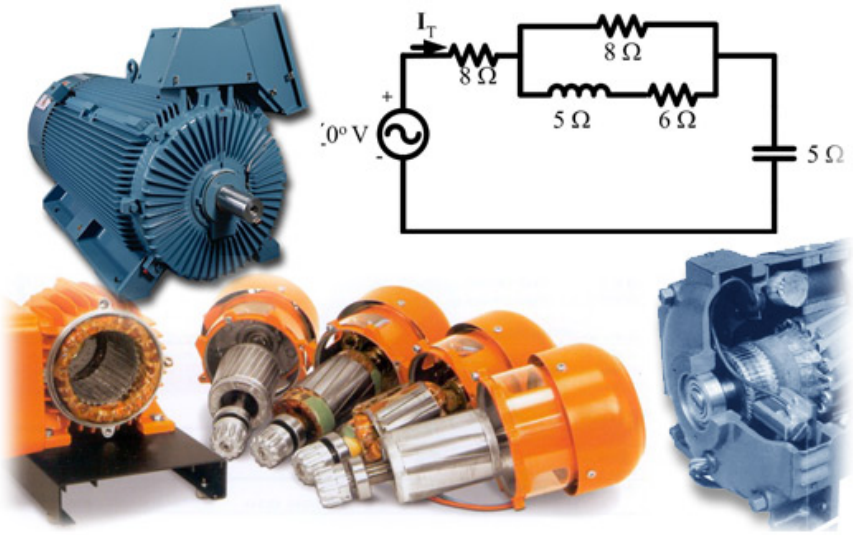
المملكـــة العربيـــة الســـعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

آلات و معدات كهربائية

إلكترونيات القدرة (عملي)

٢٤٢ كهر



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " إلكترونيات القدرة (عملي)" لمتدربي قسم" آلات ومعدات كهربائية " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

إلكترونيات القدرة (عملي)

أشباه الموصلات المستخدمة في دوائر إلكترونيات القدرة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة: قراءة نشرة البيانات للعناصر الإلكترونية، وقياس منحنى الخواص لكل من دايود وثيرستور القدرة.

الأهداف: عندما تكتمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

١. التعرف على عناصر إلكترونيات القدرة.
٢. قراءة نشرة البيانات للدايود.
٣. قراءة نشرة البيانات للثيرستور.
٤. التعرف على الدايود بالاختبار المعملي.
٥. قياس منحنى الخواص للدايود والثيرستور.
٦. التعرف على كيفية شراء عناصر إلكترونيات القدرة من خلال مقنناتها.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الوحدة بنسبة ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ٤ساعات.

الوسائل المساعدة: لا توجد.

متطلبات الجدارة: تحتاج إلى مراجعة المقرر النظري.

التجربة الأولى

التعرف على عناصر إلكترونيات القدرة وقراءة المواصفات الفنية من كتيب المواصفات

الغرض من التجربة

التعرف على عناصر إلكترونيات القدرة المختلفة وقراءة المواصفات الفنية من كتيب المواصفات أو نشرة البيانات (Data sheet). تحديد أقطاب دايود قدرة باستخدام جهاز قياس ملتيمتر(معرفة الأنود والكاثود)

الأجهزة والأدوات المطلوبة

بعض العناصر الإلكترونية مثل الدايود Diode، الثيرستور Thyristor ، الترانزستور Transistor، نشرة البيانات، جهاز ملتيمتر

شرح التجربة

تعتبر نشرة البيانات ذات أهمية كبيرة في تصميم دوائر إلكترونيات القدرة وتقدم الشركات الصانعة نشرات البيانات لتزويد المستخدم بمعلومات كافية لاستخدام العنصر بشكل جيد. وفي الغالب لا تتجاوز نشرة البيانات ١٠ صفحات، حيث تكون القيم الاسمية الكهربية الهامة على صفحة أو صفحتين. لذلك يعتبر فهم كيفية ارتباط القيم الاسمية بتصميم دائرة إلكترونيات قدرة أمر ضروري جدا.

تعطي بارامترات نشرة البيانات القيم الاسمية العظمى للعنصر وتزود المستخدم بالمعلومات عن كيفية استخدام العنصر. ويتم إدراج القيم الاسمية العظمى عادة لتبين للمستخدم كيف أن التصميم يجب أن يكون أقل من مقدرة العناصر. أما منحنيات الخرج الموجودة في النشرة فتوضح السلوك النموذجي للعنصر في حالات الاختبار.

يختلف شكل نشرة البيانات وترتيبها من شركة منتجة للعناصر إلى أخرى، إلا أنها بشكل عام تتضمن الخطوط الرئيسية والمقدمة الأولية للعنصر، وتحتوي الأجزاء الأخرى من النشرات على القيم الاسمية العظمى للعنصر وخصائصه الكهربائية ومنحنيات خرجه. وقد يلحق كل قسم من هذه الأجزاء بملاحظات تقنية أو تطبيقية قد تكون مهمة ومطلوبة.

- **المعلومات الأساسية لنشرة البيانات Data sheet headline information**

يتضمن هذا القسم من نشرة البيانات الرقم الذي يصف العنصر ومزاياه العامة. مثل نوع الغلاف وتقنية العنصر (device technology) ووصف عام لمزايا العنصر. كذلك يصف هذا القسم مزايا استخدام العنصر ضمن التطبيقات الخاصة.

الحدود العظمى المطلقة Absolute maximum ratings

تمثل الحدود العظمى المطلقة القدرات العظمى للعنصر وتوصف بأنها الحدود التي تصف ميزات العنصر وتعطى لتسهيل التصميم بأسوأ حالاته. وتختلف هذه البارمترات من عنصر إلى آخر حسب تقنية التصنيع، باستثناء الأداء الحراري لأن البارمترات الحرارية تكون مشتركة بين كل تقنيات التصنيع المختلفة.

- **القيم الاسمية العظمى للأداء الحراري Thermal performance maximum ratings**

يجب أن تؤخذ القيم الاسمية الحرارية للعناصر بعين الاعتبار وبشكل دقيق، لأن هذه البارمترات تؤثر مباشرة على وثوقية الأداء. وتنقسم هذه القيم الاسمية إلى الآتي:

١ - تبديد القدرة العظمى maximum power dissipation(PD): وهي تعبر عن كمية القدرة المبددة عندما تصل درجة حرارة الوصلة للعنصر إلى قيمتها العظمى بالمقارنة بدرجة الحرارة المرجعية ($٢٥C^o$) ،أي درجة حرارة الغرفة. ويصمم بناء عليها وسيلة التبريد للعنصر.

٢ - درجة الحرارة العظمى للوصلة maximum junction temperature $T_{j,max}$: يعبر هذا العامل عن درجة الحرارة العظمى المسموح بها للوصلة والتي يبقى فيها العنصر ضمن حدود الموثوقية وتقدر هذه القيمة بالدرجات المئوية. وتجاوز درجة الحرارة لهذه القيمة يؤدي إلى إنقاص العمر الافتراضي للعنصر وربما تلفه.

٣ - المقاومات الحرارة Thermal resistance R_{thjc}, R_{thja} : تعبر المقاومة الحرارية عن مقدار مقاومة تدفق الطاقة الحرارية. وتساعد المقاومة الحرارية المصممين على تحديد كمية التصرف الحراري (heat sinking) اللازمة للحفاظ على درجة الحرارة المعطاة للوصلة من أجل تبديد معين للطاقة واختيار طريقة التبريد.

- **القيم الاسمية العظمى الكهربائية Electrical maximum ratings**

سوف نتناول في هذا الجزء القيم الاسمية العظمى الكهربائية لدايود إلكترونيات القدرة كمثال للعناصر الإلكترونية.

١ - **جهد القمة العكسي التكراري الأعظم للدايود: Diode maximum peak repetitive reverse voltage**

تعبر هذه القيمة (V_{RRM}) عن القيمة الآنية العظمى المسموح بها للجهد العكسي حيث يتضمن هذا الجهد كل الجهود العابرة التكرارية.

٢ - **جهد العمل العكسي الأعظم للدايود Diode maximum peak working reverse voltage**

تعبر هذه القيمة (V_{RWM}) عن القيمة الآنية العظمى المسموح بها للجهد العكسي المطبق على دايود التقويم. يجب أن لا يؤدي جهد الدخل المطبق على الدائرة إلى زيادة الجهد العكسي.

٣ -**جهد الحجز العكسي المستمر الأعظم للدايود Diode maximum DC reverse blocking voltage**:

تعبر هذه القيمة (V_R) عن الجهد العكسي المستمر الأعظم المسموح به، وهذه القيمة يجب أن تحدد على قيمة درجة حرارة التشغيل.

٤ - **التيار الأمامي المتوسط للدايود Diode average forward current** :

يعبر هذا التيار (I_o) عن القيمة العظمى لتيار التقويم الأمامي المتوسط المغذي لحمل مادي عند درجة حرارة محددة.

٥ -**التيار الفجائي المتكرر الأعظم للدايود Diode maximum peak repetitive surge current**

يعبر التيار (I_{FRM})عن تيار القمة الذي يستطيع الدايود التعامل معه بشكل آمن.

٦ -**التيار الفجائي غير المتكرر الأعظم للدايود: Diode maximum non-repetitive surge current**

يعبر التيار (I_{FSM}) عن قيمة التيار التي يستطيع العنصر التعامل معها لأقل من ١٠٠ مرة خلال عمره. إنها قيمة غير تكرارية بمعنى أنها لا تتكرر حتى تعود حالات التوازن الحراري .

- **المواصفات الكهربائية ومنحنيات الخواص في نشرة البيانات.**

تقدم هذه الأجزاء من نشرة البيانات خصائص العنصر بشكل مفصل لتمكن المصمم من المعرفة الدقيقة لسلوك العنصر في تطبيق معين، وتبين عادة بارمترات العنصر وحالات الاختبار. كما تعطي أيضا قيما نموذجية مقاسة في دوائر الاختبار من أجل تطبيقات خاصة. وتحتوي النشرة أيضا على منحنيات الخرج الفعلية للأداء الحراري والكهربي.

الخصائص الكهربائية للدايود:

يوضح جزء الخصائص الكهربائية في نشرة البيانات القيم النموذجية والعظمى لكل من الجهد الأمامي اللحظي والتيار العكسي. وأحيانا بعض القيم كالسعة والاسترداد العكسي والأمامي.

١ - **الجهد الأمامي اللحظي للدايود Diode instantaneous forward voltage:**

تمثل القيمة (V_F) الجهد الأمامي الأعظم عبر الدايود من أجل تيار اختبار معطى ودرجة حرارة معينة للوصلة. وتشير هذه القيمة إلى هبوط الجهد عبر الدايود عند مرور التيار الاسمي.

٢ - **التيار العكسي اللحظي الأعظم للدايود Diode maximum instantaneous reverse current:**

تمثل القيمة (I_R) التيار العكسي الأعظم للعنصر. وتشير هذه القيمة إلى التيار العكسي للدايود عند تطبيق جهد اسمي وتعطى عادة عند درجتي حرارة للوصلة، عند $25C^o$,$125C^o$ ويلاحظ أن قيمة التيار العكسي يمكن أن تزداد ثلاثين ضعفا عند ارتفاع درجة الحرارة بشكل كبير.

٣ - **منحنيات الخرج للدايود:**

غالبا ما تحتوي نشرات البيانات لدايود القدرة على ثلاثة أنواع لمنحنيات الخرج، وهي منحنيات الخصائص الكهربائية العظمى والنموذجية وهي تبين عادة، منحنيات I-V الكهربائي للعنصر على شكل تيار بدلالة جهد وسوف نتناول في التجربة الثانية كيفية الحصول عليها. أما النوع الثاني من منحنيات الخرج فهو منحنى انحدار التيار، ويبين قيمة التيار الأمامي المتوسط بدلالة درجة حرارة الغلاف (case) أو أقطاب التوصيل. أما النوع الأخير من منحنيات الخرج فهو منحنى التشغيل الآمن للدايود. ويعرف بالجهد الأعظم بين المصعد والمهبط وتيار التسرب اللذان يستطيع العنصر التعامل معهما بأمان.

خطوات التجربة

١ - التعرف على بعض العناصر الإلكترونية والتي سوف تستخدم في التجارب من حيث الشكل والفروق الجوهرية بينها.

٢ - التعرف على استخدام نشرات البيانات المرفقة مع التجربة والخاصة بدايود وثيرستور قدرة، وتحديد المواصفات الفنية لهما من تلك النشرات، وكذلك تعيين الخواص الكهربية.

٣ - ضع جهاز الملتيمتر على وضع قياس الأوم، واختر تدريج مناسب لقياس المقاومة.

٤ - صل أطراف جهاز القياس بأطراف الدايود كما هو موضح في شكل (١أ).

٥ - سجل قيمة المقاومة في هذه الحالة وحدد الطرف الموجب لجهاز القياس (عادة الطرف الأحمر)

٦ - اعكس أطراف جهاز القياس وسجل قيمة المقاومة في هذه الحالة، شكل (١ب)

٧ - حدد أقطاب الدايود (أيهما الأنود وأيهما الكاثود)، بناء على قيمة القراءات والطرف الموجب لجهاز القياس.

٨ - أيضا يمكن تحديد أقطاب الدايود من خلال الشكل العام له. كيف ؟

٩ - ناقش النتائج المستخلصة من التجربة.

(أ) (ب)

شكل (١) اختبار الدايود

١ - نشرة البيانات الخاصة بدايود قدرة من شركة انترناشيونال ركتفير

International
IOR Rectifier

SD300N/R SERIES

STANDARD RECOVERY DIODES

Stud Version

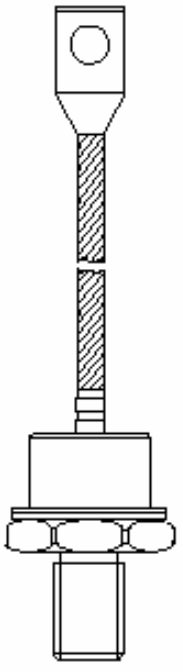
Features

- Wide current range
- High voltage ratings up to 3200V
- High surge current capabilities
- Stud cathode and stud anode version
- Standard JEDEC types

380A

Typical Applications

- Converters
- Power supplies
- Machine tool controls
- High power drives
- Medium traction applications



case style
DO-205AB (DO-9)

Major Ratings and Characteristics

Parameters		SD300N/R 16 to 20	SD300N/R 25 to 32	Units
$I_{F(AV)}$		380	380	A
	@T_C	100	70	°C
$I_{F(RMS)}$		595	425	A
I_{FSM}	@50Hz	6050	6050	A
	@60Hz	6335	6335	A
I^2t	@50Hz	183	183	KA^2s
	@60Hz	167	167	KA^2s
V_{RRM}	range	1600 to 2000	2500 to 3200	V
T_J		-40 to 180	-40 to 150	°C

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Voltage Ratings

Typenumber	Voltage Code	V_{RRM}, maximum repetitive peak reverse voltage V	V_{RSM}, maximum non-repetitive peak rev. voltage V	I_{RRM} max. @ T_J = T_J max. mA
SD300N/R	16	1600	1700	15
	20	2000	2100	
	25	2500	2600	
	28	2800	2900	
	32	3200	3300	

Forward Conduction

	Parameter	SD300N/R 16 to 20	SD300N/R 25 to 32	Units	Conditions		
$I_{F(AV)}$	Max. average forward current	380	270	A	180° conduction, half sine wave		
	@ Case temperature	100	100	°C			
$I_{F(AV)}$	Max. average forward current	300	380	A	180° conduction, half sine wave		
	@ Case temperature	125	70	°C			
$I_{F(RMS)}$	Max. RMS forward current	595	425	A	DC @ T_C = 88°C (02 to 24), T_C = 91°C (25 to 32)		
I_{FSM}	Max. peak, one-cycle forward, non-repetitive surge current	6050	6050	A	t = 10ms	No voltage reapplied	Sinusoidal half wave, Initial T_J = T_J max.
		6335	6335		t = 8.3ms		
		5090	5090		t = 10ms	100% V_{RRM} reapplied	
		5330	5330		t = 8.3ms		
I^2t	Maximum I^2t for fusing	183	183	KA^2s	t = 10ms	No voltage reapplied	Initial T_J = T_J max.
		167	167		t = 8.3ms		
		129	129		t = 10ms	100% V_{RRM} reapplied	
		118	118		t = 8.3ms		
$I^2\sqrt{t}$	Maximum $I^2\sqrt{t}$ for fusing	1830	1830	$KA^2\sqrt{s}$	t = 0.1 to 10ms, no voltage reapplied		
$V_{F(TO)1}$	Low level value of threshold voltage	0.95	0.95	V	(16.7% x π x $I_{F(AV)}$ < I < π x $I_{F(AV)}$), T_J = T_J max.		
$V_{F(TO)2}$	High level value of threshold voltage	1.05	1.05		(I > π x $I_{F(AV)}$), T_J = T_J max.		
r_{f1}	Low level value of forward slope resistance	0.75	0.75	mΩ	(16.7% x π x $I_{F(AV)}$ < I < π x $I_{F(AV)}$), T_J = T_J max.		
r_{f2}	High level value of forward slope resistance	0.66	0.66		(I > π x $I_{F(AV)}$), T_J = T_J max.		
V_{FM}	Max. forward voltage drop	1.83	1.83	V	I_{pk} = 1180A, T_J = T_J max, t_p = 10ms sinusoidal wave		

International
IOR Rectifier

SD300N/R Series
Bulletin I2081 rev. B 10/02

Thermal and Mechanical Specifications

	Parameter	SD300N/R		Units	Conditions
		16 to20	25to32		
T_J	Max. junction operating temperature range	-40 to 180	-40 to 150	°C	
T_{stg}	Max. storage temperature range	-55 to 200	-55 to 200		
R_{thJC}	Max. thermal resistance, junction to case	0.11		K/W	DC operation
R_{thCS}	Max. thermal resistance, case to heatsink	0.04			Mounting surface, smooth, flat and greased
T	Max. allowed mounting torque ±10%	27		Nm	Not lubricated threads
wt	Approximate weight	250		g	
	Case style	DO-205AB (DO-9)			See Outline Table

ΔR_{thJC} Conduction

(The following table shows the increment of thermal resistence R_{thJC} when devices operate at different conduction angles than DC)

Conduction angle	Sinusoidal conduction		Rectangular conduction		Units	Conditions
	16 to 20	25 to 32	16 to 20	25 to 32		
180°	0.019	0.019	0.013	0.013	K/W	$T_J = T_J$ max.
120°	0.023	0.023	0.023	0.023		
90°	0.028	0.028	0.030	0.030		
60°	0.042	0.042	0.044	0.044		
30°	0.073	0.073	0.074	0.074		

Ordering Information Table

Device Code

1 - Diode
2 - Essential part number
3 - 0 = Standard recovery
4 - N = Stud Normal Polarity (Cathode to Stud)
R = Stud Reverse Polarity (Anode to Stud)
5 - Voltage code: Code x 100 = V_{RRM} (See Voltage Ratings table)
6 - P = Stud base DO-205AB (DO-9) 3/4" 16UNF-2A
M = Stud base DO-205AB (DO-9) M16 X 1.5
7 - B = Flag top terminal (for Cathode/ Anode Leads)
(None = Non isolated lead)
8 - C = Ceramic Housing

International
IOR Rectifier

SD300N/R Series
Bulletin I2081 rev. B 10/02

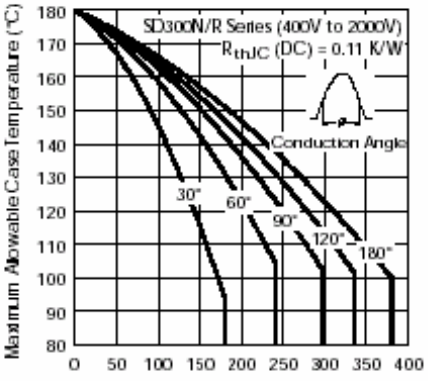


Fig. 1 - Current Ratings Characteristics

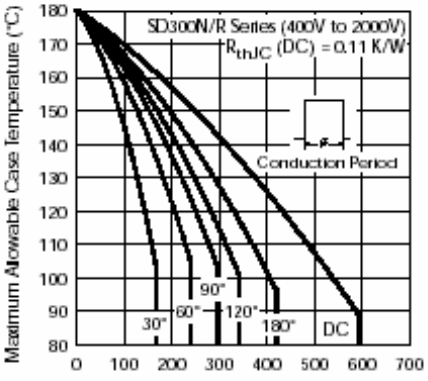


Fig. 2 - Current Ratings Characteristics

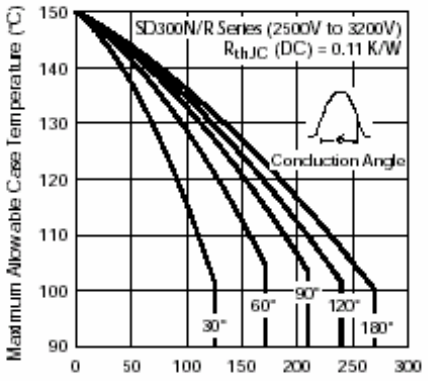


Fig. 3 - Current Ratings Characteristics

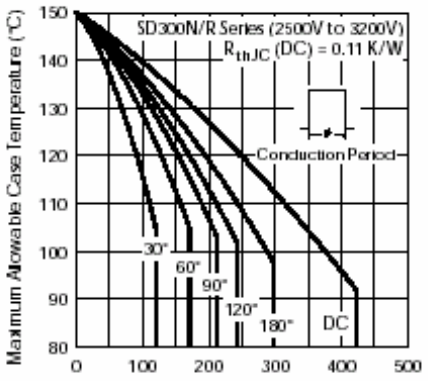


Fig. 4 - Current Ratings Characteristics

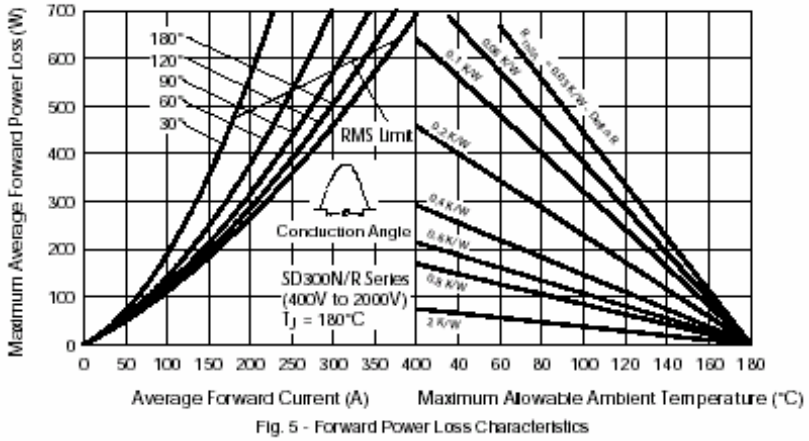


Fig. 5 - Forward Power Loss Characteristics

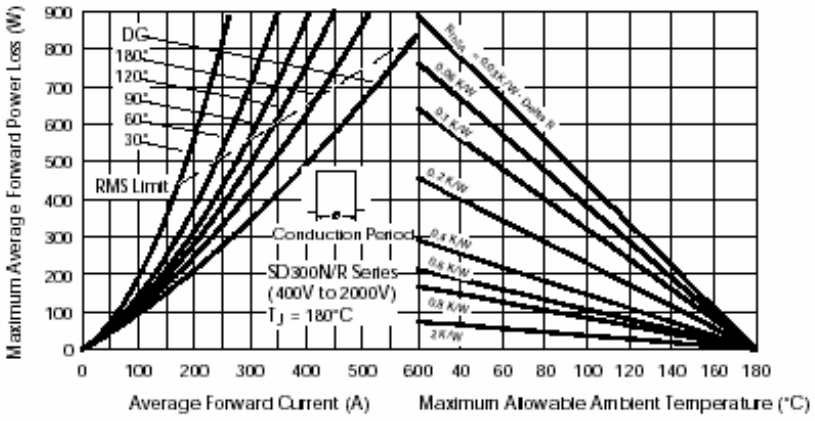


Fig. 6 - Forward Power Loss Characteristics

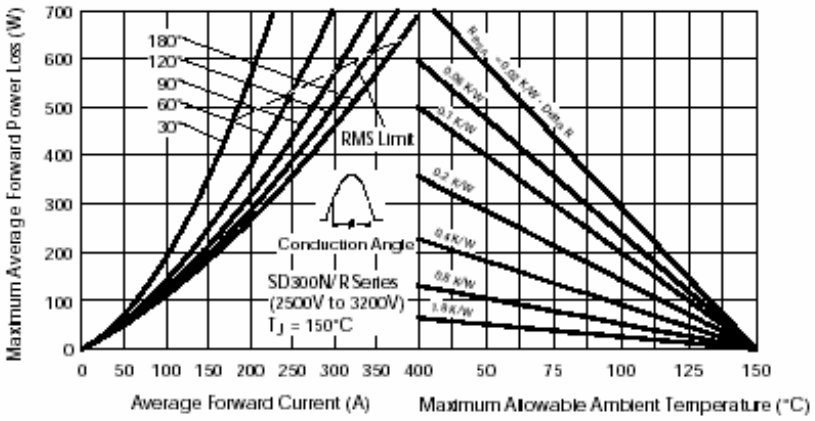


Fig. 7 - Forward Power Loss Characteristics

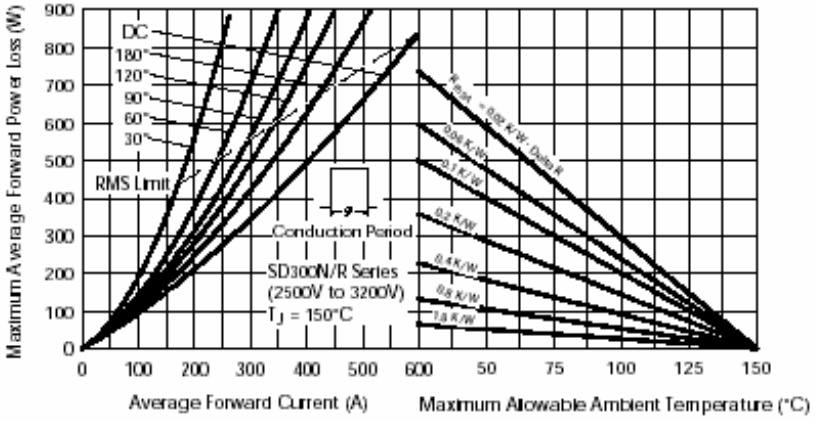


Fig. 8 - Forward Power Loss Characteristics

International
IOR Rectifier

SD300N/R Series
Bulletin I2081 rev. B 10/02

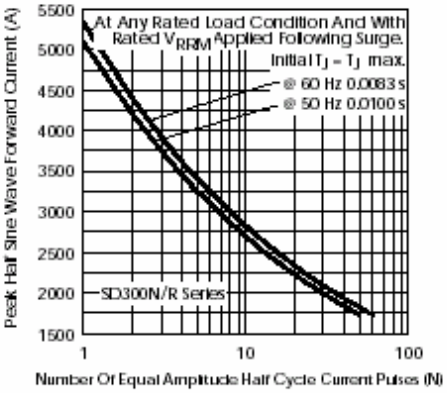


Fig. 9 - Maximum Non-Repetitive Surge Current

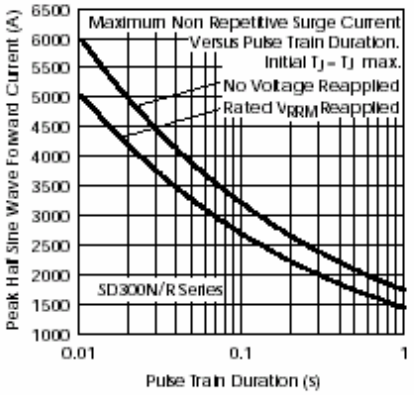


Fig. 10 - Maximum Non-Repetitive Surge Current

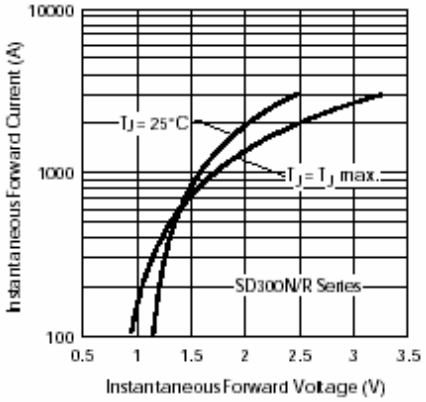


Fig. 11 - Forward Voltage Drop Characteristics

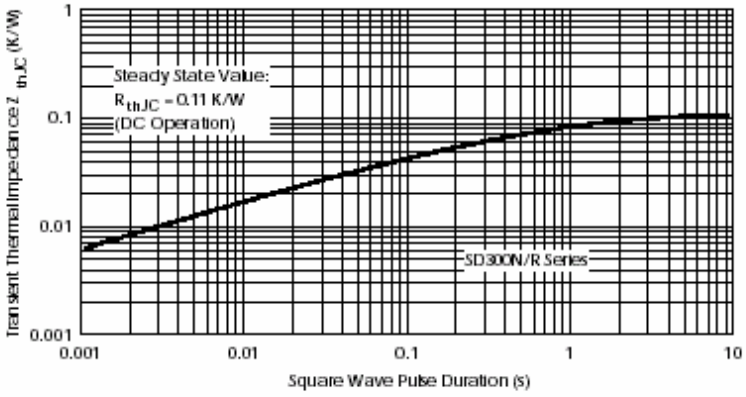


Fig. 12 - Thermal Impedance Z_{thJC} Characteristics

٢ - نشرة البيانات الخاصة بثيرستور قدرة من شركة انترناشيونال ركتفير

Bulletin I25163 rev. B 01/94

International
IOR Rectifier

ST230S SERIES

PHASE CONTROL THYRISTORS — **Stud Version**

230A

Features

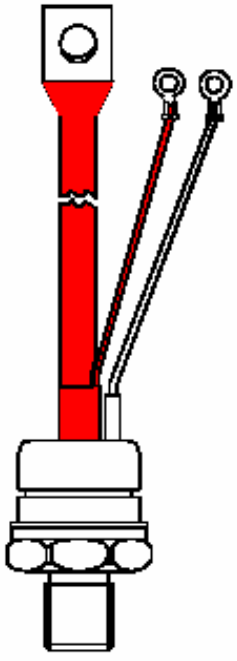
- Center amplifying gate
- Hermetic metal case with ceramic insulator (Also available with glass-metal seal up to 1200V)
- International standard case TO-209AB (TO-93)
- Threaded studs UNF 3/4 - 16UNF2A or ISO M16x1.5
- Compression Bonded Encapsulation for heavy duty operations such as severe thermal cycling

Typical Applications

- DC motor controls
- Controlled DC power supplies
- AC controllers

Major Ratings and Characteristics

Parameters		ST230S	Units
$I_{T(AV)}$		230	A
	@ T_C	85	°C
$I_{T(RMS)}$		360	A
I_{TSM}	@ 50Hz	5700	A
	@ 60Hz	5970	A
I^2t	@ 50Hz	163	KA^2s
	@ 60Hz	149	KA^2s
V_{DRM}/V_{RRM}		400 to 1600	V
t_q	typical	100	µs
T_J		- 40 to 125	°C



case style
TO-209AB (TO-93)

ST230S Series

Bulletin I25163 rev. B 01/94

International IOR Rectifier

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Voltage Ratings

Type number	Voltage Code	V_{DRM}/V_{RRM}, max. repetitive peak and off-state voltage V	V_{RSM}, maximum non-repetitive peak voltage V	I_{DRM}/I_{RRM} max. @ $T_J = T_J$ max mA
ST230S	04	400	500	30
	08	800	900	
	12	1200	1300	
	14	1400	1500	
	16	1600	1700	

On-state Conduction

	Parameter	ST230S	Units	Conditions		
$I_{T(AV)}$	Max. average on-state current	230	A	180° conduction, half sine wave		
	@ Case temperature	85	°C			
$I_{T(RMS)}$	Max. RMS on-state current	360	A	DC @ 78°C case temperature		
I_{TSM}	Max. peak, one-cycle non-repetitive surge current	5700	A	t = 10ms	No voltage reapplied	Sinusoidal half wave, Initial $T_J = T_J$ max.
		5970		t = 8.3ms		
		4800		t = 10ms	100% V_{RRM} reapplied	
		5000		t = 8.3ms		
I^2t	Maximum I^2t for fusing	163	KA^2s	t = 10ms	No voltage reapplied	
		148		t = 8.3ms		
		115		t = 10ms	100% V_{RRM} reapplied	
		105		t = 8.3ms		
$I^2\sqrt{t}$	Maximum $I^2\sqrt{t}$ for fusing	1630	$KA^2\sqrt{s}$	t = 0.1 to 10ms, no voltage reapplied		
$V_{T(TO)1}$	Low level value of threshold voltage	0.92	V	(16.7% x π x $I_{T(AV)}$ < I < π x $I_{T(AV)}$), $T_J = T_J$ max.		
$V_{T(TO)2}$	High level value of threshold voltage	0.98		(I > π x $I_{T(AV)}$), $T_J = T_J$ max.		
r_{t1}	Low level value of on-state slope resistance	0.88	mΩ	(16.7% x π x $I_{T(AV)}$ < I < π x $I_{T(AV)}$), $T_J = T_J$ max.		
r_{t2}	High level value of on-state slope resistance	0.81		(I > π x $I_{T(AV)}$), $T_J = T_J$ max.		
V_{TM}	Max. on-state voltage	1.55	V	I_{pk}= 720A, $T_J = T_J$ max, t_p = 10ms sine pulse		
I_H	Maximum holding current	600	mA	T_J = 25°C, anode supply 12V resistive load		
I_L	Max. (typical) latching current	1000 (300)				

Switching

	Parameter	ST230S	Units	Conditions
dI/dt	Max. non-repetitive rate of rise of turned-on current	1000	A/µs	Gate drive 20V, 20Ω, $t_r \leq$ 1µs $T_J = T_J$ max, anode voltage ≤ 80% V_{DRM}
t_d	Typical delay time	1.0	µs	Gate current 1A, di_g/dt = 1A/µs V_d = 0.67% V_{DRM}, T_J = 25°C
t_q	Typical turn-off time	100		I_{TM} = 300A, $T_J = T_J$ max, di/dt = 20A/µs, V_R = 50V dv/dt = 20V/µs, Gate 0V 100Ω, t_p = 500µs

International
IOR Rectifier

ST230S Series
Bulletin I25163 rev. B 01/94

Blocking

	Parameter	ST230S	Units	Conditions
dv/dt	Maximum critical rate of rise of off-state voltage	500	V/µs	$T_J = T_J$ max. linear to 80% rated V_{DRM}
I_{DRM} I_{RRM}	Max. peak reverse and off-state leakage current	30	mA	$T_J = T_J$ max, rated V_{DRM}/V_{RRM} applied

Triggering

	Parameter	ST230S		Units	Conditions	
P_{GM}	Maximum peak gate power	10.0		W	$T_J = T_J$ max, $t_p \leq$ 5ms	
$P_{G(AV)}$	Maximum average gate power	2.0			$T_J = T_J$ max, f = 50Hz, d% = 50	
I_{GM}	Max. peak positive gate current	3.0		A	$T_J = T_J$ max, $t_p \leq$ 5ms	
$+V_{GM}$	Maximum peak positive gate voltage	20		V	$T_J = T_J$ max, $t_p \leq$ 5ms	
$-V_{GM}$	Maximum peak negative gate voltage	5.0				
		TYP.	MAX.			
I_{GT}	DC gate current required to trigger	180	-	mA	T_J = - 40°C	Max. required gate trigger/ current/ voltage are the lowest value which will trigger all units 12V anode-to-cathode applied
		90	150		T_J = 25°C	
		40	-		T_J = 125°C	
V_{GT}	DC gate voltage required to trigger	2.9	-	V	T_J = - 40°C	
		1.8	3.0		T_J = 25°C	
		1.2	-		T_J = 125°C	
I_{GD}	DC gate current not to trigger	10		mA	$T_J = T_J$ max	Max. gate current/ voltage not to trigger is the max. value which will not trigger any unit with rated V_{DRM} anode-to-cathode applied
V_{GD}	DC gate voltage not to trigger	0.25		V		

Thermal and Mechanical Specification

	Parameter	ST230S	Units	Conditions
T_J	Max. operating temperature range	-40 to 125	°C	
T_{stg}	Max. storage temperature range	-40 to 150		
R_{thJC}	Max. thermal resistance, junction to case	0.10	K/W	DC operation
R_{thCS}	Max. thermal resistance, case to heatsink	0.04		Mounting surface, smooth, flat and greased
T	Mounting torque, ± 10%	31 (275)	Nm (lbf-in)	Non lubricated threads
		24.5 (210)		Lubricated threads
wt	Approximate weight	280	g	
	Case style	TO - 209AB (TO-93)		See Outline Table

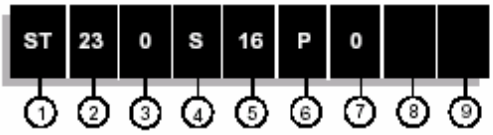
ΔR_{thJC} Conduction

(The following table shows the increment of thermal resistence R_{thJC} when devices operate at different conduction angles than DC)

Conduction angle	Sinusoidal conduction	Rectangular conduction	Units	Conditions
180°	0.016	0.012	K/W	$T_J = T_J$ max.
120°	0.019	0.020		
90°	0.025	0.027		
60°	0.036	0.037		
30°	0.060	0.060		

Ordering Information Table

Device Code



1 - Thyristor
2 - Essential part number
3 - 0 = Converter grade
4 - S = Compression bonding Stud
5 - Voltage code: Code x 100 = V_{RRM} (See Voltage Rating Table)
6 - P = Stud base 16UNF threads
M = Stud base metric threads (M16 x 1.5)
7 - 0 = Eyelet terminals (Gate and Auxiliary Cathode Leads)
1 = Fast - on terminals (Gate and Auxiliary Cathode Leads)
2 = Flag terminals (For Cathode and Gate Terminals)
8 - V = Glass-metal seal (only up to 1200V)
None = Ceramic housing (over 1200V)
9 - Critical dv/dt: None = 500V/µsec (Standard selection)
L = 1000V/µsec (Special selection)

International
IOR Rectifier

ST230S Series
Bulletin I25163 rev. B 01/94

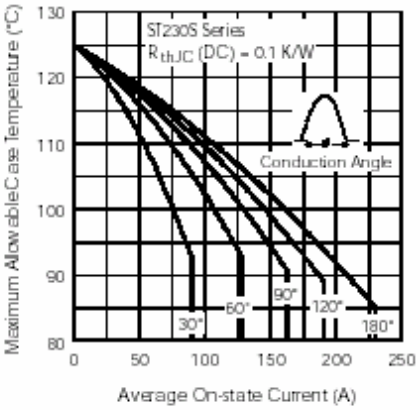


Fig. 1 - Current Ratings Characteristics

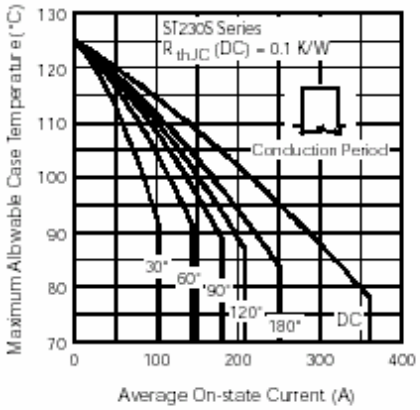


Fig. 2 - Current Ratings Characteristics

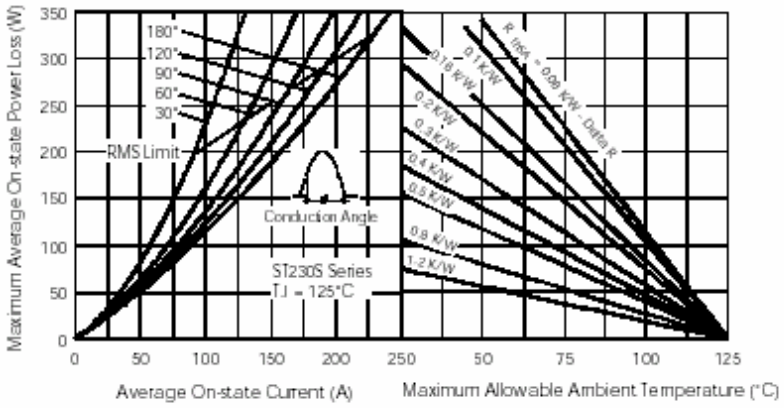


Fig. 3 - On-state Power Loss Characteristics

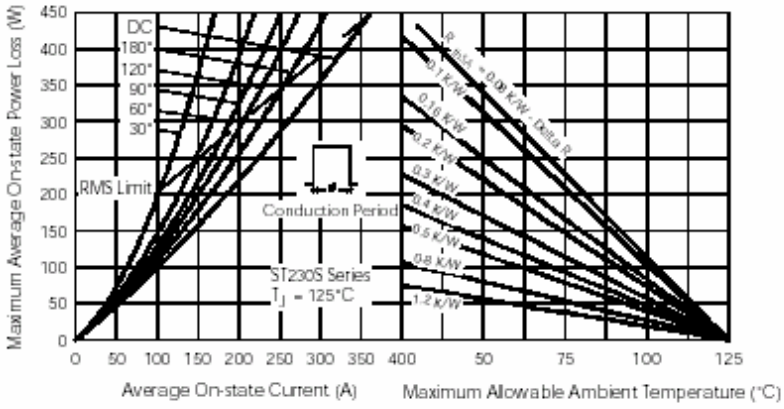


Fig. 4 - On-state Power Loss Characteristics

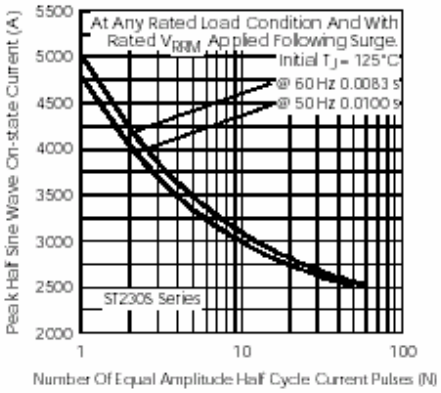


Fig. 5 - Maximum Non-Repetitive Surge Current

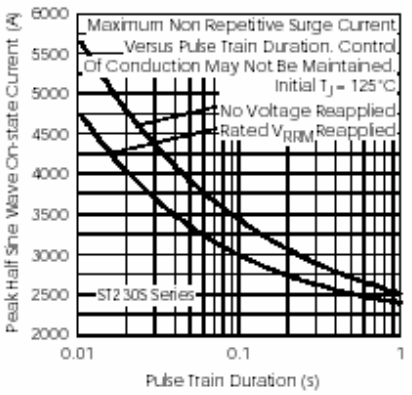


Fig. 6 - Maximum Non-Repetitive Surge Current

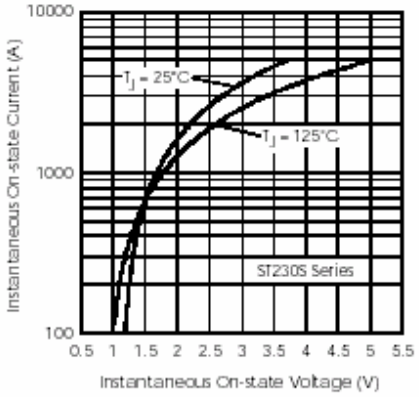


Fig. 7 - On-state Voltage Drop Characteristics

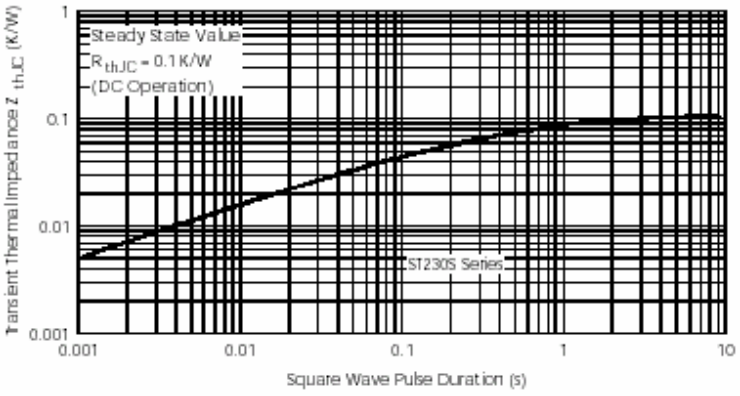


Fig. 8 - Thermal Impedance Z_{thJC} Characteristic

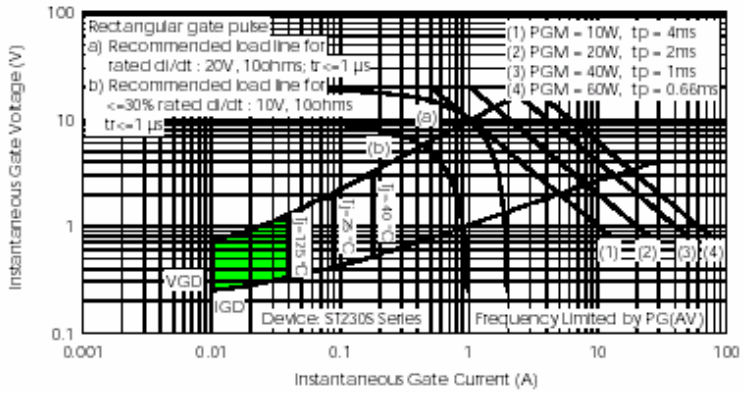


Fig. 9 - Gate Characteristics

التجربة الثانية

منحنى الخواص الكهربائية للموحد السليكوني(الدايود)

V-I characteristic of the diode

الغرض من التجربة

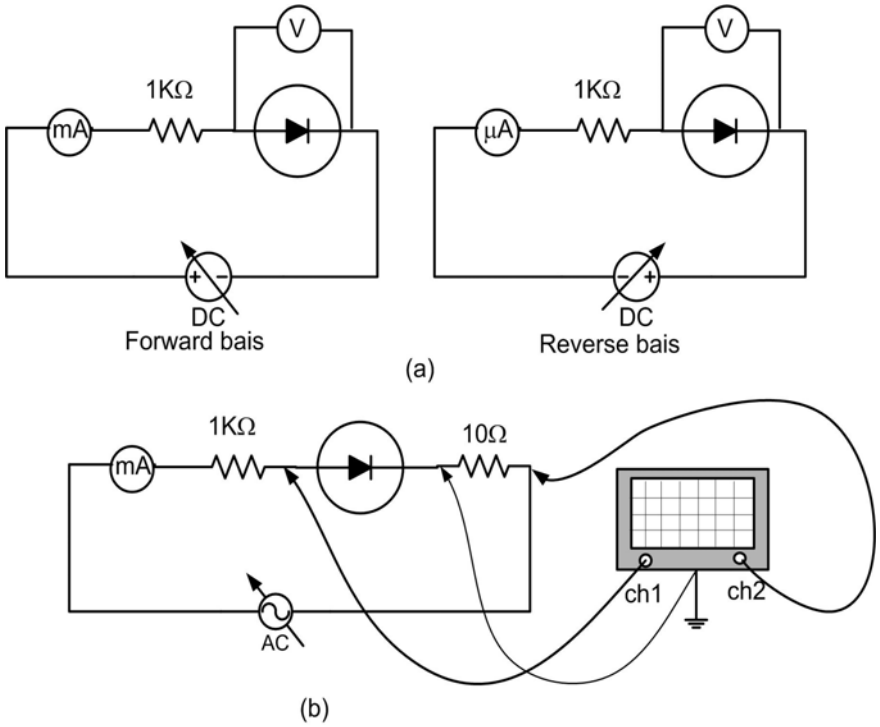
قياس منحنى خواص الجهد مع التيار للموحد السليكوني في الانحياز الأمامي والانحياز العكسي.
عرض موجة الجهد الواقع على أقطاب الدايود وكذلك موجة التيار المار به. أيضا عرض منحنى الخواص على راسم الذبذبات (الأوسيلسكوب) .

الأجهزة والأدوات المطلوبة

١ - دايود ١A, ١٠٠V.
٢ - مقاومات ١٠Ω, ١KΩ.
٣ - أميتر ١A□١٠mA، ميكروأميتر، فولتميتر، أسلاك توصيل.
٤ - مصدر جهد مستمر متغير ٠□٢٠V.
٥ - مصدر جهد متردد متغير ٠□٥٠V.
٦ - راسم ذبذبات ذو قناتين.

خطوات التجربة

١ - صل الدائرة الموضحة في شكل (٢أ) ، تأكد أن منبع الجهد المستمر عند وضع الصفر.
٢ - غير جهد المصدر تدريجيا وسجل قراءات الأجهزة في الجدول (٢ -١).
٣ - أعد منبع الجهد المستمر إلى الصفر مرة أخرى ، واعكس أطرافه المغذية للدائرة، استبدل جهاز الأميتر بجهاز الميكروأميتر.
٤ - مرة أخرى غير منبع الجهد المستمر تدريجيا وسجل قراءات الأجهزة في الجدول (٢ -٢).
٥ - ارسم النتائج المسجلة في جدول (٢ -١) وجدول (٢ -٢) على الورق البياني بحيث يكون الجهد على المحور الأفقي والتيار على المحور الرأسي.
٦ - صل الدائرة الموضحة في شكل (٢ب)، تأكد أن منبع الجهد المتردد عند وضع الصفر.
٧ - اضبط راسم الذبذبات بحيث يكون مفتاح الجهد للقناة الأولى على وضع ٥V/div والقناة الثانية على وضع ٢٠mV/div(inv)، ومفتاح الزمن على وضع ٥msec/div.



شكل (٢)

٨ - غير الجهد المتردد تدريجيا حتى يصل إلى ١٥فولت. سجل الموجات المزاحة على راسم الذبذبات في الورق البياني. احسب القيمة العظمى العكسية للجهد الواقع على الدايود (Peak Inverse Voltage) وكذلك أقصى قيمة للتيار في الاتجاه الأمامي.

٩ - أي من القناتين تمثل الجهد وأيهما تمثل التيار ؟

١٠ - احسب القيمة العظمى العكسية للجهد الواقع على الدايود (Peak Inverse Voltage) وكذلك أقصى قيمة للتيار في الاتجاه الأمامي.

١١ - غير وضع مفتاح الزمن إلى الوضع X-Y. لاحظ المنحنى المزاح في هذه الحالة وسجله.

١٢ - ناقش وسجل ملاحظاتك على التجربة في ضوء دراستك النظرية.

جدول (٢ -١) الانحياز الأمامي

جهد المنبع	٠	٢	٤	٦	٨	١٠	١٢	١٥
$V_f(V)$	٠							
$I_f(mA)$	٠							

جدول (٢ -٢) الانحياز العكسي

جهد المنبع	٠	□٢	□٤	□٦	□٨	□١٠	□١٢	□١٥
$V_r(V)$	٠							
$I_r(\mu A)$	٠							

التجربة الثالثة

منحنى الخواص الكهربائية للمقوم السليكوني المحكوم(الثيرستور)
V-I characteristic of the thyristor (SCR)

الغرض من التجربة

قياس منحنى خواص الجهد -التيار للمقوم السليكوني المحكوم (الثيرستور) في حالة جهد الحجز والانحياز الأمامي والانحياز العكسي.

عرض موجة الجهد الواقع على أقطاب الثيرستور وكذلك موجة التيار المار به. أيضا عرض منحنى الخواص على راسم الذبذبات (الأوسيلسكوب). دراسة تأثير زاوية الإشعال (لحظة الإشعال) على منحنى الخواص.

الأجهزة والأدوات المطلوبة

١ - ثيرستور ١A ,١٠٠V.
٢ - مقاومات ١٠Ω, ١KΩ, ١K variable .
٣ - أميتر ١A□١٠mA، فولتميتر، أسلاك توصيل.
٤ - مصدر جهد مستمر متغير ١٠V□٠.
٥ - مصدر جهد متردد متغير ٥٠V□٠.
٦ - راسم ذبذبات ذو قناتين.

خطوات التجربة

١ - صل الدائرة الموضحة في شكل (٣) ، تأكد أن منبع الجهد المستمر عند وضع الصفر وكذلك منبع الجهد المتردد.
٢ - اضبط راسم الذبذبات بحيث يكون مفتاح الجهد للقناة الأولى على وضع ٥V/div والقناة الثانية على وضع ٢٠mV/div(inv) . ومفتاح الزمن على وضع X-Y.
٣ - غير جهد المنبع المتردد تدريجيا ولاحظ ما يحدث، ثبت الجهد المتردد عند ١٥فولت.
٤ - ابدأ تغيير منبع الجهد المستمر تدريجيا (أو دائرة الإشعال)،ولاحظ ما يحدث.
٥ - سجل قراءات الفولتميتر ووقعها على المنحنى المبين على الراسم بعد نقله إلى الرسم البياني.
٦ - مرة أخرى غير منبع الجهد المتردد وثبته عند ٢٥ فولت وكرر الخطوتين ٣و٤.

٧ - حدد على الرسم المناطق الآتية:

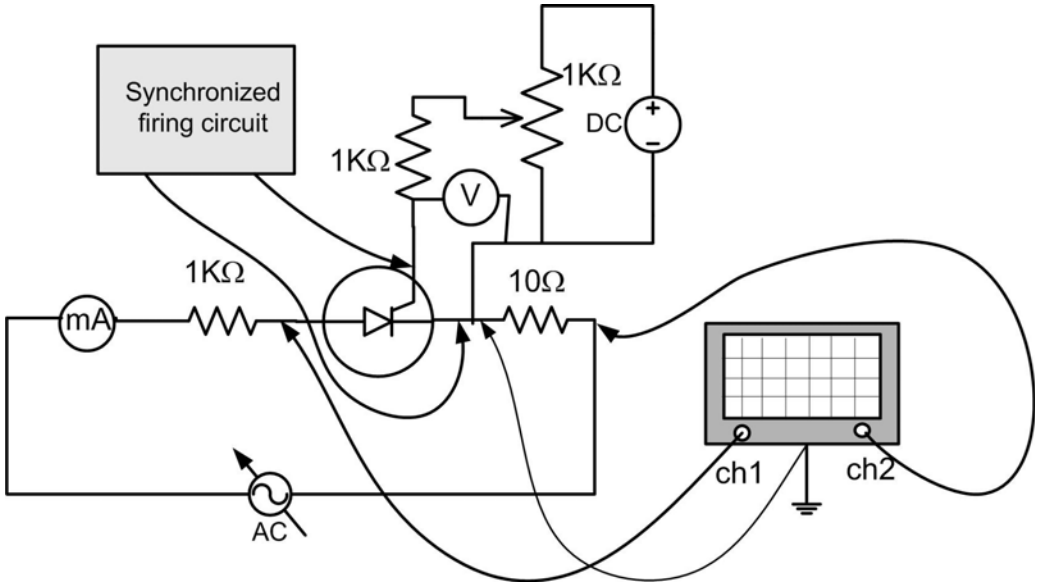
Forward blocking, forward conduction, reverse conduction

٨ - غير وضع مفتاح الزمن إلى وضع msec/div٥.

٩ - سجل الموجات المزاحة على راسم الذبذبات في الورق البياني. احسب القيمة العظمى العكسية للجهد الواقع على الثيرستور (Peak Inverse Voltage) وكذلك أقصى قيمة للتيار في الاتجاه الأمامي.

١٠ - أي من القناتين تمثل الجهد وأيهما تمثل التيار ؟

١١ - سجل ملاحظاتك على التجربة في ضوء دراستك النظرية.



شكل (٣)

إلكترونيات القدرة (عملي)

دوائر الموحدات غير المحكومة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة: معرفة عمل دوائر التوحيد أحادية الوجه وثلاثية الأوجه وتأثير إضافة المكثفات كوسيلة لتنعيم الجهد الموحد.

الأهداف: عندما تكتمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

١. كيفية الحصول على جهد مستمر من جهد متردد أحادي الوجه.
٢. كيفية الحصول على جهد مستمر من جهد متردد ثلاثي الأوجه.
٣. تنعيم الجهد الموحد باستخدام مكثفات.
٤. تشخيص الأعطال لدوائر التوحيد.
٥. المشاركة مع زملائك لبناء دائرة توحيد.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الوحدة بنسبة ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ٦ساعات.

الوسائل المساعدة: لا توجد.

متطلبات الجدارة: تحتاج إلى مراجعة المقرر النظري.

التجربة الرابعة

موحد(مقوم) نصف موجة أحادي الوجه
Single phase half wave rectifier

الغرض من التجربة

دراسة خواص موحد نصف موجة أحادي الوجه. وكذلك دراسة تأثير المكثفات كوسيلة تنعيم الجهد الموحد.

الأجهزة والأدوات المطلوبة

١ - دايود ١A, ١٠٠V.

٢ - مقاومة حمل ١K، مكثفات بالقيم التالية: ١٠٠٠ μF, ٤٧٠ μF, ٤,٧μF.

٣ - أميتر ١A□١٠mA تيار مستمر، أميتر ١A□١٠mAتيار متردد، فولتميتر تيار مستمر، فولتميتر تيار متردد ، أسلاك توصيل.

٤ - مصدر جهد متردد متغير ٥٠V□٠ (أو محول خافض).

٥ - راسم ذبذبات ذو قناتين.

خطوات التجربة

١ - صل الدائرة الموضحة في شكل (٤)، تأكد أن منبع الجهد المتردد عند وضع الصفر.

٢ - اضبط راسم الذبذبات بحيث يكون مفتاح الجهد للقناة الأولى على وضع ٥V/div وكذلك مفتاح القناة الثانية عند نفس الوضع. وأيضا مفتاح الزمن على وضع ٥msec/div.

٣ - ارفع منبع الجهد تدريجيا حتى يصل إلى ١٥فولت. سجل قراءات الأجهزة، وانقل موجة الدخل والخرج من الراسم إلى الورق البياني.

٤ - من قراءات أجهزة القياس، احسب كفاءة الموحد.

٥ - من شكل موجة الخرج المسجلة، احسب V_p وتردد الخرج وكذلك القيمة المتوسطة لجهد الخرج V_{av}.

٦ - استنتج شكل الجهد على أقطاب الدايود.

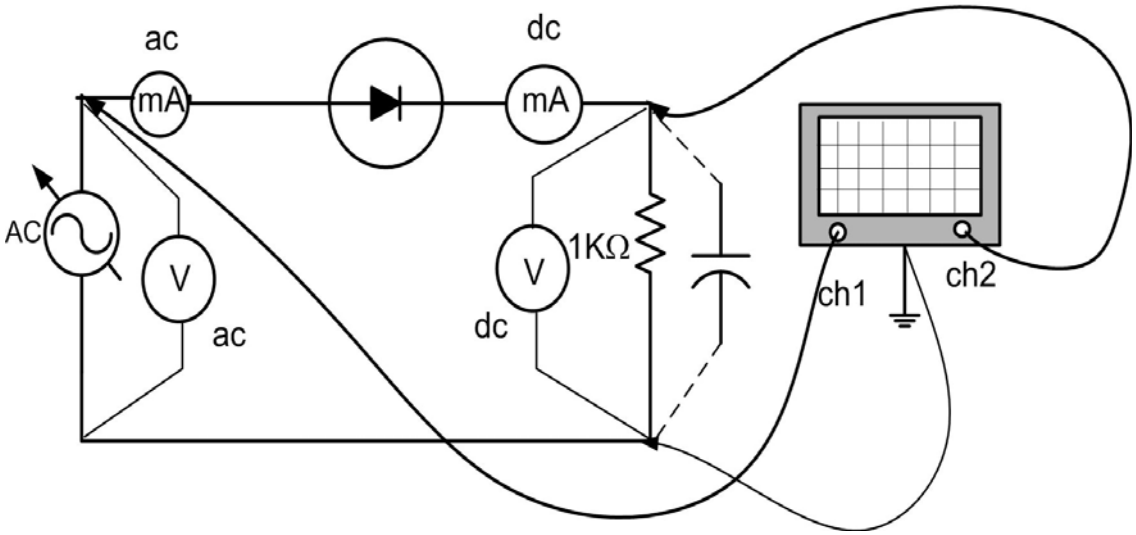
٧ - كرر الخطوات ٣، ٤، ٥بإضافة المكثفات ١٠٠٠ μF, ٤٧٠ μF, ٤,٧μF على التوازي مع مقاومة الحمل كل على حدة.

٨ - اشرح تأثير وضع المكثف على التوازي مع مقاومة الحمل.

٩ - افصل منبع القدرة عن الدائرة واعكس وضع الدايود.

١٠ - صل المنبع مرة أخرى ولاحظ شكل موجة الخرج. ما هو الفرق الآن؟

١١ - ناقش النتائج وسجل ملاحظاتك على التجربة.



شكل (٤)

التجربة الخامسة

موحد(مقوم) موجة كاملة أحادي الوجه
Single phase full- wave rectifier

الغرض من التجربة

دراسة خواص موحد موجة كاملة أحادي الوجه. وكذلك دراسة تأثير المكثفات كوسيلة تنعيم الجهد الموحد. أيضا كيفية تشخيص الأعطال في الدائرة.

الأجهزة والأدوات المطلوبة

١ - عدد ٤دايود ١A ,١٠٠V، أو فنطرة توحيد.

٢ - مقاومة حمل ١K، مكثفات بالقيم التالية: ١٠٠٠ µF, ٤٧٠ µF, ٤,٧µF.

٣ - أميتر ١A□١٠mA تيار مستمر، أميتر ١A□١٠mAتيار متردد، فولتميتر تيار مستمر، فولتميتر تيار متردد ، أسلاك توصيل.

٤ - مصدر جهد متردد متغير ٥٠V□٠ (أو محول خافض).

٥ - راسم ذبذبات ذو قناتين.

خطوات التجربة :

١ - صل الدائرة الموضحة في شكل (٥)، تأكد أن منبع الجهد المتردد عند وضع الصفر.

٢ - اضبط راسم الذبذبات بحيث يكون مفتاح الجهد للقناة الأولى على وضع ٥V/div وكذلك مفتاح القناة الثانية عند نفس الوضع. وأيضا مفتاح الزمن على وضع ٥msec/div.

٣ - ارفع منبع الجهد تدريجيا حتى يصل إلى ١٥فولت. سجل قراءات الأجهزة ،وانقل موجة الخرج من الراسم إلى الورق البياني.(ملاحظة:يمكن تسجيل موجة الدخل إذا تم تحريك طرف القناة الثانية مع الأرضي إلى النقطتين a,b).

٤ - من قراءات أجهزة القياس، احسب كفاءة الموحد.

٥ - من شكل موجة الخرج المسجلة، احسبV_p و تردد الخرج وكذلك القيمة المتوسطة لجهد الخرج V_{av}.

٦ - استنتج شكل الجهد على أقطاب أي من الدايود الموجودة بالدائرة.

٧ - كرر الخطوات ٣، ٤، ٥ بإضافة المكثفات ١٠٠٠ µF, ٤٧٠ µF, ٤,٧µF على التوازي مع مقاومة الحمل كل على حدة.

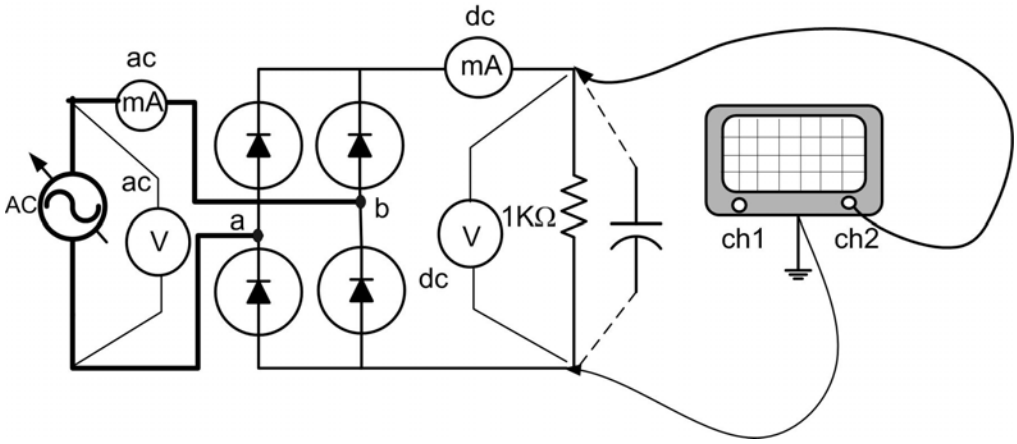
٨ - اشرح تأثير وضع المكثف على التوازي مع مقاومة الحمل.

٩ - افصل منبع القدرة عن الدائرة وافصل دايود من الدائرة مع ترك الأطراف بدون توصيل.

١٠ - صل المنبع مرة أخرى ولاحظ شكل موجة الخرج. ما هو الفرق الآن؟

١١ - ماذا تتوقع أن يحدث في حالة قصرة على أطراف أي من الدايود؟

١٢ - ناقش النتائج وسجل ملاحظاتك على التجربة.



شكل (٥)

التجربة السادسة

موحد(مقوم) نصف موجة ثلاثي الأوجه

Three- phase half- wave rectifier

الغرض من التجربة

دراسة خواص موحد نصف موجة ثلاثي الأوجه. وكذلك دراسة تأثير المكثفات كوسيلة تنعيم الجهد الموحد. أيضا كيفية تشخيص الأعطال في الدائرة.

الأجهزة والأدوات المطلوبة

١ - عدد ٣دايود ١A ,١٠٠V.

٢ - مقاومة حمل ١٠ Ω, ١KΩ ، مكثفات بالقيم التالية: ٤٧٠ μF, ٤,٧μF.

٣ - أميتر ١A□١٠mA تيار مستمر، أميتر ١A□١٠mAتيار متردد ، فولتميتر تيار مستمر، فولتميتر تيار متردد ، أسلاك توصيل.

٤ - مصدر جهد متردد متغير ٥٠V□٠ ثلاثي الأوجه، أربعة أطراف(ثلاثة أوجه+التعادل).

٥ - راسم ذبذبات ذو قناتين.

خطوات التجربة

١ - صل الدائرة الموضحة في شكل (٦) ، تأكد أن منبع الجهد المتردد عند وضع الصفر.

٢ - اضبط راسم الذبذبات بحيث يكون مفتاح الجهد للقناة الأولى على وضع ٥V/div وكذلك مفتاح القناة الثانية عند نفس الوضع. وأيضا مفتاح الزمن على وضع ٥msec/div.

٣ - ارفع منبع الجهد تدريجيا حتى يصل إلى ١٢فولت. سجل قراءات الأجهزة، وانقل موجة الخرج من الراسم إلى الورق البياني.

٤ - انقل طرف القناة الثانية إلى النقطة a والأرضي إلى النقطة b . ارسم شكل الموجة المبين في ورق الرسم البياني. ماذا تمثل الموجة المزاحة؟

٥ - من قراءات أجهزة القياس، احسب كفاءة الموحد.

٦ - من شكل موجة الخرج المسجلة، احسب V_p و تردد الخرج وكذلك القيمة المتوسطة لجهد الخرج V_{av}.

٧ - استنتج شكل الجهد على أقطاب أي من الدايود الموجودة بالدائرة.(يمكن ذلك بنقل أطراف القناة الثانية على أقطاب الدايود).

٨ - كرر الخطوات ٣، ٤، ٥بإضافة المكثفين ٤٧٠ µF, ٤,٧µF على التوازي مع مقاومة الحمل كل على حدة.

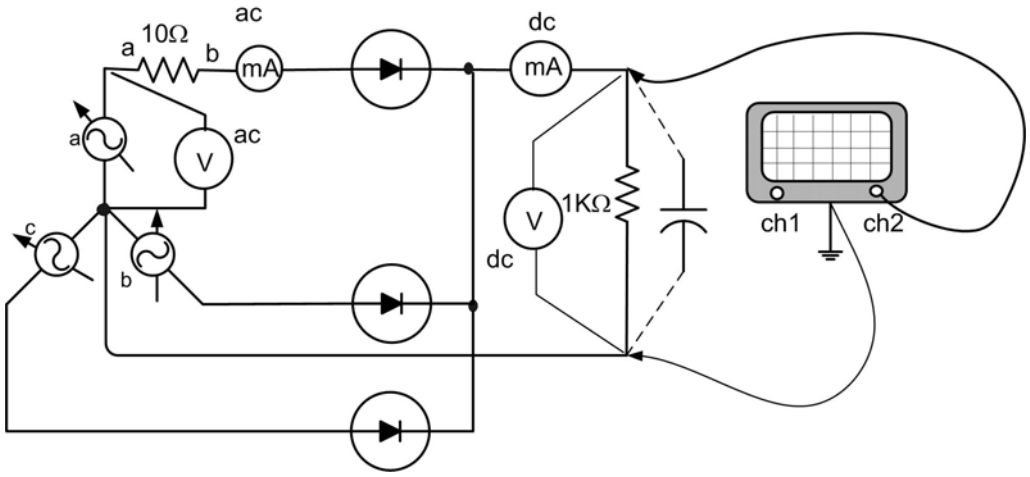
٩ - اشرح تأثير وضع المكثف على التوازي مع مقاومة الحمل.

١٠ - افصل منبع القدرة عن الدائرة وافصل دايود من الدائرة مع ترك الأطراف بدون توصيل.

١١ - صل المنبع مرة أخرى ولاحظ شكل موجة الخرج. ما هو الفرق الآن؟

١٢ - ماذا تتوقع أن يحدث في حالة قصره على أطراف أي من الدايود؟

١٣ - ناقش النتائج وسجل ملاحظاتك على التجربة.



شكل (٦)

إلكترونيات القدرة (عملي)

دوائر الموحدات المحكومة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة: معرفة عمل دوائر الإشعال وتركيبها وأنواعها المختلفة، كذلك معرفة عمل دوائر التوحيد المحكومة أحادية الوجه وثلاثية الأوجه وكيفية التحكم في الجهد عن طريق زاوية الإشعال.

الأهداف: عندما تكتمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

١. كيفية تكوين دائرة إشعال للثيرستور ومعرفة الأنواع المختلفة لها.
٢. كيفية الحصول على جهد مستمر متحكم فيه من جهد متردد أحادي الوجه.
٣. كيفية الحصول على جهد مستمر متحكم فيه من جهد متردد ثلاثي الأوجه.
٤. تأثير تغير زاوية الإشعال على الجهد الخارج من دوائر التوحيد.
٥. تشخيص الأعطال لدوائر التوحيد المحكومة.
٦. تأثير الحمل الحثي على دوائر التوحيد المحكومة.
٧. المشاركة مع زملائك لبناء دائرة إشعال.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الوحدة بنسبة ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ١٢ساعة.

الوسائل المساعدة: لا توجد.

متطلبات الجدارة: تحتاج إلى مراجعة المقرر النظري.

التجربة السابعة

دوائر إشعال الثيرستور
Thyristor firing circuit

الغرض من التجربة

التعرف على نظرية عمل دوائر الإشعال وكذلك التعرف على المراحل المختلفة لها ومكوناتها.

شرح التجربة

يحتاج الثيرستور إلى نبضة كهربية (Pulse) لكي يوصل تيار في الدائرة التي يتواجد فيها. وعادة توصل هذه النبضة بين البوابة (Gate) والكاثود. ويتم توليد هذه النبضة عن طريق دائرة الإشعال. ونظرا لأن الثيرستور يتواجد في دوائر قدرة مرتفعة والنبضة المتولدة تنتج من دائرة ذات جهد منخفض، لذلك يتطلب الأمر وصول النبضة إلى الثيرستور دون اتصال كهربي بين دائرة الإشعال ودائرة القدرة التي تحوي الثيرستور. وتتم هذه العملية عن طريق مرحلة العزل (Isolation stage).

تنقسم دوائر الإشعال من حيث نوعية الجهد المسلط على الثيرستور إلى :

- دوائر إشعال متزامنة، وعادة تستخدم في حالة وجود جهد متردد في دائرة القدرة. ويقصد بالتزامن هنا هو قياس زاوية الإشعال منسوبة إلى نقطة البداية التي يكون فيها الثيرستور عليه جهد أمامي (Forward bias).
- دوائر إشعال غير متزامنة ، وعادة تستخدم في حالة دوائر التيار المستمر.

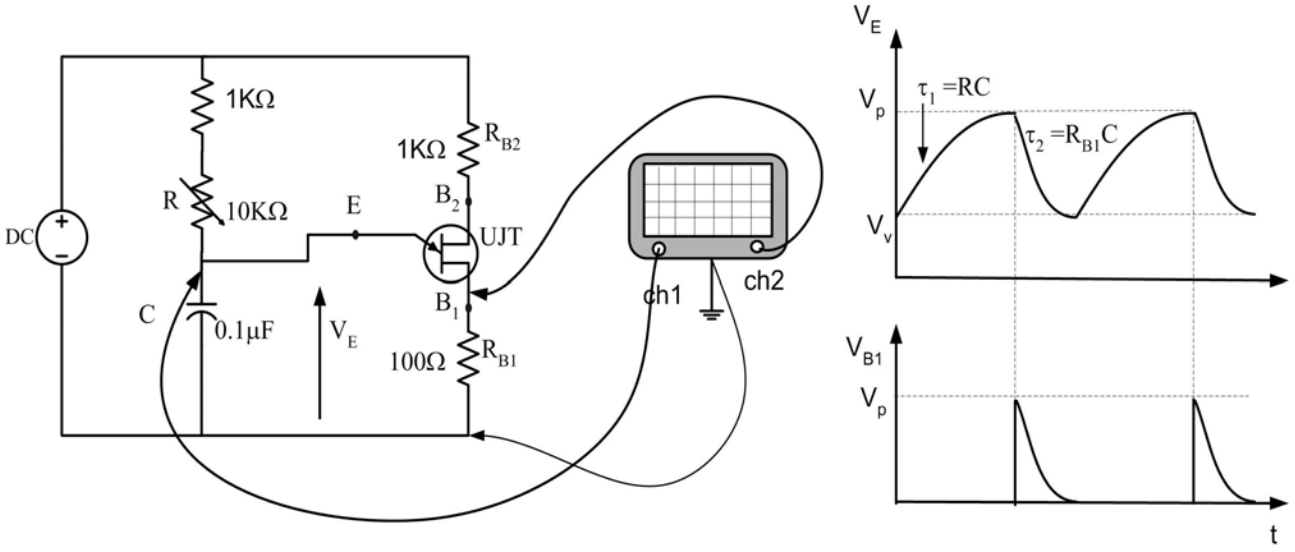
سوف نعرض في هذه التجربة دائرة إشعال من النوع الثاني. وتتكون دائرة الإشعال عادة من ثلاث مراحل :

- مرحلة توليد النبضة (Pulse generation)
- مرحلة تكبير قدرة النبضة (Pulse amplification)
- مرحلة العزل الكهربي (Pulse isolation)

يستخدم عادة ترانزستور أحادي الوصلة (UJT) في دوائر توليد النبضات الخاصة بإشعال الثيرستور نظرا لبساطة الدائرة وتكلفتها المنخفضة. ويوضح شكل (٧أ) دائرة توليد نبضات باستخدام ترانزستور UJT . عند توصيل منبع جهد مستمر V_s (عادة يتراوح من ٥ فولت إلى ٣٠ فولت) إلى الدائرة، يشحن المكثف C من خلال المقاومة المتغيرة R ويكون زمن الشحن هو $\tau_1=RC$. عندما يصل الجهد V_E، وهو الجهد الموجود على المكثف، إلى الجهد الأعظم للترانزستور V_p ، في هذه اللحظة يوصل الترانزستور تيار ويفرغ المكثف شحنته من خلال المقاومة R_{B1} بثابت زمني مقداره $\tau_2=R_{B1}\ C$ وعادة يكون هذا الزمن أقل من زمن الشحن للمكثف. عندما يقل جهد التفريغ V_E عن جهد النقطة الحرجة للترانزستور (V_v) فإن

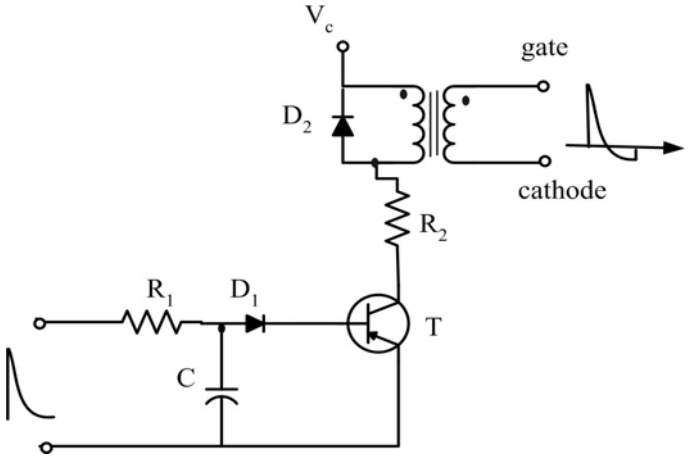
الترانزستور يفصل في هذه اللحظة ويمنع مرور التيار. وتتكرر دورة الشحن والتفريغ كما هو واضح في شكل (٧ب). حيث تعتمد عرض النبضة في أسفل الشكل على زمن التفريغ في الدائرة.

قبل إرسال النبضة المتولدة من دائرة الإشعال إلى البوابة للثيرستور ، تمر النبضة بمرحلة التكبير والعزل الكهربي. ويوضح شكل (٧جـ) دائرة التكبير والعزل الكهربي للنبضة، حيث يستخدم الترانزستور لتكبير النبضة الكهربية بينما يستخدم محول النبضة (Pulse transformer) لعزل النبضة كهربيا عن دائرة البوابة.



(ب)المنحنى الأعلى، الشحن والتفرغ

الأسفل، شكل النبضة المتولدة (أ)دائرة توليد النبضة



(جـ) دائرة عزل النبضة

شكل (٧)

الأجهزة والأدوات المطلوبة

١ - ترانزستور من نوع UJT، عدد ٢ مقاومة ١KΩ، مقاومة متغيرة ١٠KΩ ، مقاومة ١٠٠Ω ، مكثف ٠,١μF.

٢ - منبع جهد مستمر ٣٠ فولت.

٣ - راسم ذبذبات.

خطوات التجربة

١ - صل الدائرة الموضحة في شكل (٧أ)، تأكد أن منبع الجهد المستمر عند وضع الصفر.

٢ - اضبط راسم الذبذبات بحيث يكون مفتاح الجهد للقناة الأولى على وضع ٥V/div وكذلك مفتاح القناة الثانية عند نفس الوضع. وأيضا مفتاح الزمن على وضع٥msec/div .

٣ - صل طرف القناة الأولى على المكثف وطرف القناة الثانية على المقاومة R_{B_1} كما هو موضح في الشكل.

٤ - ارفع منبع الجهد تدريجيا حتى يصل إلى ٣٠فولت. انقل موجتي القناة الأولى والثانية من الراسم إلى الورق البياني.

٥ - ماذا تمثل الموجة المسجلة على القناة الثانية؟

٦ - ما هو المستخلص من هذه التجربة؟

٧ - حاول أن تتعرف على بعض دوائر الإشعال الأخرى المتواجدة في المختبر.

٨ - سجل ملاحظاتك على التجربة.

التجربة الثامنة

موحد(مقوم) نصف موجة محكوم أحادي الوجه
Single phase half wave controlled rectifier

الغرض من التجربة

الحصول على جهد مستمر متغير القيمة من جهد متردد. ودراسة خواص دائرة القدرة المستخدمة. كذلك دراسة تأثير نوع الحمل على أداء الدائرة (حمل مادي وحمل حثي).

الأجهزة والأدوات المطلوبة

١ - ثيرستور ١A ,١٠٠V.

٢ - مقاومة حمل 1K variable، ملف ١٠mH، مقاومة ١٠Ω.

٣ - أميتر ١A□١٠mA تيار مستمر ، فولتميتر تيار مستمر ، أسلاك توصيل.

٤ - مصدر جهد متردد متغير ٥٠V□٠ (أو محول خافض).

٥ - دائرة إشعال للثيرستور.

٦ - راسم ذبذبات ذو قناتين.

خطوات التجربة

١ - صل الدائرة الموضحة في شكل (٨)، تأكد أن منبع الجهد المتردد عند وضع الصفر.

٢ - اضبط راسم الذبذبات بحيث يكون مفتاح الجهد للقناة الأولى على وضع ٥V/div وكذلك مفتاح القناة الثانية عند نفس الوضع. وأيضا مفتاح الزمن على وضع٥msec/div .

٣ - اقصر طرفي ملف الحمل عن طريق توصيل سلك بين النقطتين B,C.

٤ - ارفع منبع الجهد تدريجيا حتى يصل إلى ١٥فولت. سجل قراءات الأجهزة، وانقل موجة الدخل والخرج من الراسم إلى الورق البياني.

٥ - من قراءات أجهزة القياس، ما هي القيمة المتوسطة للجهد الخارج والتيار؟

٦ - من شكل موجة الخرج المسجلة، احسب زاوية الإشعال α بالدرجات

٧ - استنتج شكل الجهد على أقطاب الثيرستور.

٨ - زد زاوية الإشعال عن طريق دائرة الإشعال وسجل قراءة أجهزة القياس وكذلك موجة الخرج. قارن النتائج مع النتائج السابقة.

٩ - افصل منبع القدرة وأدخل الملف بالتوالي مع مقاومة الحمل وذلك بفصل الوصلة بين النقطتين B,C . صل القناة الأولى بالنقطة A (اضغط على مفتاح inv للقناة الأولى).

١٠ - صل منبع القدرة مرة أخرى.

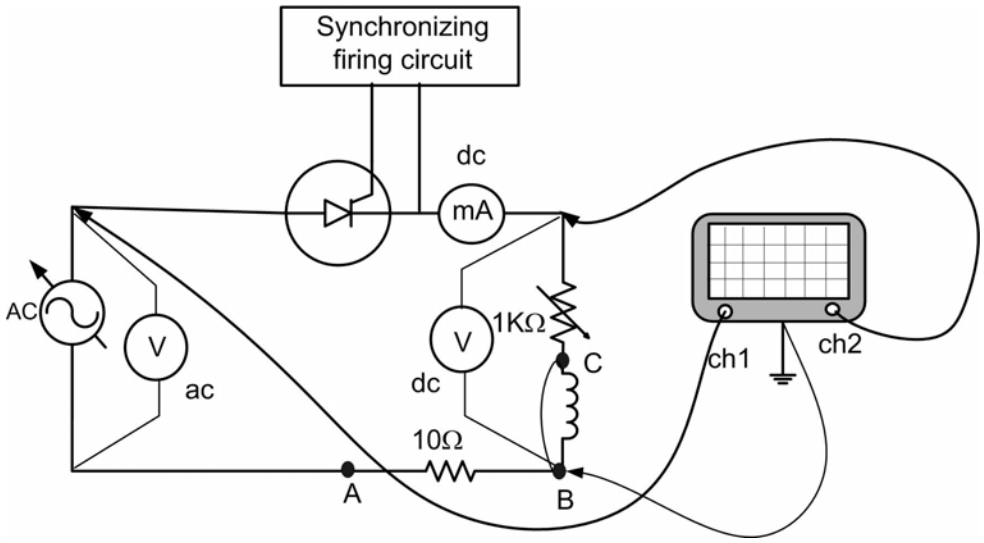
١١ - سجل موجة الجهد والتيار من راسم الذبذبات.

١٢ - احسب قيمة زاوية الإشعال α وكذلك الزاوية التي وصل إليها تيار الحمل للصفر.

١٣ - زد قيمة α ولاحظ الفرق.

١٤ - قلل مقاومة الحمل ولاحظ الفرق في النتائج.

١٥ - ناقش النتائج وسجل ملاحظاتك على التجربة.



شكل (٨)

التجربة التاسعة

موحد(مقوم) موجة كاملة محكوم أحادي الوجه
Single phase full- wave controlled rectifier

الغرض من التجربة

دراسة خواص مقوم موجة كاملة أحادي الوجه. كذلك دراسة تأثير نوع الحمل على أداء الدائرة (حمل مادي وحمل حثي). ودراسة أيضا تأثير الموحد الحر (Freewheeling diode) على شكل موجة الخرج.

الأجهزة والأدوات المطلوبة

١ - عدد ٤ ثيرستور ١A ,١٠٠V.

٢ - دايود ١A ,١٠٠V.

٣ - مقاومة حمل ١K variable، ملف ١٠mH، مقاومة ١٠Ω.

٤ - أميتر ١A□١٠mA تيار مستمر ، فولتميتر تيار مستمر ، أسلاك توصيل.

٥ - مصدر جهد متردد متغير ٥٠V□٠ (أو محول خافض).

٦ - دائرة إشعال للثيرستور ، دائرة إشعال لقنطرة أحادية الوجه.

٧ - راسم ذبذبات ذو قناتين.

خطوات التجربة

١ - صل الدائرة الموضحة في شكل (٩أ) أو شكل (٩ب) حسب الدوائر المتاحة في المختبر، تأكد أن منبع الجهد المتردد عند وضع الصفر.

٢ - اضبط راسم الذبذبات بحيث يكون مفتاح الجهد للقناة الأولى على وضع ٥V/div ومفتاح القناة الثانية على وضع ٥٠mV/div وأيضا مفتاح الزمن على وضع٥msec/div . يفضل أن يكون مفتاح الجهد للقناة الأولى على وضع ١٠V/div إذا توفر ذلك أو يستخدم طرف التوصيل للراسم ذو نسبة تخفيض للجهد. (اضغط على مفتاح inv للقناة الأولى).

٣ - اقصر طرفي ملف الحمل عن طريق توصيل سلك بين النقطتين B,C.

٤ - زد منبع الجهد تدريجيا حتى يصل إلى ٢٥فولت. سجل قراءات الأجهزة، وانقل موجة جهد الخرج وكذلك موجة التيار من الراسم إلى الورق البياني.

٥ - من قراءات أجهزة القياس،ما هي القيمة المتوسطة للجهد الخارج والتيار؟

٦ - من شكل موجة الخرج المسجلة، احسب زاوية الإشعال α بالدرجات.

٧ - زد زاوية الإشعال عن طريق دائرة الإشعال وسجل قراءة أجهزة القياس وكذلك موجة الخرج. قارن النتائج مع النتائج السابقة.

٨ - افصل منبع القدرة وأدخل الملف بالتوالي مع مقاومة الحمل وذلك بفصل الوصلة بين النقطتين B,C .

٩ - صل منبع القدرة مرة أخرى.

١٠ - سجل موجة الجهد والتيار من راسم الذبذبات.

١١ - احسب قيمة زاوية الإشعال α وكذلك الزاوية التي وصل إليها تيار الحمل للصفر.

١٢ - زد قيمة α ولاحظ الفرق.

١٣ - قلل مقاومة الحمل ولاحظ الفرق في النتائج.

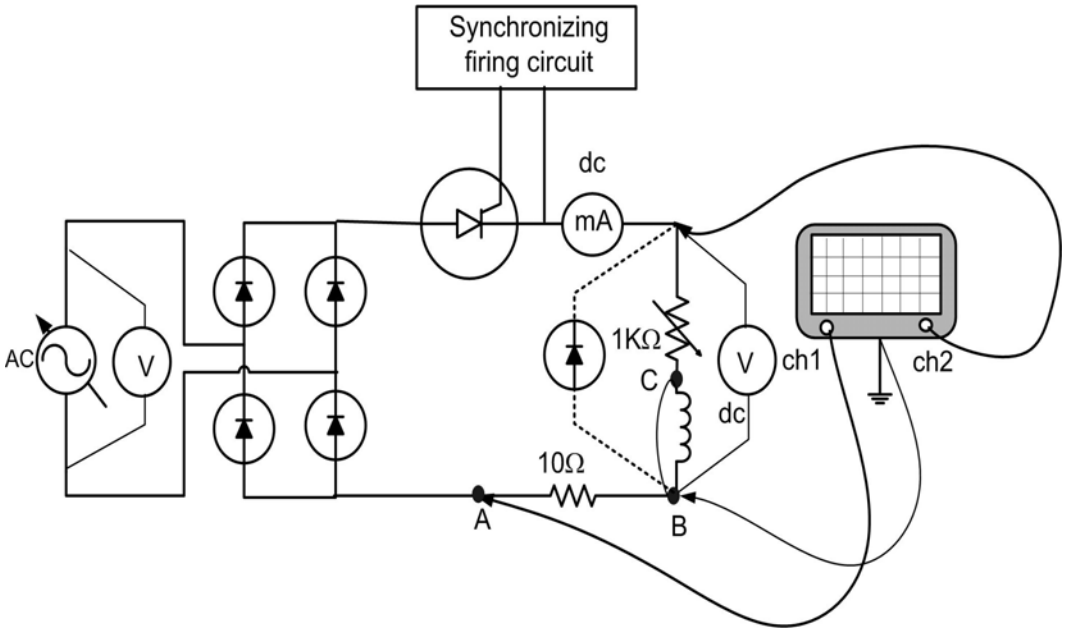
١٤ - افصل منبع الجهد وصل الموحد الحر (دايود الإطلاق) بالتوازي مع الحمل(الخط المتقطع في الشكل)

١٥ - صل منبع الجهد مرة أخرى وسجل موجة الجهد والتيار في هذه الحالة وكذلك قراءة أجهزة القياس.

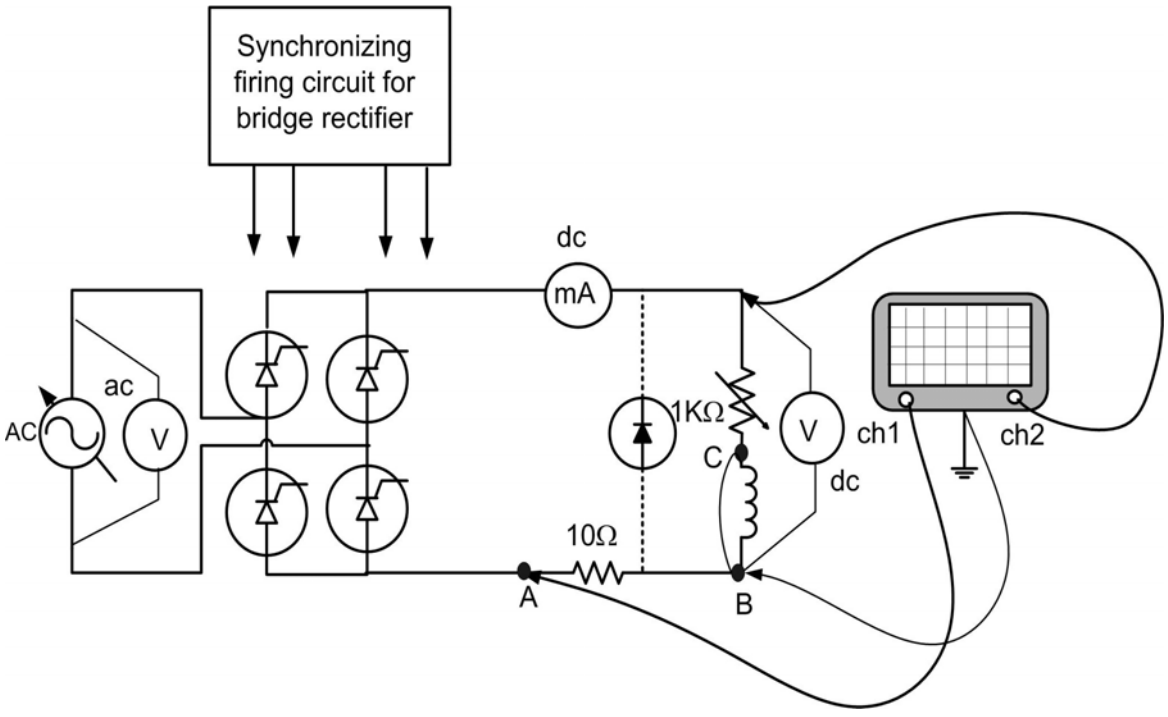
١٦ - قارن النتائج في هذه الحالة مع نتائج الخطوة ١٣.

١٧ - ما هو تأثير توصيل الموحد الحر؟

١٨ - ناقش النتائج وسجل ملاحظاتك على التجربة.


Synchronizing
firing circuit
dc
mA
AC
V
1KΩ
C
V
ch1
ch2
dc
10Ω
A
B

شكل (٩أ)


Synchronizing
firing circuit for
bridge rectifier
dc
mA
ac
AC
V
1KΩ
C
V
ch1
ch2
dc
10Ω
A
B

شكل (٩ب)

التجربة العاشرة

موحد(مقوم) محكوم نصف موجة ثلاثي الأوجه
Three- phase half- wave controlled rectifier

الغرض من التجربة

دراسة خواص موحد نصف موجة محكوم ثلاثي الأوجه. وكذلك دراسة تأثير تغيير زاوية الإشعال على الجهد الموحد.

الأجهزة والأدوات المطلوبة

١ - عدد ٣ثيرستور ١A ,١٠٠V.

٢ - مقاومة حمل ١٠ Ω, ١KΩ.

٣ - أميتر ١A□١٠mA تيار مستمر، أميتر ١A□١٠mAتيار متردد، فولتميتر تيار مستمر، فولتميتر تيار متردد ، أسلاك توصيل.

٤ - مصدر جهد متردد متغير ٠□٥٠V ثلاثي الأوجه، أربعة أطراف(ثلاثة أوجه+التعادل).

٥ - راسم ذبذبات ذو قناتين.

خطوات التجربة

١- صل الدائرة الموضحة في شكل (١٠)، تأكد أن منبع الجهد المتردد عند وضع الصفر.

٢- اضبط راسم الذبذبات بحيث يكون مفتاح الجهد للقناة الأولى على وضع ٥٠mV/div ومفتاح القناة الثانية عند وضع ٥V/div. وأيضا مفتاح الزمن على وضع ٥msec/div. يفضل أن يكون مفتاح الجهد للقناة الثانية على وضع ١٠V/div إذا توفر ذلك أو يستخدم طرف التوصيل للراسم ذو نسبة تخفيض للجهد.

٣- زد منبع الجهد تدريجيا حتى يصل إلى ١٥فولت. سجل قراءات الأجهزة، وانقل موجة الخرج من الراسم إلى الورق البياني.

٤- انقل طرف القناة الأولى إلى النقطة a والأرضي إلى النقطة b. ارسم شكل الموجات المبينة في ورق الرسم البياني. ماذا تمثل الموجة المزاحة؟

٥- من قراءات أجهزة القياس، احسب كفاءة المقوم المحكوم.

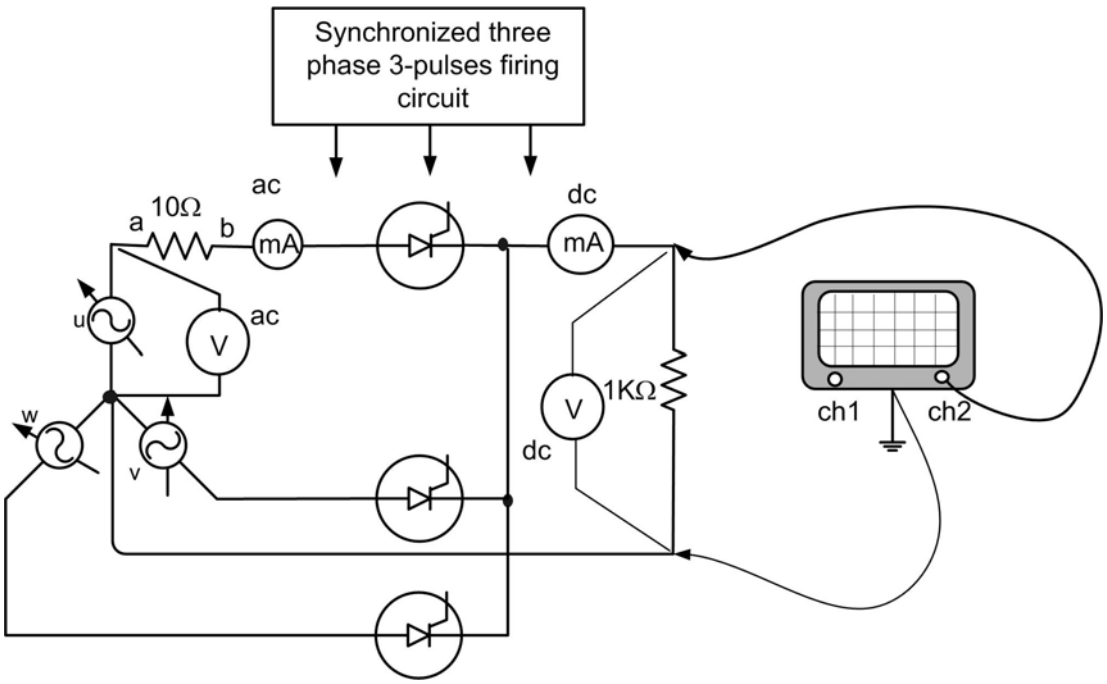
٦- من شكل موجة الخرج المسجلة، احسب V_p و تردد الخرج وكذلك القيمة المتوسطة لجهد الخرج V_{av}.

٧- استنتج شكل الجهد على أقطاب أي من الثيرستور الموجودة بالدائرة.

٨- احسب زاوية الإشعال α من شكل موجة الخرج.

٩- غير زاوية الإشعال ولاحظ الفرق.

١٠- ناقش النتائج وسجل ملاحظاتك على التجربة.



شكل (١٠)

إلكترونيات القدرة (عملي)

دوائر حاكمات الجهد المتردد

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة: معرفة عمل دوائر التحكم في الجهد المتردد وتركيبها وأنواعها المختلفة.

الأهداف: عندما تكتمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

١. كيفية التحكم في الجهد المتردد.
٢. تأثير تغير زاوية الإشعال على الجهد الخارج من دوائر التحكم في الجهد المتردد.
٣. تشخيص الأعطال لدوائر التحكم في الجهد المتردد.
٤. أهم التطبيقات لتلك الدوائر.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الوحدة بنسبة ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ٤ساعات.

الوسائل المساعدة: لا توجد.

متطلبات الجدارة: تحتاج إلى مراجعة المقرر النظري.

التجربة الحادية عشرة

حاكم الجهد المتردد أحادي الوجه

Single phase AC voltage controller

الغرض من التجربة

الحصول على جهد متردد متغير القيمة من جهد متردد ثابت القيمة. ودراسة خواص دائرة القدرة المستخدمة. كذلك دراسة تأثير زاوية الإشعال على جهد الخرج.

الأجهزة والأدوات المطلوبة

١ - ترياك ١A ,١٠٠V.

٢ - مقاومة حمل ١KΩ variable ،عدد ٢ مقاومة ١٠KΩ ، مكثف ٥٠v ٤,٧μF ،مصباح كهربي ١٢ فولت.

٣ - أميتر ١A□١٠mA تيار متردد ،عدد ٢ فولتميتر تيار متردد ، أسلاك توصيل.

٤ - مصدر جهد متردد متغير ٥٠V□٠ .

٥ - دائرة إشعال للترياك.

٦ - راسم ذبذبات ذو قناتين.

خطوات التجربة

١ - صل الدائرة الموضحة في شكل (١١)، تأكد أن منبع الجهد المتردد عند وضع الصفر.

٢ - اضبط راسم الذبذبات بحيث يكون مفتاح الجهد للقناة الأولى على وضع ٥V/div وكذلك مفتاح القناة الثانية عند نفس الوضع. وأيضا مفتاح الزمن على وضع ٥msec/div.

٣ - زد منبع الجهد تدريجيا حتى يصل إلى ١٥فولت. سجل قراءات الأجهزة، وانقل موجة الدخل والخرج من الراسم إلى الورق البياني.

٤ - من قراءات أجهزة القياس، ما هي القيمة الفعالة للجهد الخارج والتيار؟

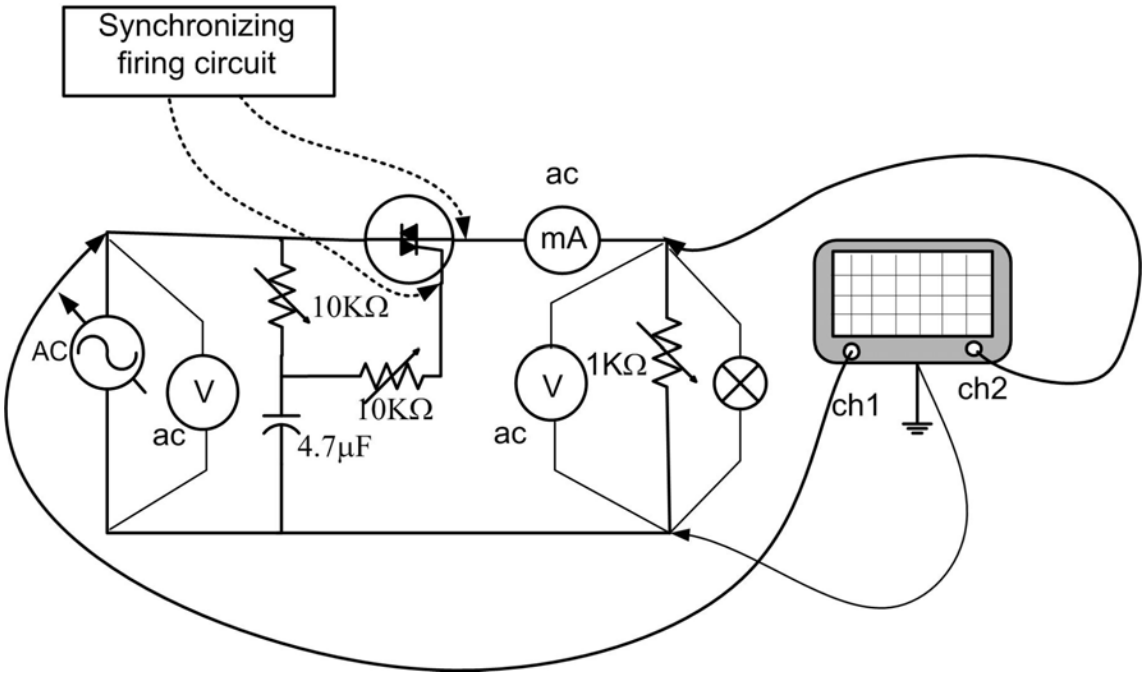
٥ - من شكل موجة الخرج المسجلة، احسب زاوية الإشعال α بالدرجات

٦ - استنتج شكل الجهد على أقطاب الترياك.

٧ - زد زاوية الإشعال عن طريق دائرة الإشعال وسجل قراءة أجهزة القياس وكذلك موجة الخرج. قارن النتائج مع النتائج السابقة واحسب زاوية الإشعال في هذه الحالة. ما هو التأثير الظاهر على المصباح الكهربي؟

٨ - أذكر تطبيقات يستفاد منها لهذه الدائرة.

٩ - ناقش النتائج وسجل ملاحظاتك على التجربة.



شكل (١١)

الفهرس

مقدمة

الوحدة الأولى : أشباه الموصلات المستخدمة في دوائر إلكترونيات القدرة ٢

التجربة الأولى ٢

التجربة الثانية ٢٠

التجربة الثالثة ٢٣

الوحدة الثانية : دوائر الموحدات غير المحكومة ٢٦

التجربة الرابعة ٢٦

التجربة الخامسة ٢٨

التجربة السادسة ٢٨

الوحدة الثالثة : دوائر الموحدات المحكومة ٣٣

التجربة السابعة ٣٣

التجربة الثامنة ٣٦

التجربة التاسعة ٣٨

التجربة العاشرة ٤١

الوحدة الرابعة : دوائر حاكمات الجهد المتناوب ٤٤

التجربة الحادية عشرة ٤٤

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS