الباعث (I_E). مما يدفع الترانزستور UJT إلى حالة التوصيل، وبالتالي زيادة تيار الباعث فينقص الجهد على (R_{B1}) ونحصل على خواص مقاومة سالبة.

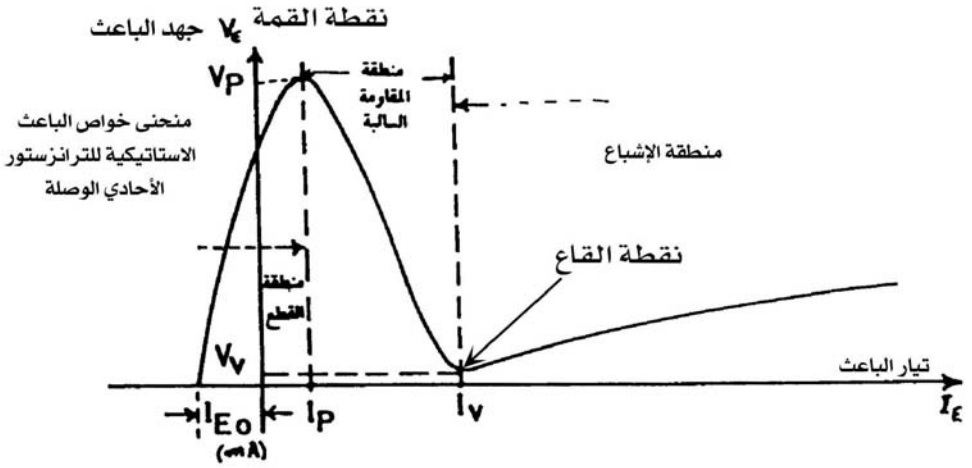
لاحظ أنه أشير إلى (R_{B1}) كمقاومة متغيرة للدلالة على ظاهرة انخفاض الجهد مع ارتفاع تيار الباعث (I_E).

5-1 منحنى خواص الباعث:
Emitter characteristic curve

شكل (6) يبين ثلاث مناطق على منحنى الخواص:

1-5-1 منطقة القطع:

حيث يكون فيها الباعث منحازا عكسيا. فكلما زاد الجهد (V_{in}) يزداد تيار الباعث (I_E)، وتنتهي هذه المنطقة عندما يصل الجهد المطبق إلى نقطة القمة(Peak point).



شكل (6)
منحنى الخواص الاستاتيكي للباعث

2-5-1 منطقة المقاومة السالبة Negative resistance:

عند الوصول إلى نقطة القمة، يبدأ أحادي الوصلة بزيادة كبيرة في التيار ونقصان في فقد الجهد بين الباعث والقاعدة (B_1)، وهكذا فزيادة (I_E) تنقص المقاومة (R_{B1}) مما يسبب انخفاض (V_{B1}) وبالتالي (V_E). وهذا يعني أنه كلما زادت (I_E) ينخفض الجهد (V_E) مما يسبب ظهور منطقة المقاومة السالبة Negative resistance.

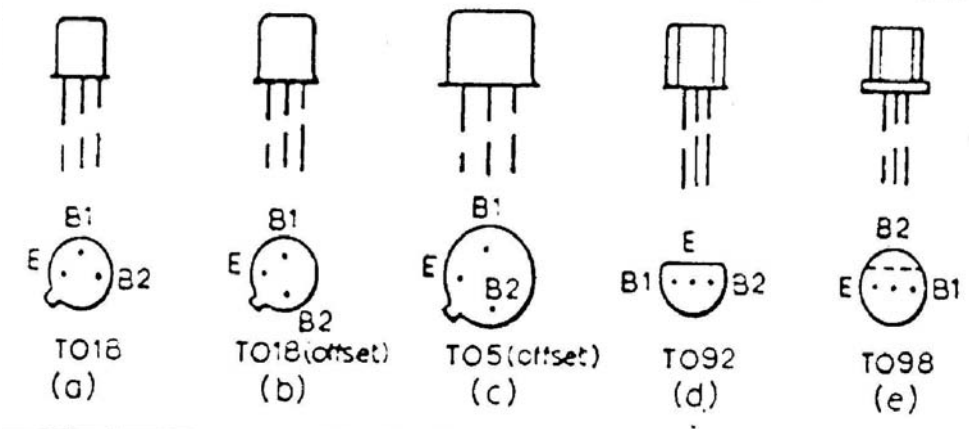
3-5-1 منطقة تشبع المنطقة:

عندما يزداد (I_E) عن I_V (النقطة الدنيا) ستبدأ قيمة (V_E) بالزيادة ببطء نتيجة للزيادة الكبيرة في (I_E) وتسلك الدائرة سلوك المقاومة الموجب، حيث يزداد الجهد ببطء مع زيادة التيار. وتحدث النقطة الدنيا عادة عند عدد قليل من المللي أمبير، عند حوالي (1.5) فولت، وعند جهد يدعى (V_V) وهو حوالي Volt1.5.

1-6- مواصفات الترانزستور الأحادي الوصلة UJT:

أ- أشكال وأطراف الترانزستورات الأحادية الوصلة UJT:

تصنع الترانزستورات الأحادية الوصلة بأحجام صغيرة، ولهذه الترانزستورات ثلاثة أطراف، ،لكن الأطراف عادة ترتب بطريقة مختلفة عن ترانزستور ثنائي الوصلة. وشكل (7) يبين أشكال وأطراف الترانزستورات الأحادية الوصلة.



شكل (7)

أشكال وأطراف الترانزستورات الأحادية الوصلة

ب- الجهود النموذجية لترانزستورات أحادية الوصلة تقع بين (30-35) فولت، ويمكن أن تصل إلى 60 volt، ومعدل تيار القمة للباعث حوالي اثنين أمبير.

ج- معدل درجة حرارة الوصلة العظمى (150-200) درجة مئوية للترانزستورات ذات الغلاف المعدني و(100-140) درجة مئوية للأنواع البلاستيكية.

ويبين جدول (1) مواصفات النرانزستور الأحادي الوصلة UJT.

جدول (1)

مواصفات الترانزستور الأحادي الوصلة Silicon Unijunction Transistors (UJT)

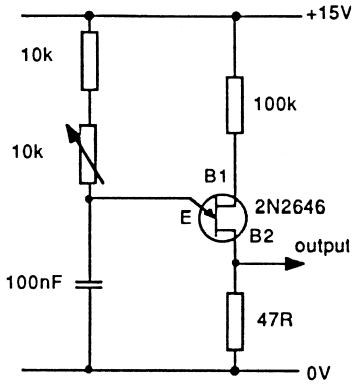
رقم الترانزستور PART NO.	نسبة المقاومة الداخلية R_{BBO} Interbase Resistance @V_{BB}=3V I_E=0 (KOhms)	نسبة الثبات الأصلية η Ιντρινσιc Standoff Ratio @VBB=10V	التيار عند النقطة الدنيا I_v Valley Current Min. (mA)	تيار القمة I_p Peak Point Emitter Current Max. (μA)	جهد القمة للنبضة V_{OB1} Base One Peak Pulse Voltage Min. (V)	شكل الغلاف Package Style
2N489	4.7 - 6.8	62..51 -	8	12	--	TO- 5
2N490	6.2 - 9.1	62..51 -	8	12	--	
2N491	4.7 - 6.8	68..56 -	8	12	--	
2N1671	4.7 - 9.1	62..47 -	8	25	--	
2N2160	4.0 - 12.0	80..47 -	8	25	3	
2N2646	4.7 - 9.1	75..56 -	4	5	3	TO- 18
2N2647	4.7 - 9.1	82..68 -	8	2	6	

7-1- آلـية عمـل الترانزسـتور الأحـادي الوصـلة كمـولد للنبـضات (مذبـذب ارتخاء):

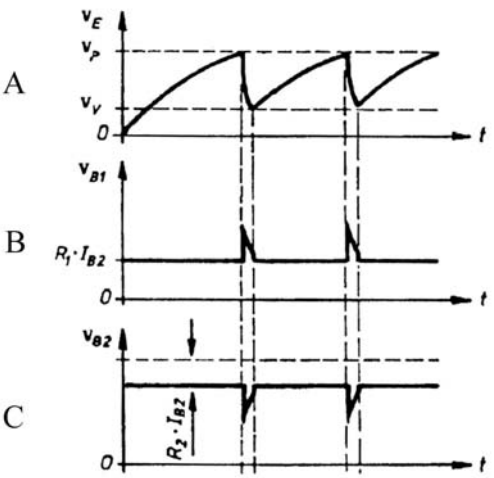
شـكل (8) يبـين دارة مـولد للنبـضات، فـي اللحظـة الأولـى، يكـون مقـدار الـشحنة علـى المكـثف صـفراً، وتكـون (V_E=V_C=0). وبالتالـي يكـون ثنائـي الـباعث أحـادي الوصـلة منحازا عكسيا والتيار الأحادي الجاري سيكون تـيار التـسرب العكـسي للـباعث (I_{EO})، وفـي الـوقت نفسه تكون (R_{B1}) عند قيمتها العظمى، وهكـذا يعـد الـباعث دارة مفـتوحة ($I_E = 0$) ولا يكون ترانزستور أحادي الوصلة موصلاً.

بعد اللحظـة الأولـى يبدأ المكثف (C) بالشحن عبـر المقاومـة (R) حتـى تـصل الـشحنة عبـر المكـثف إلـى (V_P)،عـند ذلـك يـصبح ثنائـي الباعث منحازاً أمامياً ويبدأ ترانزستور أحادي الوصـلة بالتوصـيل، حـيث تقـل (R_{B1}) إلـى حوالـي (20) أوم. وبالتالـي يفـرغ المكـثف الـشحنة بـسرعة عبـر مقاومـة وصـلة ثنائـي الـباعث الـصغيرة (R_{B1} و R) الأمـر الـذي ينتج نتوءات بارزة موجبة عند ($R1$) ونتوءات بـارزة سـالبة عـند ($R2$)، ويبـين الـشكل (9) أشكال الموجات المختلفة.

يمكن التحكم في تردد الذبذبة عن طريق تغيير الـثابت الزمنـي للـشحن (RC)، ولكـن تـوجد حـدود لتغيـر (R) لأنـه إذا كانـت قـيمة (R) صـغيرة جداً فإن الوصلة ستصبح موصلة بدون تقطعـات (Turn-off)، ومـن جهـة أخـرى إذا كانـت (R) كبيرة جدا، فإنه لن يكون هناك تيار باعـث كـاف لـيجعل الوصـلة الأحاديـة تـبدأ التوصيل.



شكل (8)
دارة مولد النبضات



A – الشحن والتفريغ عند المكثف
B- نبضات صغيرة عند القاعدة B2
C- خرج الدارة عند القاعدة B1

شكل (9)
أشكال الموجات (الإشارات) لدارة مولد النبضات

2- الترانزســـتور الأحـــادي الوصـــلة المبرمج:

Programmable Unijunction Transistor (PUT)

التــركيب الــبلوري للترانزســتور الأحــادي الوصــلة المبــرمج يــشبه التــركيب الــبلوري للثيراستور شكل (10) وهو عنصر ذو أربع طبقات شبيه بالثايرستور.

2-1- رمــز الترانزســتور الأحــادي الوصــلة المبرمج:

يبين شكل (11) رمز الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج.

2- 2- آلــية عمــل الترانزســتور الأحــادي الوصلة المبرمج (PUT):

يستخدم للقيام بذات الوظائف التي يقوم بها الترانزســتور الأحــادي الوصــلة. الفــارق الرئيــسي بــين الـــ UJT و PUT هــو إمــكانية برمجة PUT بحيث يصبح له جهد ذروة معينة (قمة محددة) باستخدام مجزئ جهد مقاومي في دارة البوابة فيتحدد بذلك جهد القدح (شبيه بفكرة مقاومة القاعدة المجزئة في UJT).

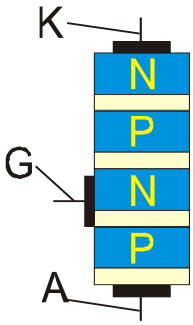
زمن التبديل في PUT تقريبا هو عشر مرات أسرع مما هو في UJT وجهد القاعدة في PUT أكثر استقرارا مما هي عليه في UJT، عندما يصبح PUT منحـــازا عكسياً تكون مقاومته صغيرة جدا.

جميع هذه الخصائص تجعل PUT مفيدا جدا.

يبين شكل (12) دائرة مكافئة الترانستور الأحادي الوصلة المبرمج.

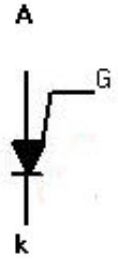
لاحظ أن الدخل مطبق على بوابة PUT وأن البوابة موصولة إلى جهد ثابت معين محدد بمقسم الجهد المؤلف من R1 و R2.

لاحظ أيضا الشبه ما بين رمز PUT ورمـــز ثايرستور البوابة السالبة.



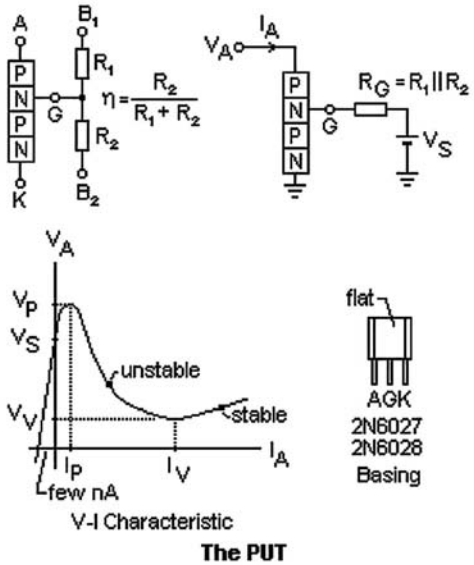
شكل (10)

التركيب البلوري للترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج



شكل (11)

رمز الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج



الشكل (12)

دارة انحيازات الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج

2-3- مواصفات الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج:

جدول (2) يبين مواصفات الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج.

جدول (2)
مواصفات الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج
Programmable Unijunction Transistor (PUT)

رقم الترانزستور PART NO	جهد (البوابة – الأنود) الأعظم Gate to Anode Reverse Voltage Max. (V)	تيار الأنود الأعظم DC Anode Current Max. (mA)	تيار التسريب الأعظم I_{GAO} Leakage Current @40V Max. (nA)	القيمة الصغرى لتيار القاع I_V Valley Current Min. @R_G =10k (μA)	جهد الخرج الأصغر V_o Output Voltage Min. (V)
2N6027	40	150	10	70	6
2N6028	40	150	10	25	6

2-4 آلـــية عمـــل دارة مذبـــذب باســـتخدام الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج:

يبـــين شـــكل (13) دارة مذبـــذب باســـتخدام الترانستور الأحادي الوصلة المبرمج.

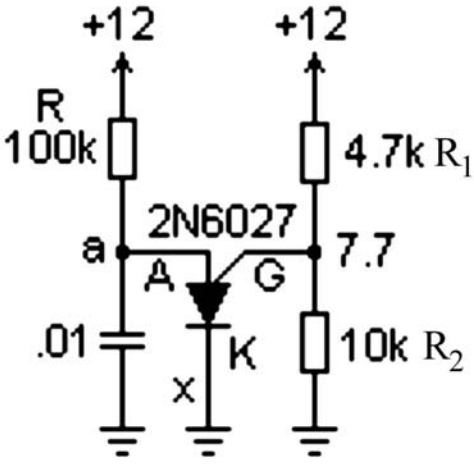
عند تطبيق الجهد يبدأ المكثف بالشحن إلى جهد القمـــة عبـــر المقاومـــة R، وبعـــد ذلـــك يفـــرغ خلال الـ PUT.

المقاومة R يجب أن تكون كبيرة إلى حد كاف لتحدد التيار ليكون أقل من (I_V) في الدارة، شكل (13).

لن يحدث التذبذب إذا قلت المقاومة إلى 68k، التيار يتم إيجاده من خلال المقاومة (R_G)، ويمكن إيجاد قيمتها من العلاقة: $R_G = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

عندما $R_G = 1M\Omega$ فإن التيار المار يكون حوالي 18 μA, for إذا كانت المقاومة R2 مساوية 10k هذه الدارة تعطينا فترة زمنية حوالي 1.26 ms.

و يتم أخذ الخرج عند النقطة a



شكل (13)
دارة مذبذب باستخدام الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج

3- قواعد الأمن و السلامة المهنية:(safety & vocational Rules)

1- ارتداء ملابس العمل والوقاية الشخصية.
2- تنظيم وترتيب مكان العمل.
3- قراءة تعليمات وإرشادات الشركات الصانعة.
4- فصل التغذية الكهربائية قبل توصيل أية تجربة واستدعاء المشرف على التدريب.
5- عند توصيل الدارات الإلكترونية لا تترك العناصر والأسلاك دون تثبيت فقد يؤدي تحريكها إلى توليد نبضات شاردة ينجم عنها إتلاف العناصر الإلكترونية.
6- راجع التوصيلات واتجاه تركيب القطع الإلكترونية قبل استخدامها لأن تغيير الاتجاه يؤدي فورا إلى إتلاف العناصر ويؤدي إلى حرائق أحيانا أو انفجار للقطع الإلكترونية مثل المكثفات والثنائيات والدارات المتكاملة.

الجزء الثاني

تمـــارين التـــدريـب العملـــي

اسم التمرين: بناء دارة مولد النبضات باستخدام ترانزستور أحادي الوصلة UJT. **رقـم التمرين: (1)**

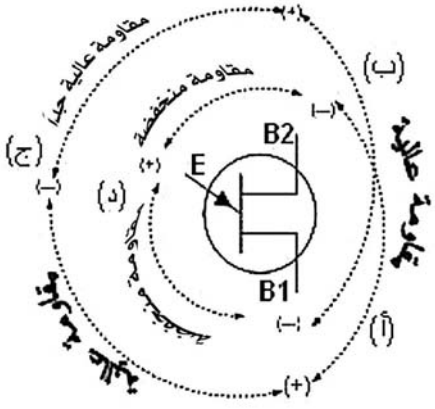
الأهداف التدريبية: يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص الترانزستور أحادي الوصلة UJT.
2- يبني دارة مولد النبضات باستخدام ترانزستور أحادي الوصلةUJT.
3- يقيس متغيرات الدارة من جهود وتيارات.
4- يقيس ويرسم إشارة الدخل والخرج.

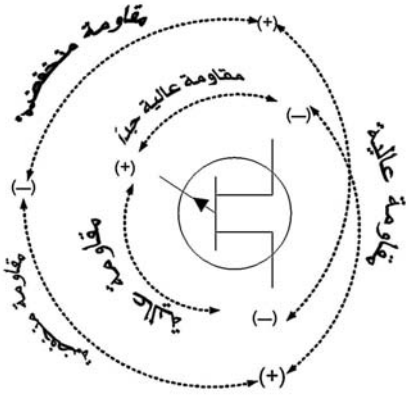
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- جهاز أفوميتر.
2- ترانزستور2N2646 أو ما يعادله.
3- أسلاك توصيل.
4- جهاز أوسلوسكوب ذو قناتين.
5- مولد قدرة من 0 إلى 30 فولت AC/DC.
6- مقاوماتwatt 1/2 (10k Ω, 100K Ω, 47 Ω,).
7- مقاومة متغيرة 10k Ω.
8- مكثف 16 volt(10nF).

خطوات تنفيذ التمرين:

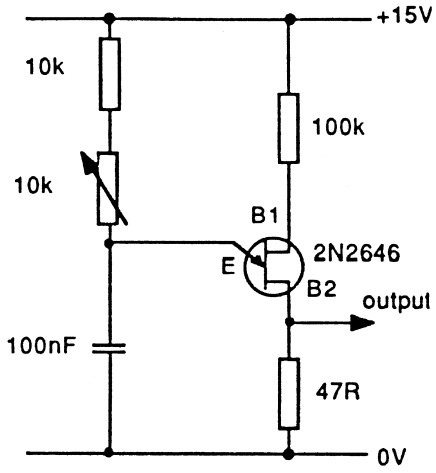
الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
- جهز التسهيلات اللازمة للتنفيذ. 1- افحص الترانزستور أحادي الوصلة UJT. أولا: افحص الترانزستور أحادي الوصلة ذا القناة السالبة باتباع الخطوات الآتية: أ- ضع جهاز الفولتميتر الإلكتروني على وضعية الأوم وقس المقاومة بين القاعدة الأولى والقاعدة الثانية بحيث تضع الطرف الموجب للجهاز (+) على القاعدة الأولى والطرف السالب للجهاز (-) على القاعدة لثانية ستجد أن المقاومة قيمتها عالية كما هو موضح في النقطة (أ)، شكل (16).	

شكل (16)
فحص الترانزستور الأحادي الوصلة ذي القناة السالبة

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
ب- اعكس القطبية، بحيث تضع الطرف السالب للجهاز (-) على القاعدة الأولى و الطرف الموجب للجهاز (+) على القاعدة الثانية على الأرجح تكون المقاومة في كلتا الحالتين متساوية عالية كما هو موضح في النقطة (ب)، شكل (16). ج- ضع الطرف السالب للجهاز (-) على الباعث والطرف الموجب للجهاز على القاعدة الأولى (+)، واحسب المقاومة بين Emitter و Base1 ، ثم كرر العملية بين Emitter و.Base2، ستجد كلتا القراءتين تؤشران على قيمة عالية و متساوية للمقاومة كما هو موضح في النقطة (ج) شكل (16). د- ضع الطرف الموجب للجهاز (+) على الباعث والطرف السالب (-)على القاعدة الأولى ثم قس المقاومة ثم ضع الطرف الموجب للجهاز (+) علىEmitter والطرف السالب على القاعدة الثانية، واحسب المقاومة بين Emitter و Base1، و المقاومة بينEmitter و Base2 فإن كلتا القراءتين سوف تؤشران على قيمة صغيرة و متساوية للمقاومة كما هو موضح في النقطة (د) شكل (16). ثانيا: افحص الترانزستور الأحادي الوصلة ذي القناة السالبة: كرر الخطوات السابقة مع مراعاة الأقطاب للترانزستور الأحادي الوصلة ذي القناة السالبة كما يوضح شكل (17). ضع المجسات على الأطراف وقيم المقاومة بين أطراف الترانزستور UJT.	 **شكل (17)** **فحص الترانزستور الأحادي الوصلة ذي القناة الموجبة**

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

2- صل دارة مولد النبضات باستخدام ترانزستور أحادي الوصلة UJT كما موضح في شكل (18).



شكل (18)

3- صل جهاز راسم الإشارة القناة الأولى عبر المكثف والقناة الثانية بنقطة الخرج. شكل (19).

4- ارسم شكل إشارة الخرج (V_L) كما تراها على شاشة الأوسلوسكوب.

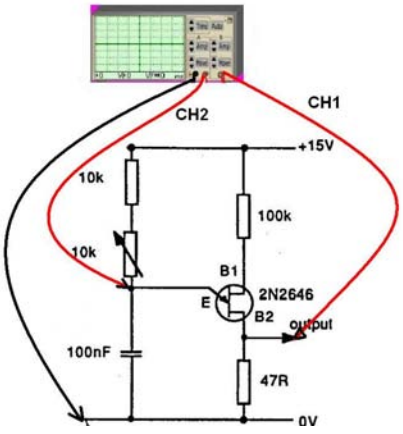
5- قس واحسب زمن تردد إشارة الخرج.

6- قس جهود انحيازات الترانزستور عند النقاط B1,B2,E و الأرض.

VB1=.....

VB2=.....

VE=.....



شكل (19)

8- غير قيمة المقاومة المتغيرة (10k) من 2kΩ، إلى 10kΩ، ثم أعد الخطوات (4) (5) (6).

9- احسب التردد وجهد القمة إلى القمة عند كل تردد، وسجل النتائج في الجدول (3).

جدول (3)

نتائج القياس

قيمة المقاومة المتغيرة بالكيلو اوم	التردد F	جهد الخرج Vp-p
2		
4		
6		
8		
10		

اسم التمرين: بناء دارة مولد النبضات باستخدام ترانزستور أحادي الوصلة المبرمج PUT. **رقـم التمرين: (2)**

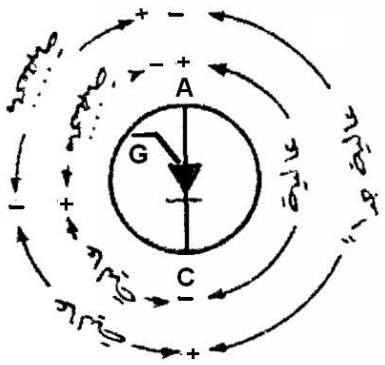
الأهداف التدريبية: يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج PUT.
2- يبني دارة مولد النبضات باستخدام ترانزستور أحادي الوصلة المبرمج PUT.
3- يقيس متغيرات الدارة من جهود وتيارات.
4- يقيس ويرسم إشارة الدخل والخرج.

التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- جهاز أفوميتر.
2- أسلاك توصيل.
3- جهاز اوسلوسكوب ذو قناتين.
4- مولد قدرة من 0 إلى 50 فولت AC/DC.
5- مقاومات 1/2watt (100Ω ,20k Ω ,510K Ω, 10K Ω)
6- مكثف 16 volt(0.047µF)
7- ترانزستور أحادي الوصلة المبرمج 2N6027, أو ما يعادله.
8- ترانزستور MPS6516 أو ما يعادله.

خطوات تنفيذ التمرين:

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1- افحص الترانزستور أحادي الوصلة المبرمج كالآتي: أولا: افحص الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمجPUT باستخدام الأوميتر بنفس الآلية في فحص الترانزستورUJT، مع مراعاة وضعية الأقطاب (القطب الموجب للأوميتر والقطب السالب)، شكل (20).	

شكل (20)
فحص الترانزستور الأحادي الوصلة باستخدام الأوميتر

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

ثانيا: افحص الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج باستخدام دارة إلكترونية:

يبين شكل (21) دارة فحص الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج وذلك كما يلي:

أ- أغلق المفتاح S2 ثم لاحظ:

- اللمبة تضيء إذاً الترانزستور تالف، قم باستبداله.
- اللمبة غير مضيئة (احتمال الترانزستور سليم اذهب للخطوة (ب).

ب- أغلق المفتاح S1 (مفتاح البوابة) ثم لاحظ:

- اللمبة سوف تضيء (إضاءة كاملة).ما يعني أن الترانزستور سليم.
- اللمبة مطفأة إذاً الترانزستور تالف، قم باستبداله. (فهذا يعني أن الترانزستور تالف لوجود دارة مفتوحة بين الأنود والكاثود).

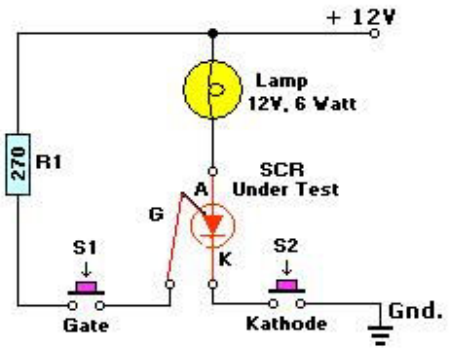
ج- افتح المفتاح S1 ثم لاحظ:

- اللمبة ظلت مضيئة.إذاً الترانزستور سليم.
- اللمبة انطفأت بعد فتح المفتاح S1 فقط. إذاً الترانزستور تالف، قم باستبداله.

د- اللمبة تنطفئ عندما يكون المفتاح S1 و S2 مفتوحا لحظيا.

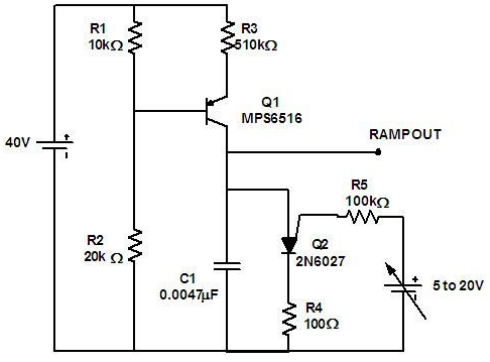
2- صل دارة مولد النبضات باستخدام الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج PUT، شكل (22).

3- صل أجهزة قياس الجهد، شكل (22).



شكل (21)

دارة فحص الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج



شكل (22)

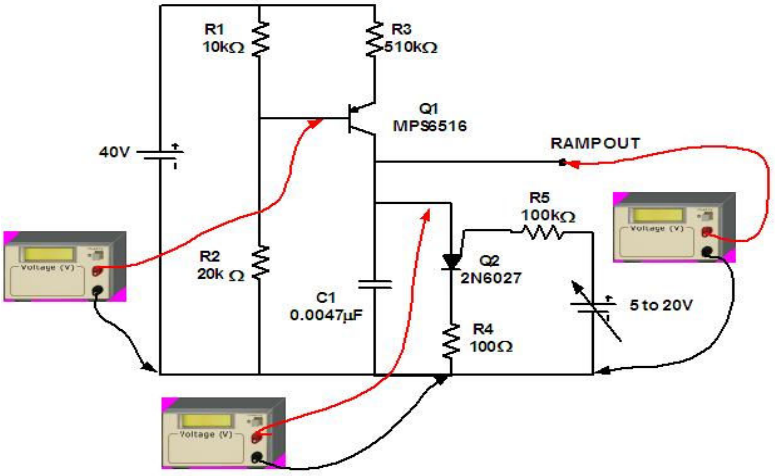
الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

4- قـــس الجهـــود عـــند الـــنقاط الموضـــحة، شكل (23).

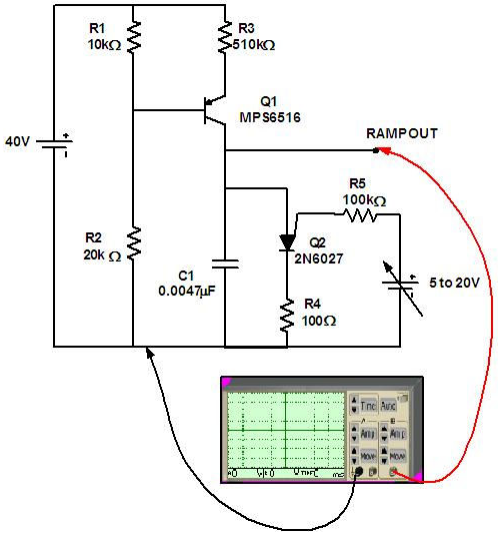
VB=.....

VA=.....

VO=.....



شكل (23)



شكل (24)

5- صـل إحـدى قـنوات جهـاز الأوسلوسـكوب بالدارة، شكل (24).

6- ارسم شكل إشارة الخرج كما تراها على شاشة الأوسلوسكوب.

7- قس واحسب زمن وتردد إشارة الخرج.

T=.....

F= .....

الجزء الثالث

تمـــارين الممارســـة العمليـــة

اسم التمرين: بناء دارة مولد النبضات باستخدام ترانزستور أحادي الوصلة. **رقـم التمرين: (1)**

الأهداف التدريبية: يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص الترانزستور الأحادي الوصلة UJT.
2- يبني دارة مولد النبضات باستخدام ترانزستور أحادي الوصلةUJT.
3- يقيس متغيرات الدارة من جهود وتيارات.
4- يقيس ويرسم إشارة الدخل والخرج.

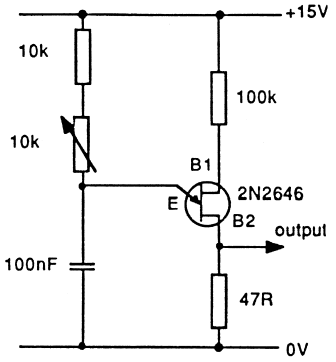
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- جهاز أفوميتر.
2- ترانزستور2N2646 أو ما يعادله.
3- أسلاك توصيل.
4- جهاز أوسلوسكوب ذو قناتين.
5- مولد قدرة من 0 إلى 30 فولت AC/DC.
6- مقاومات1/2 watt (10k Ω, 100K Ω, 47 Ω,).
7- مقاومة متغيرة 10k Ω.
8- مكثف 16 volt(10nF).

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- فحص الترانزستور الأحادي الوصلة UJT.
2- بناء دارة مولد النبضات باستخدام ترانزستور أحادي الوصلةUJT، شكل (25).
3- قياس متغيرات الدارة من جهود وتيارات.
4- قياس ورسم إشارة الدخل والخرج.

الرسم التنفيذي للتمرين:



شكل (25)

اسم التمرين: بناء دارة مولد النبضات باستخدام الترانزستور أحادي الوصلة المبرمج. **رقـم التمرين: (2)**

الأهداف التدريبية: يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج PUT.
2- يبني دارة مولد النبضات باستخدام ترانزستور أحادي الوصلة المبرمج PUT.
3- يقيس متغيرات الدارة من جهود وتيارات.
4- يقيس ويرسم إشارة الدخل والخرج.

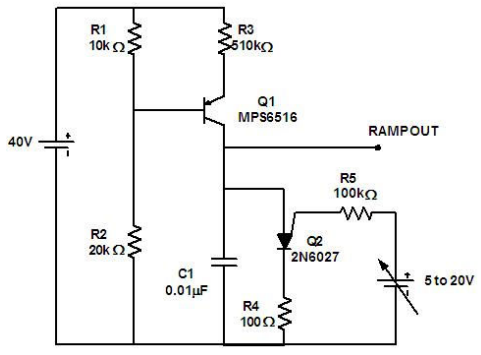
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- جهاز افوميتر.
2- أسلاك توصيل.
3- جهاز أوسلوسكوب ذو قناتين.
4- مولد قدرة من 0 إلى 50 فولت AC/DC.
5- مقاومات 1/2watt (100Ω ,20k Ω ,510K Ω, 10K Ω)
6- مكثف 16 volt(0.047µF)
7- ترانزستور أحادي الوصلة المبرمج 2N6027, أو ما يعادله.
8- ترانزستور MPS6516 أو ما يعادله.

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- فحص الترانزستور الاحادي الوصلة المبرمج PUT.
2- بناء دارة مولد النبضات باستخدام الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج PUT، شكل (26).
3- قياس متغيرات الدارة من جهود وتيارات.
4- قياس ورسم إشارة الدخل والخرج.

الرسم التنفيذي للتمرين:



شكل (26)

الجزء الرابع

تقـــويم الوحـــدة التدريبيـــة

الاختبـــار النظـــري

س1- ضـع علامـة (✓) أمـام العبارات الـصحيحة، وعلامـة خطـأ (X) أمـام العبارات الخاطـئة فيما يأتي:

أ- يُعـد الترانزسـتور الأحـادي الوصـلة UJT مـن العناصـر الهامـة الـشائعة الاسـتعمال في دارات التكبير. ( )

ب- η (آيتا) هي نسبة تسمى نسبة الثبات الأصيلة. ( )

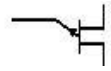
ج- تـصنع الترانزسـتورات الأحاديـة الوصـلةUJT بأحـجـام صـغيرة، ولهـذه الترانزستورات أربعة أطراف. ( )

د- الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج PUT هو جهاز ذو أربع طبقات شبيه بالثايرستور ( )

هـ- يُعـد الترانزسـتور الأحـادي الوصـلة UJT مـن العناصـر الهامـة الـشائعة الاسـتعمال فـي دارات توليد النبضات ( )

س2- أكمل فراغ كل فقرة من الفقرات التالية بكلمة واحدة فقط:

أ- في منطقة القطع لترانزستور UJT يكون الباعث منحازاً.....

ب-  هو رمز الترانزستور.....

.....UJTج- معدل درجة الحرارة العظمى لترانزستور

د- المقاومـة بـين القاعـدة الأولـى والقاعـدة الثانـية لترانزسـتور أحـادي الوصـلة UJT ذات قيمة.....

هـ- الترانزستور الأحادي الوصلة المبرمج PUT يشبه الثايرستور ذا البوابة.....

س3- ضع دائرة حول الحرف الدال على الإجابة الصحيحة لكل عبارة مما يأتي:

1- ترانزستور أحادي الوصلة UJTعنصر ذو:

أ- ثلاث طبقات.

ب- أربع طبقات.

ج- طبقتين.

د- طبقة واحدة.

2- ترانزستور أحادي الوصلة PUTعنصر ذو:

أ- ثلاث طبقات.

ب- أربع طبقات.

ج- طبقتين.

د- طبقة واحدة.

3- عندما يكون الـــ UJT في حالة التوصيل، تكون المقاومة بين الباعث والقاعدة الثانية:

أ- كبيرة.

ب- متوسطة.

ج- منخفضة.

د- تساوي الصفر.

4- في منطقة القطع Cut-off region يكون الباعث:

أ- منحازا انحيازا أمامياً.

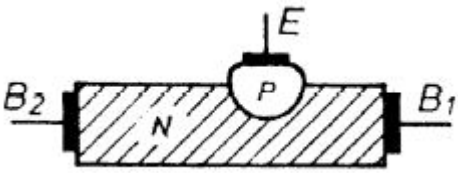
ب- ذا مقاومة منخفضة.

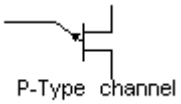
ج- منحازا انحيازا عكسيا.

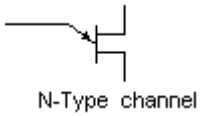
د- المقاومة تساوي الصفر.

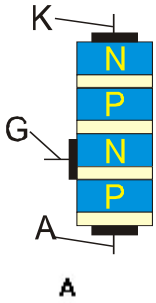
س4- اكتب رقم الشكل من المجموعة (ب) أمام المسمى الصحيح له من المجموعة (أ):

رقم العبارة	مجموعة (أ) اسم المصطلح/ الرمز	الإجابة	رقم الشكل	مجموعة (ب) شكل المصطلح/ الرمز
( )	رمز ترانزستور UJT		1	
( )	التركيب البلوري لترانزستور PUT		2	
( )	رمز ترانزستور PUT		3	
( )	التركيب البلوري لترانزستور UJT		4	



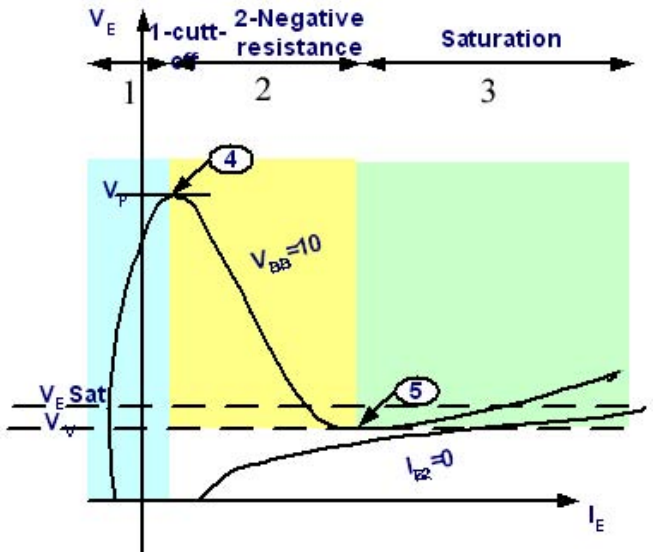






س5- اكتب رقم الجزء الذي يشير إليه السهم في شكل (27) من المجموعة (ب) أمام اسمه من المجموعة (أ) مما يلي:

رقم السهم	مجموعة (أ) اسم المصطلح/ الرمز	مجموعة (ب) شكل المصطلح/ الرمز
( )	منطقة القطع	
( )	منطقة المقاومة السالبة	
( )	منطقة الإشباع	
( )	نقطة القمة	
( )	نقطة القاع	



شكل (27)

الاختبـــار العملـــي

اسم الاختبار: بناء دارة مولد النبضات باستخدام ترانزستور أحادي الوصلة UJT. **رقـم الاختبار: (1)**

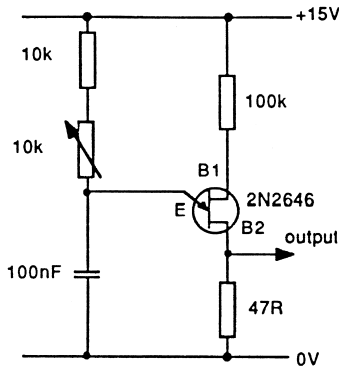
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- جهاز أفوميتر.
2- ترانزستور2N2646 أو ما يعادله.
3- أسلاك توصيل.
4- جهاز أوسلوسكوب ذو قناتين.
5- مولد قدرة من 0 إلى 30 فولت AC/DC.
6- مقاومات1/2 watt (10k Ω, 100K Ω, 47 Ω,).
7- مقاومة متغيرة 10k Ω.
8- مكثف 16 volt(10nF).

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- افحص الترانزستور الأحادي الوصلة UJT.
2- صل الدارة حسب الشكل (28).
3- قس واحسب تردد إشارة الدخل والخرج.
4- قس واحسب جهد الدخل والخرج V_{P-P}.
5- ارسم إشارة الدخل والخرج.

الرسم التنفيذي للاختبار:



شكل (28)

اسم الاختبار: بناء دارة مولد النبضات باستخدام ترانزستور أحادي الوصلة المبرمجPUT. **رقـم الاختبار: (2)**

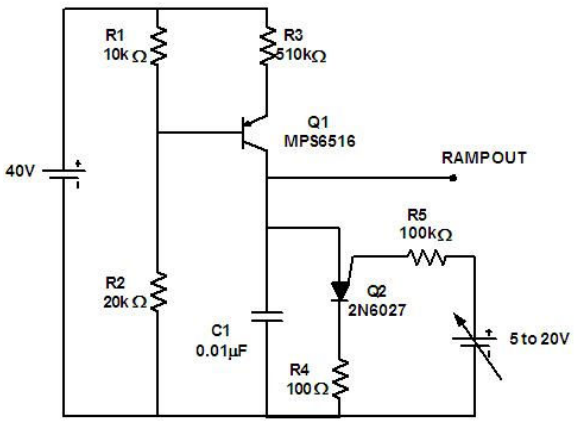
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- جهاز أفوميتر.
2- أسلاك توصيل.
3- جهاز أوسلوسكوب ذو قناتين.
4- مولد قدرة من 0 إلى 50 فولت AC/DC.
5- مقاومات 1/2watt (100Ω ,20k Ω ,510K Ω, 10K Ω)
6- مكثف 16 volt(0.047µF)
7- ترانزستور أحادي الوصلة المبرمج 2N6027, أو ما يعادله.
8- ترانزستور MPS6516 أو ما يعادله.

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- افحص الترانستور الأحادي الوصلة المبرمج PUT.
2- صل الدارة حسب الشكل (29).
3- قس واحسب تردد إشارة الدخل والخرج.
4- قس واحسب جهد الدخل والخرج V_{P-P}.
5- ارسم إشارة الدخل والخرج.

الرسم التنفيذي للاختبار:



شكل (29)

مسـرد المصطلحـات الفنيـــة

المصطلحات باللغة العربية	المصطلحات باللغة الإنجليزية
انحياز أمامي	Forward bias
انحياز عكسي	Reverse bias
باعث	Emitter
ترانزستور أحادي الوصلة المبرمج	The programmable PUT
ترانزستور أحادي الوصلة	Unijunction Transistor
شحنة سالبة	Negative charge
قواعد الأمن والسلامة	safety & vocational Rules
قيمة جهد القمة	Peak voltage value
مقاومة سالبة	Negative resistance
مقدرات ترانزستور أحادي الوصلة	UJT ratings
منحنى خواص الباعث	Emitter characteristic curve
نسبة الثبات الأصيلة	Intrinsic stand off ratio
نقطة القمة	Peak point
نوع – موجب	P-type
نوع- سالب	N-type

قائمـــــة المراجـــع والمصـــادر

أولاً: المراجع العربية:

1- **الدوائر الإلكترونية** ، الطبعة الأولى - د/ زياد القاضي/ سلطان قسس م/ إبراهيم غريب، دار الفكر للنشر والتوزيع،عمان- الأردن، 1991م

2- **هندسة النبضات وتشكيل الموجات الرقمية والتناظرية** - مظهر طايل، دار الراتب الجامعية،بيروت –لبنان، 1991م

3- **فن الإلكترونيات**، باول هورويتز،وينفليد هيل، ترجمة م/ عماد مصطفى /مراجعة حيان السيد، الطبعة الأولى،شعاع للنشر والعلوم، 1997م

4- **أساسيات إلكترونيات القوى**، الخدمات الإنمائية ، بيروت، وزارة التربية والتعليم ، إدارة المناهج، دولة البحرين،1991

5- **مجموعة محاضرات** - د/ عبد الرقيب أسعد، جامعة صنعاء،1993م

ثانياً: المراجع الأجنبية:

1- Jacob Mill man ,Christos C. Halkies, INTEGRATED ELECTRONICS ,London, McGraw-HILL BOOK COMPANY , 1971
2- JOHN E. UFFENBECK INTRODUCTION TO ELECTRONICS (Devices AND Circuits),U.S.A Prentice-Hall,Inc,Engllewood,Cliffs,1982
3- www.electronics-lab.com
4- www.hobbyprojects.com
5- www.electronickits.com
6- www.web-ee.com
7- www.hobby-elec.org
8- www.discovercircuits.com
9- www.arabelect.net
10- www.national.com
11- cdd.gotevot.edu.sa
12- www.nawatt.com
13- users.pandora.be