المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

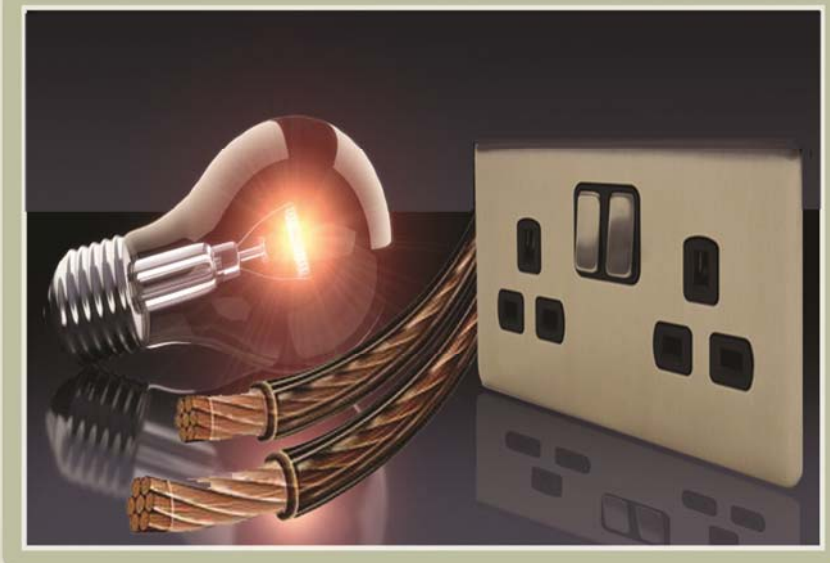
الكليات التقنية

الحقيبة التدريبية :

إلكترونيات القدرة (عملي)

في تخصصات
الآلات والمعدات الكهربائية

والقوى الكهربائية و مشغل لوحة التحكم



مقدمة

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

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني 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 الله ثم 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 للتدريب التقني والمهني 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 تخصصات " **الآلات والمعدات الكهربائية والقوى الكهربائية ومشغل لوحة التحكم** " 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 وجلً أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب سهل يخلو من التعقيد ، مدعم 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

الفهـــرس

الموضـــوع	رقم الصفحة
الوحدة الأولى : دوائر الموحدات غير المحكومة	**٣**
التجربة الأولى : التعرف على عناصر إلكترونيات القدرة وقراءة المواصفات الفنية من كتيب المواصفات.	٥
التجربة الثانية : منحنى الخواص الكهربائي للموحد السليكوني (الدايود)	٢٥
التجربة الثالثة : موحد(نصف موجة غير محكوم أحادي الوجه.	٢٨
التجربة الرابعة : موحد موجة كاملة غير محكوم أحادي الوجه	٣٣
التجربة الخامسة : موحد نصف موجة غير محكوم ثلاثي الأوجه	٣٧
التجربة السادسة : موحد موجة كاملة غير محكوم ثلاثي الأوجه	٤٢
الوحدة الثانية : دوائر الموحدات المحكومة	٤٨
التجربة السابعة : دوائر إشعال الثايرستور	٤٩
التجربة الثامنة : منحنى الخواص الكهربائية للمقوم السليكوني المحكوم(الثايرستور)	٥٣
التجربة التاسعة : موحد نصف موجة محكوم أحادي الوجه	٥٦
التجربة العاشرة : موحد موجة كاملة نصف محكوم أحادي الوجه	٦١
التجربة الحادية عشر: موحد موجة كاملة محكوم أحادي الوجه	٦٦
التجربة الثانية عشر: موحد محكوم نصف موجة ثلاثي الأوجه	٧١
الوحدة الثالثة : دوائر حاكمات الجهد المتردد	٧٦
التجربة الثالثة عشر: حاكم الجهد المتردد أحادي الوجه	٧٧
المراجع العلمية	٨٥

الوحدة الأولى

دوائر الموحدات غير المحكومة

الوحدة الأولى : دوائر الموحدات غير المحكومة

الهدف العام للوحدة: قراءة نشرة البيانات للعناصر الإلكترونية، وقياس منحنى خواص دايود القدرة . ومعرفة عمل دوائر التوحيد أحادية الوجه وثلاثية الأوجه الغير محكومة وتأثير إضافة المكثفات كوسيلة لتنعيم الجهد الموحد.

الأهداف التفصيلية:

١. أن يتعرف المتدرب على عناصر إلكترونيات القدرة.
٢. أن يقرأ المتدرب نشرة البيانات للدايود و للثايرستور.
٣. أن يتعرف المتدرب على الدايود بالاختبار المعملي.
٤. أن يتعرف المتدرب على كيفية شراء عناصر إلكترونيات القدرة من خلال مقنناتها.
٥. أن يقيس المتدرب منحنى خواص دايود القدرة .
٦. أن يتمكن المتدرب من الحصول على جهد مستمر من جهد متردد أحادي الوجه.
٧. أن يتمكن المتدرب من الحصول على جهد مستمر من جهد متردد ثلاثي الأوجه.
٨. أن يتمكن المتدرب من تنعيم الجهد الموحد باستخدام مكثفات.
٩. أن يتمكن المتدرب من تشخيص الأعطال لدوائر التوحيد.

التجربة الأولى

التعرف على عناصر إلكترونيات القدرة وقراءة المواصفات الفنية من كتيب المواصفات

الغرض من التجربة :

١. التعرف على عناصر إلكترونيات القدرة المختلفة وقراءة المواصفات الفنية من كتيب المواصفات أو نشرة البيانات (Datasheet).
٢. تحديد أطراف دايود القدرة باستخدام جهاز قياس ملتيميتر .

الأجهزة والأدوات المطلوبة :

١. الدايود Diode
٢. الثايرستور Thyristor .
٣. الترانزستور Transistor .
٤. نشرة البيانات (للتحميل www.datasheet.com).
٥. جهاز ملتيميتر .

شرح التجربة :

تعتبر نشرة البيانات ذات أهمية كبيرة في تصميم وقراءة دوائر إلكترونيات القدرة وتقدم الشركات الصانعة نشرات البيانات لتزويد المستخدم بمعلومات كافية لاستخدام العنصر بشكل صحيح. وفي الغالب لا تتجاوز نشرة البيانات ١٠ صفحات، حيث تكون القيم الاسمية الكهربائية المهمة على صفحة أو صفحتين. لذلك يعتبر فهم كيفية ارتباط القيم الاسمية بتصميم دائرة إلكترونيات القدرة أمراً ضرورياً جداً.

تعطي 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 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 يضاف مع كل جزء ملاحظات 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.

القيم الاسمية العظمى المطلقة Absolute Maximum Ratings

تمثل القدرات العظمى للعنصر وتوصف بأنها الحدود التي تصف ميزات العنصر وتعطى لتسهيل عملية 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 موثوقية 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 (25°C)، أي درجة حرارة الغرفة. ويصمم بناءً عليها وسيلة التبريد المناسبة 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 الحرارية Thermal Resistance R_{thjc} : تعبر المقاومة الحرارية عن مقدار مقاومة تدفق الطاقة الحرارية. وتساعد المقاومة الحرارية المصممين على

٤- تحديد كمية التصرف الحراري (Heat Sinking) اللازمة للحفاظ على درجة الحرارة المعطاة للوصلة من أجل تبريد معين للطاقة واختيار طريقة التبريد المناسبة.

- **القيم الاسمية العظمى الكهربائية Electrical Maximum Ratings**

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

١- **القيمة العظمى لجهد القمة العكسي التكراري 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 الأقصى 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 الأقصى 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 الأقصى للدايود:**

Diode Maximum Non-repetitive Surge Current

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

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

تبين 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 والكهربائي.

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 الأقصى 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 الأقصى للدايود** :

Diode maximum instantaneous reverse current

تمثل القيمة (I_R) التيار العكسي الأقصى للعنصر. وتشير هذه القيمة إلى التيار العكسي للدايود عند تطبيق جهد أسمى 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 لخصائص العنصر الكهربائية 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 الأقصى بين المصعد والمهبط وتيار التسرب اللذين 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 و ثايرستور قدرة، وتحديد المواصفات الفنية لهما من تلك النشرات، وكذلك تعيين الخواص الكهربائية . ويفضل زيارة أحد مواقع نشرات البيانات مثل :

- www.datasheet.com
- www.datasheet4u.com

٣- ضع جهاز الملتيميتر على وضع قياس المقاومة (الأوميتر)، واختر تدريجاً مناسباً لقياس المقاومة.

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

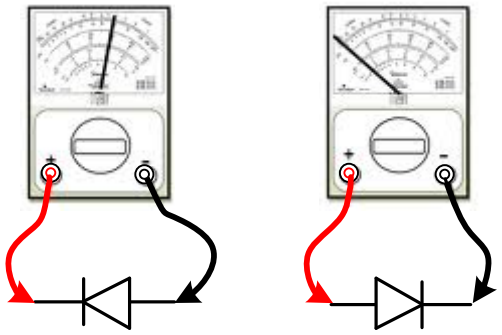
٥- سجل قيمة المقاومة في هذه الحالة بالجدول (١- ١) وحدد الطرف الموجب لجهاز القياس (عادة الطرف الأحمر) .

٦- اعكس أطراف جهاز القياس كما هو موضح بشكل (١- ١ب) وسجل قيمة المقاومة بالجدول (١- ١).

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

٨- تعرف من مدربك على كيفية تحديد أطراف الدايود من خلال الشكل العام له.

٩- ناقش النتائج المستخلصة من التجربة.



(ب) (أ)

شكل (١- ١) اختبار الدايود

جدول (١- ١)

الحالة	(أ)	(ب)
قيمة المقاومة	R = Ω	R = Ω

١- نشرة البيانات الخاصة بدايود قدرة، من شركة انترناشيونال ركتفير

International
IOR Rectifier

SD300N/R SERIES

STANDARD RECOVERY DIODES

Stud Version

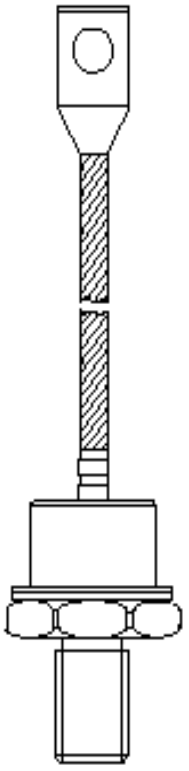
Features

- 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		Units
		16 to 20	25 to 32	
$I_{F(AV)}$		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

Type number	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	
		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. C 03/03

Thermal and Mechanical Specifications

Parameter		SD300N/R		Units	Conditions
		16 to 20	25 to 32		
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

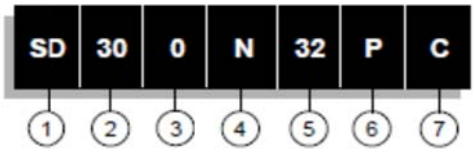
ΔR_{thJC} Conduction

(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

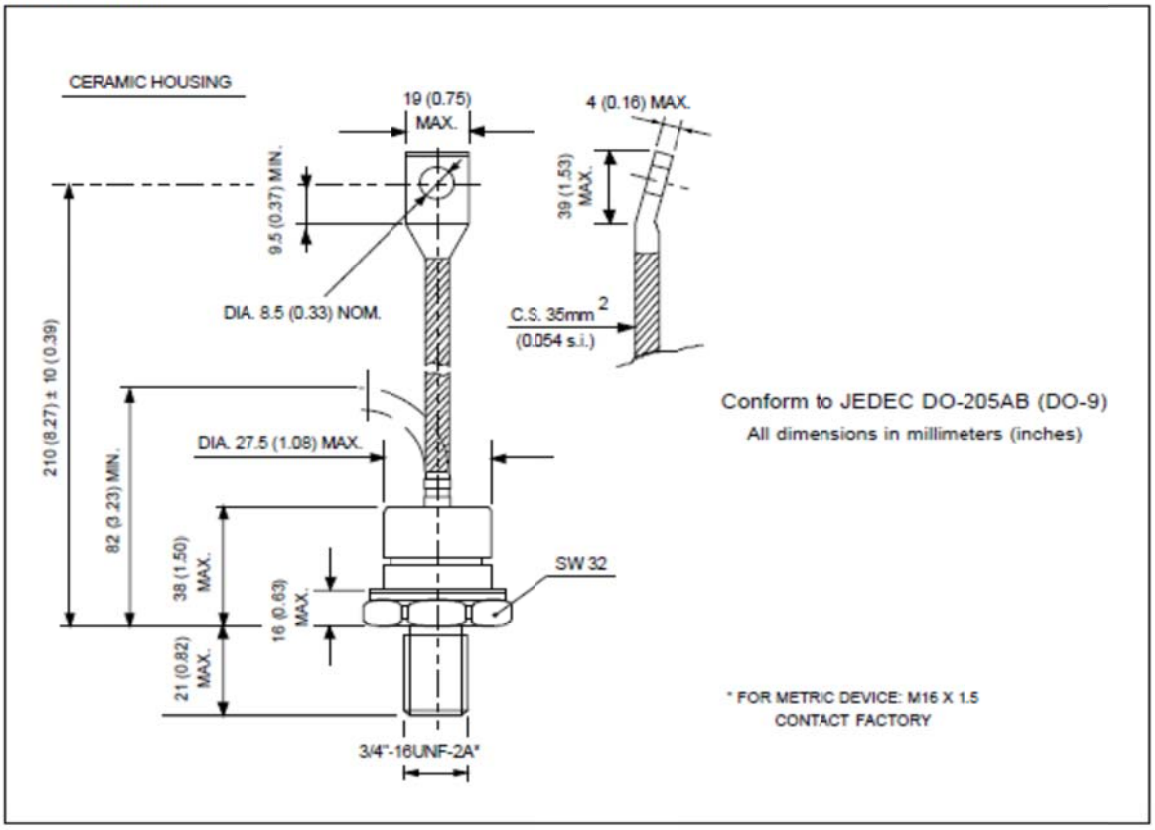
Device Code



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
7 - C = Ceramic Housing

NOTE: For metric Device M16 x 1.5 Contact Factory

Outline Table



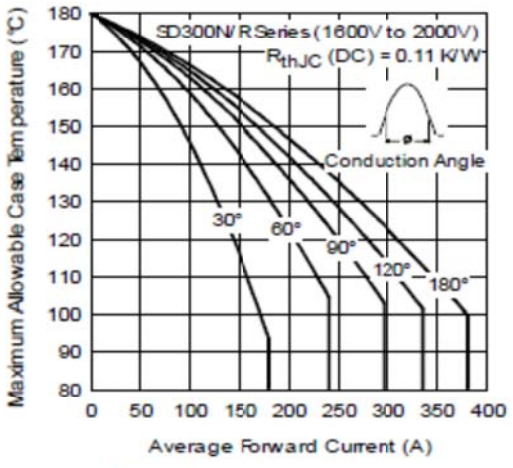


Fig. 1 - Current Ratings Characteristics

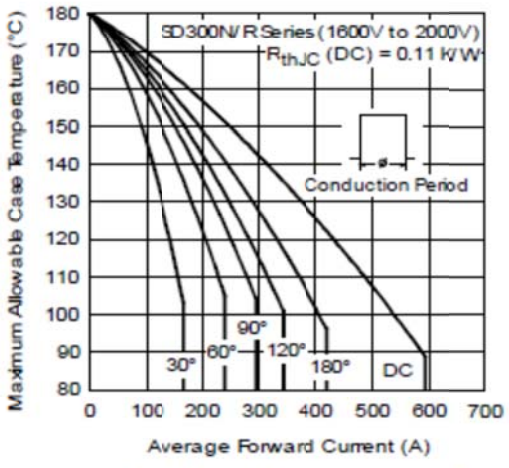


Fig. 2 - Current Ratings Characteristics

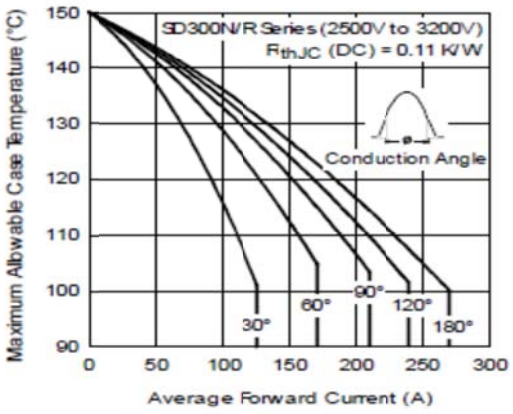


Fig. 3 - Current Ratings Characteristics

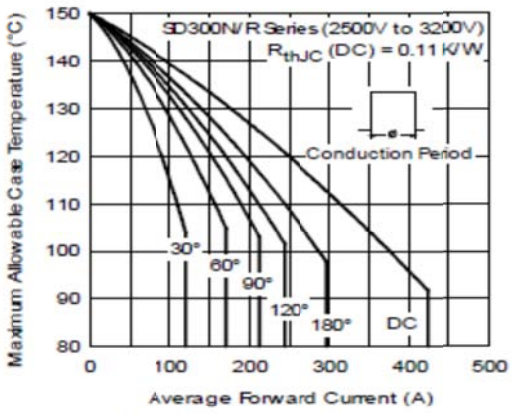


Fig. 4 - Current Ratings Characteristics

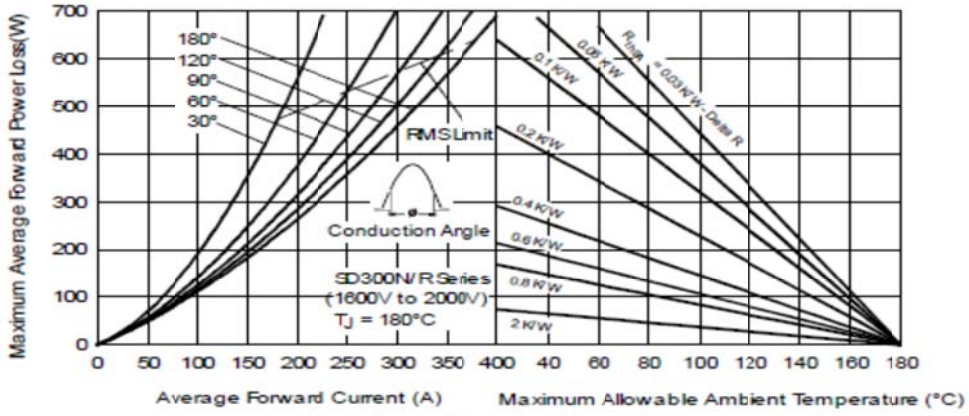


Fig. 5 - Forward Power Loss Characteristics

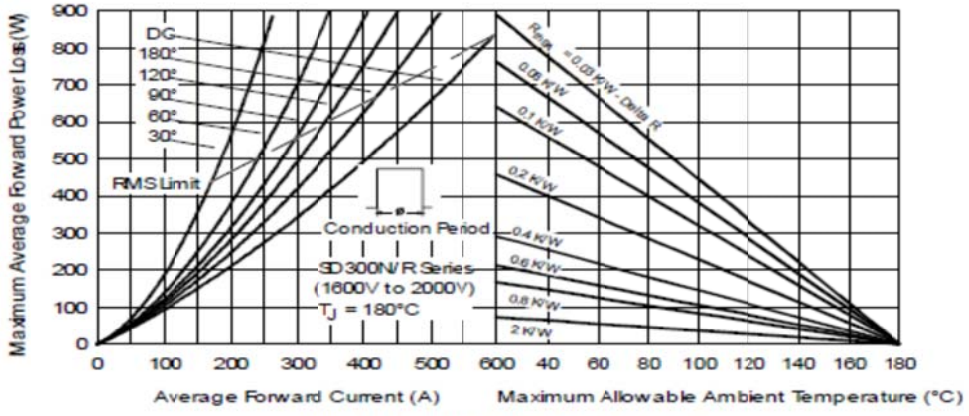


Fig. 6 - Forward Power Loss Characteristics

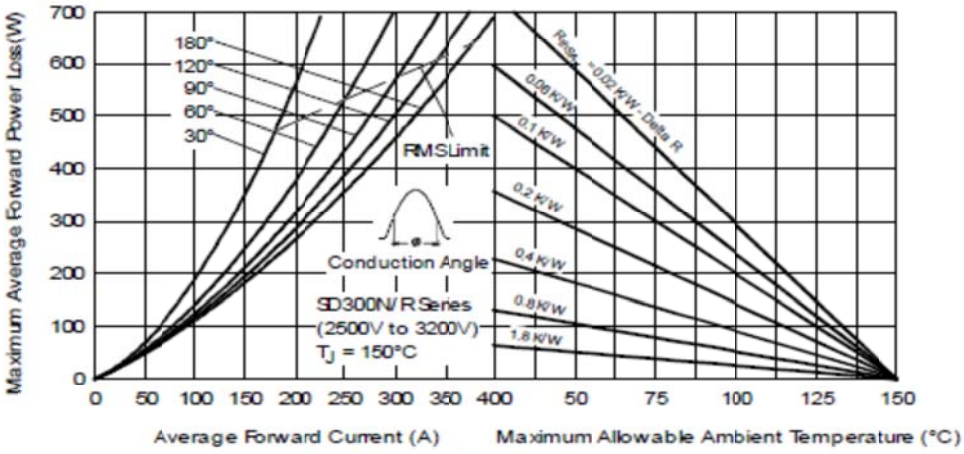


Fig. 7 - Forward Power Loss Characteristics

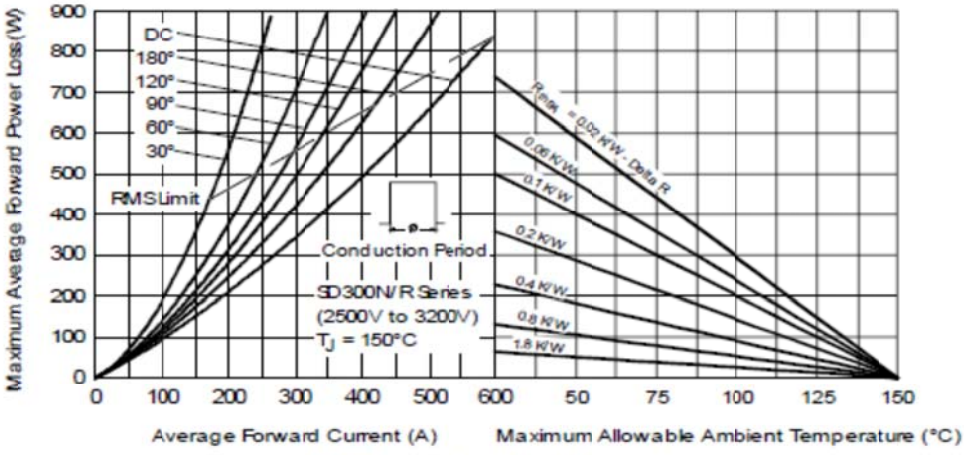


Fig. 8 - Forward Power Loss Characteristics

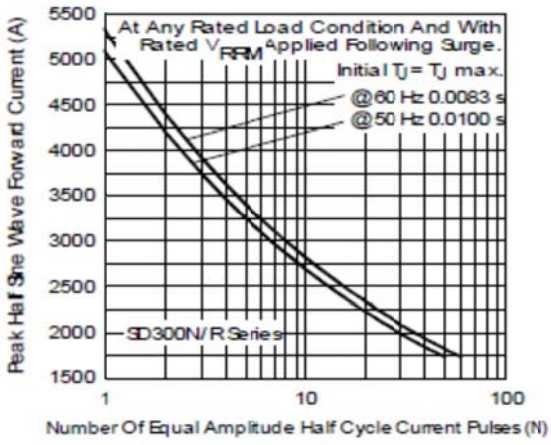


Fig. 9 - Maximum Non-Repetitive Surge Current

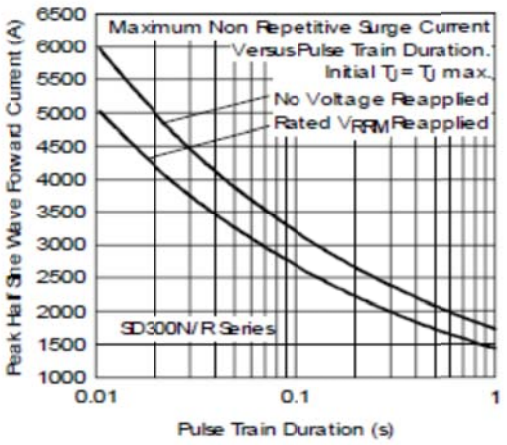


Fig. 10 - Maximum Non-Repetitive Surge Current

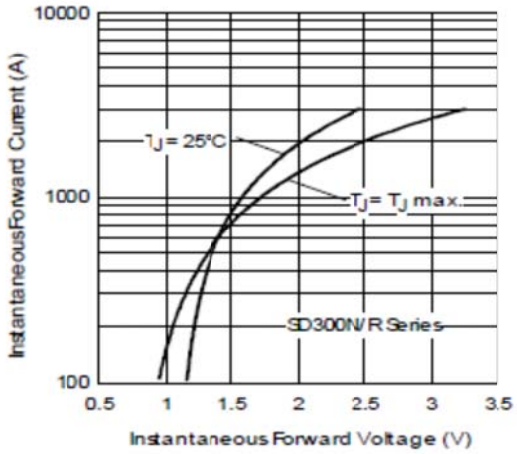


Fig. 11 - Forward Voltage Drop Characteristics

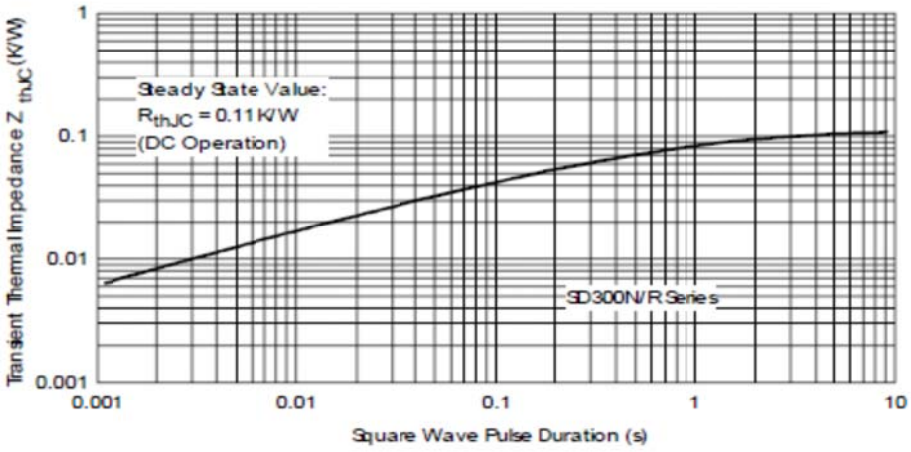


Fig. 12 - Thermal Impedance Z_{thJC} Characteristics

Data and specifications subject to change without notice.
This product has been designed and qualified for Industrial Level.
Qualification Standards can be found on IR's Web site.

International
IOR Rectifier

IR WORLD HEADQUARTERS: 233 Kansas St., El Segundo, California 90245, USA Tel: (310) 252-7105
TAC Fax: (310) 252-7309
Visit us at www.irf.com for sales contact information. 03/03

٢- نشرة البيانات الخاصة بالثايرستور قدرة من شركة انترناشيونال ركتفير

Bulletin I25163 rev. B 01/94

International
IOR Rectifier

ST230S SERIES

PHASE CONTROL THYRISTORS — **Stud Version**

230A

Features

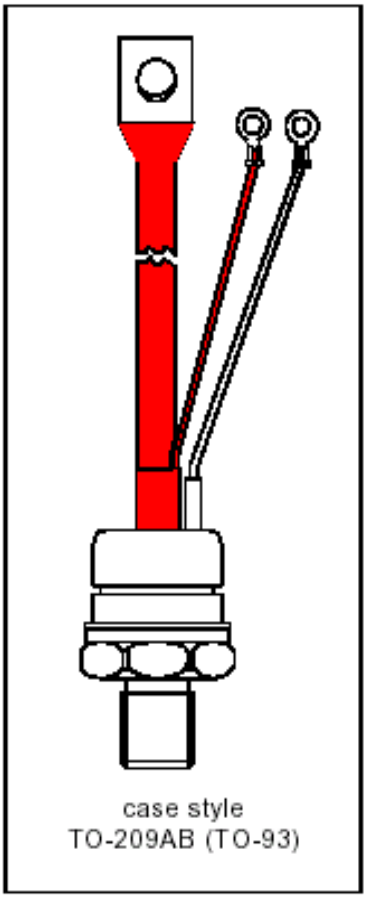
- Center amplifying gate
- Hermetic metal case with ceramic insulator (Also available with glass-metal seal up to 1200V)
- International standard case TO-209AB (TO-93)
- Threaded studs UNF 3/4 - 16UNF2A or ISO M16x1.5
- Compression Bonded Encapsulation for heavy duty operations such as severe thermal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

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	Maxmum I^2t for fusing	163	KA²s	t = 10ms	No voltage reapplied	
		148		t = 8.3ms		
		115		t = 10ms	100% V_{RRM} reapplied	
		105		t = 8.3ms		
$I^2\sqrt{t}$	Maxmum $I^2\sqrt{t}$ for fusing	1630	KA²√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	Maxmum 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, $t_r \leq 1\mu s$ $T_J = T_J$ 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, $t_p \leq 5$ms	
$P_{G(AV)}$	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, $t_p \leq 5$ms	
$+V_{GM}$	Maximum peak positive gate voltage	20		V	$T_J = T_J$ max, $t_p \leq 5$ms	
$-V_{GM}$	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

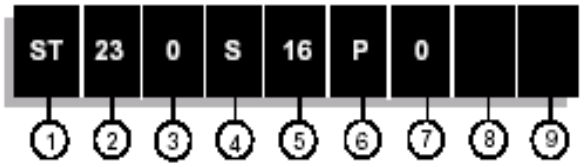
ΔR_{thJC} Conduction

(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

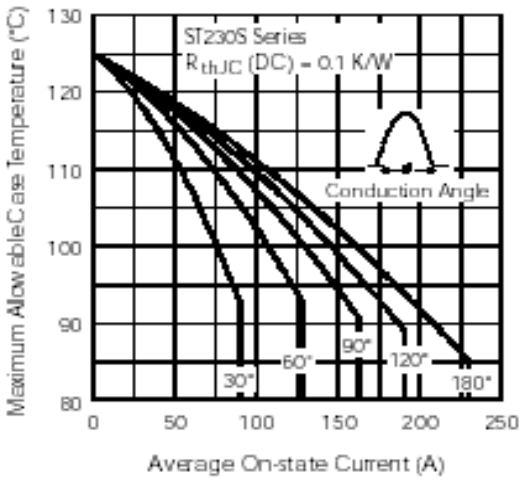


Fig. 1 - Current Ratings Characteristics

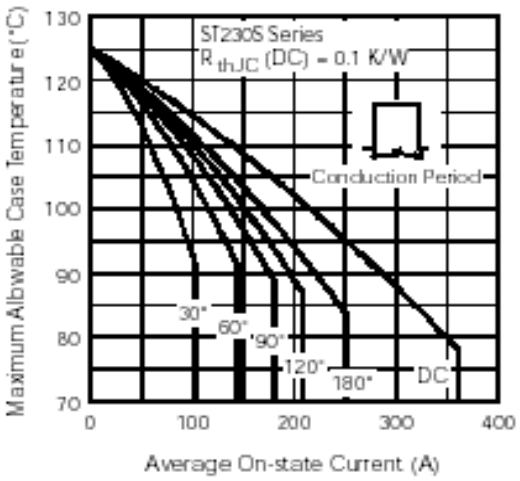


Fig. 2 - Current Ratings Characteristics

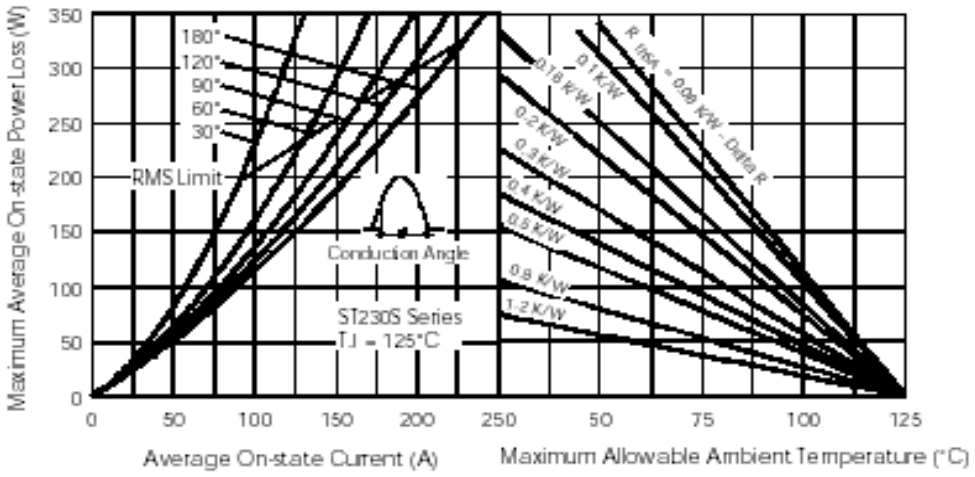


Fig. 3 - On-state Power Loss Characteristics

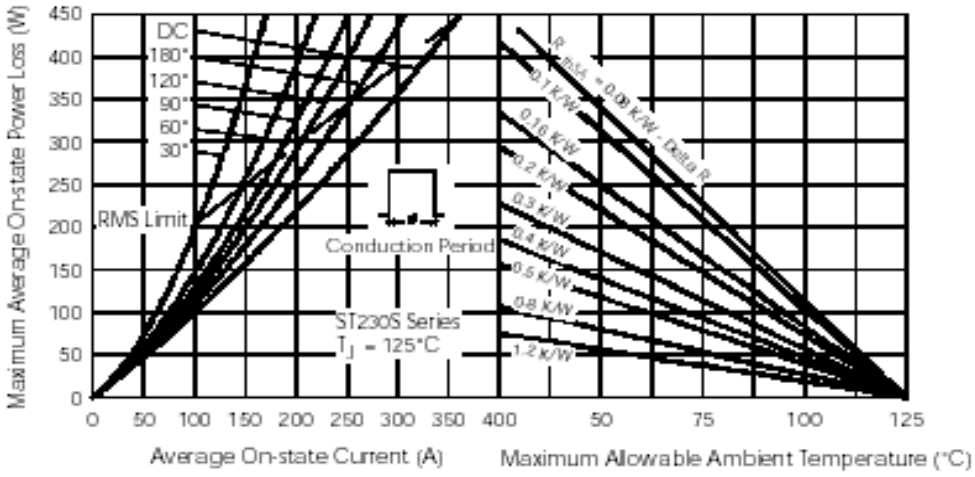


Fig. 4 - On-state Power Loss Characteristics

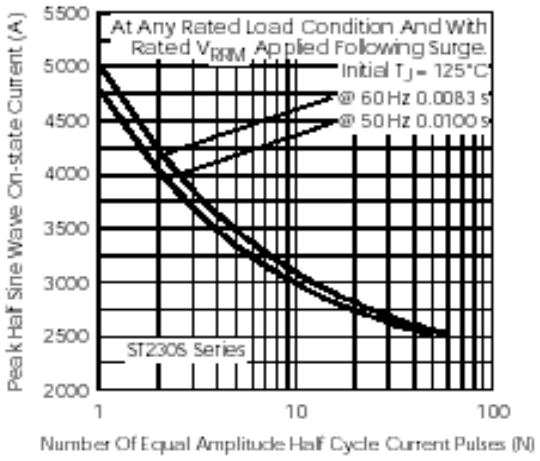


Fig. 5 - Maximum Non-Repetitive Surge Current

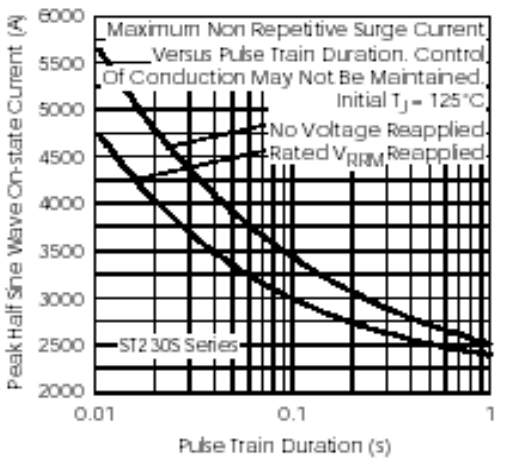


Fig. 6 - Maximum Non-Repetitive Surge Current

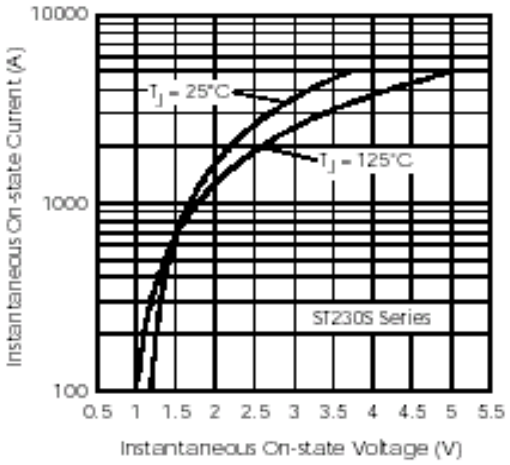


Fig. 7 - On-state Voltage Drop Characteristics

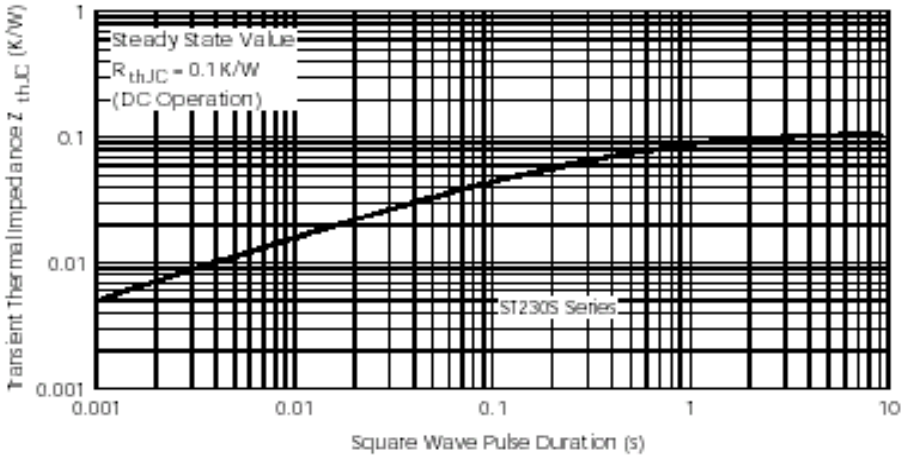


Fig. 8 - Thermal Impedance Z_{thJC} Characteristic

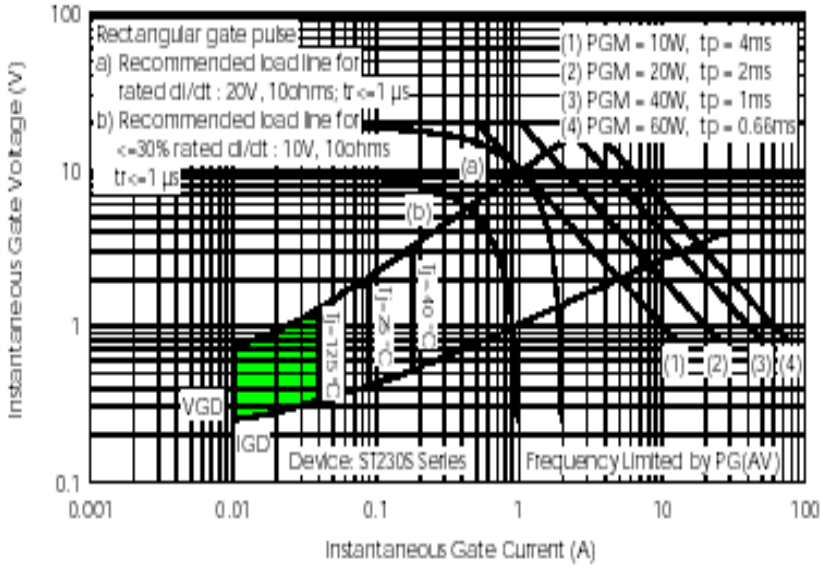


Fig. 9 - Gate Characteristics

التجربة الثانية : منحنى الخواص الكهربائية للموحد السليكوني(الدايود)
V-I Characteristic Of The Diode

الغرض من التجربة

١. قياس منحنى خواص الجهد مع التيار للموحد السليكوني في الانحياز الأمامي والانحياز العكسي.
٢. عرض موجة الجهد الواقع على أطراف الدايود وكذلك موجة التيار المار في الدايود .
٣. عرض منحنى خواص الدايود على راسم الذبذبات (الأوسيلسكوب) .

الأجهزة والعناصر المطلوبة

١. دايود 100 V, 1A.
٢. مقاومات 1 KΩ, 10 Ω.
٣. أميتر 10 mA-1A، ميكروأميتر، فولتميتر، أسلاك توصيل.
٤. مصدر جهد مستمر قابل للضبط 0-20 V.
٥. مصدر جهد متردد قابل للضبط 0-50 V.
٦. راسم ذبذبات ذو قناتين.

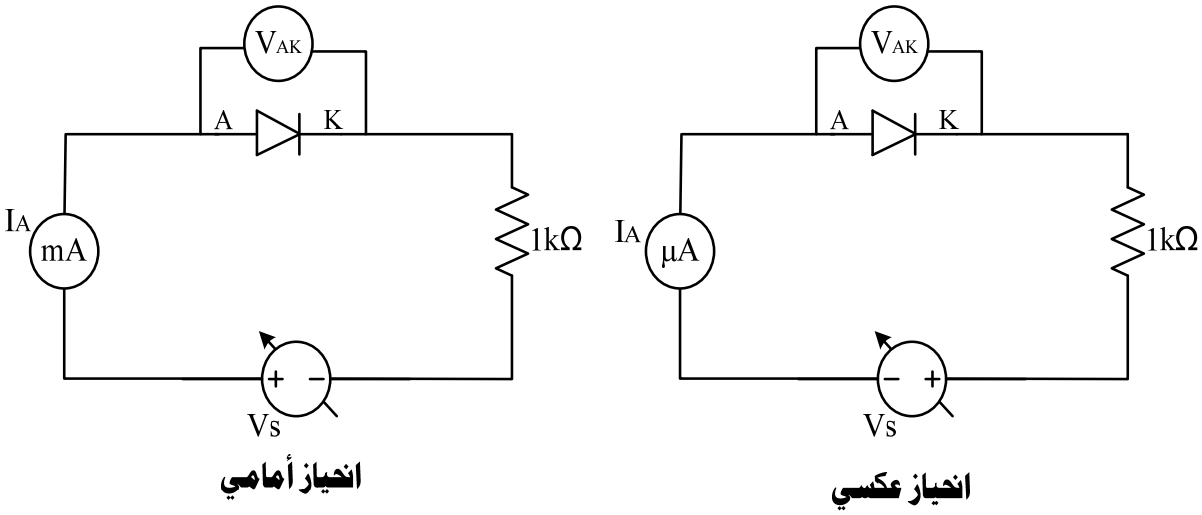
خطوات التجربة

١. وصل الدائرة و الدايود في حالة الانحياز الأمامي كما في شكل (٢- ١أ) ، تأكد أن منبع الجهد المستمر عند وضع الصفر.
٢. غير جهد المصدر تدريجياً للحصول على القيم الموضحة في الجدول (٢- ١). وسجل بالجدول قراءات الجهود والتيارات المناظرة لتلك الجهود.
٣. أعد منبع الجهد المستمر إلى الصفر مرة أخرى، واعكس أطرافه المغذية للدائرة واستبدل جهاز الأميتر بجهاز الميكروأميتر، كما في شكل (٢- ١ب) (حالة الانحياز العكسي للدايود.
٤. مرة أخرى غير منبع الجهد المستمر تدريجياً للحصول على القيم الموضحة في الجدول (٢- ٢) وسجل في الجدول قيم التيارات والجهود المقاسة.

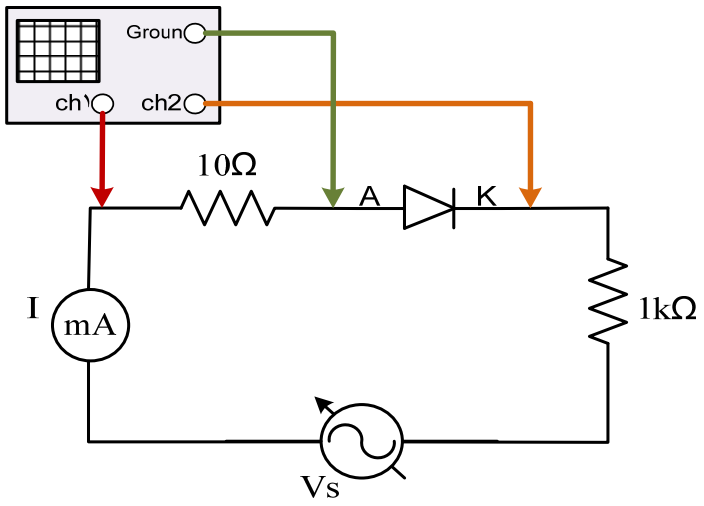
٥. ارسم منحنى الخواص للموحد السليكوني (الدايود) بيانياً من النتائج المسجلة في جدول (٢- ١) وجدول (٢- ٢) على الورق البياني بحيث يكون الجهد على المحور الأفقي والتيار على المحور الرأسي.

٦. وصل الدائرة الموضحة في شكل (٢- ١ج)، تأكد أن منبع الجهد المتردد عند وضع الصفر.

٧. اضبط راسم الذبذبات بحيث يكون مفتاح الجهد للقناة الأولى على وضع 5V/div والقناة الثانية على وضع 20mV/div(inv)، ومفتاح الزمن على وضع 5msec/div.



(أ) (ب)



(ج)

شكل (٢- ١)

٨. غير الجهد المتردد تدريجياً حتى يصل إلى ١٥فولت. سجل الموجات المزاحة على راسم الذبذبات ثم ارسم شكل موجة التيار وكذلك موجة الجهد الواقع على الدايود من راسم الذبذبات في الورق البياني.

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.اضبط جهاز راسم الذبذبات على وضع X-Y، ثم ارسم المنحنى الذي يظهر أمامك على شاشة راسم الذبذبات.

١٢.ناقش وسجل ملحوظاتك على التجربة في ضوء دراستك النظرية.

جدول (٢- ١) الانحياز الأمامي

جهد المصدر	0	2 V	4 V	6 V	8 V	10 V	12 V	15 V
V_f (V)								
I_f (mA)								

جدول (٢- ٢) الانحياز العكسي

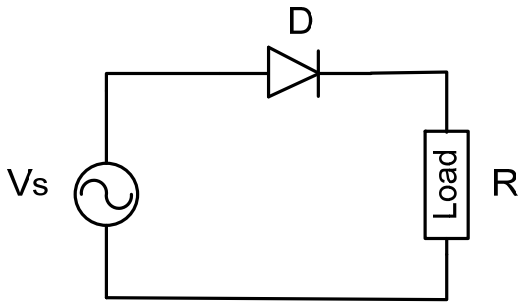
جهد المصدر	0	-2 V	-4 V	-6 V	-8 V	-10 V	-12 V	-15 V
V_r (V)								
I_r (μA)								

التجربة الثالثة : موحد نصف موجة غير محكوم أحادي الوجه
Single Phase Half-Wave Uncontrolled Rectifier

الغرض من التجربة

١. دراسة خواص موحد نصف الموجة غير المحكوم أحادي الوجه.
٢. التعريف بفائدة دوائر التوحيد وأهميتها في حياتنا.

الدائرة الكهربائية :



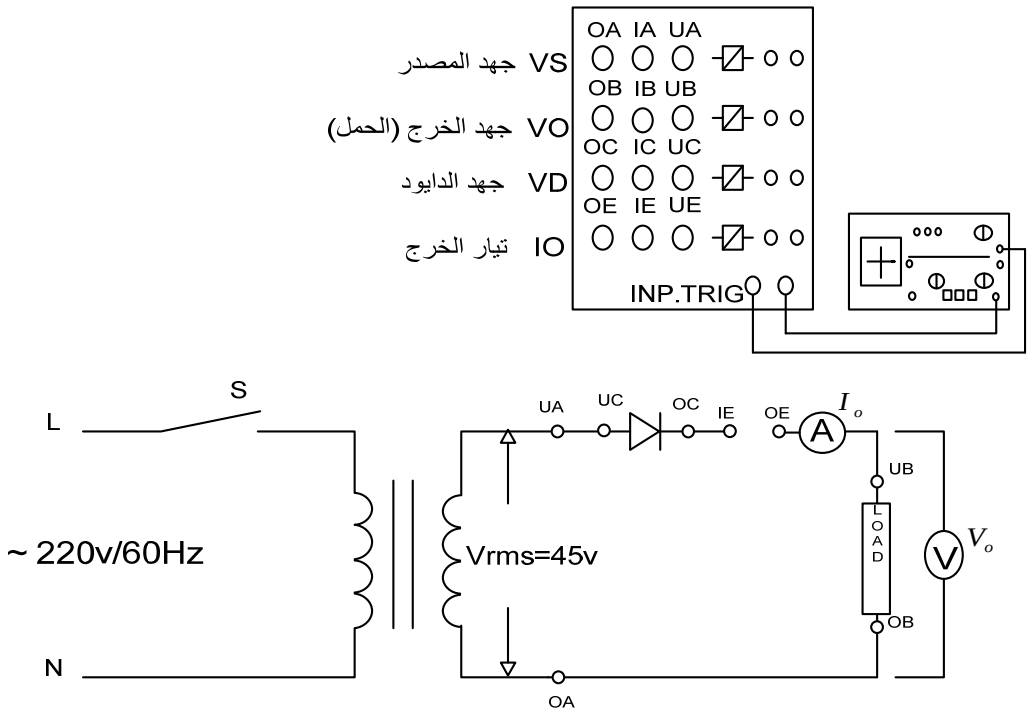
شكل ٣- ١

الأجهزة والعناصر المطلوبة

١. مصدر جهد متردد 45V/60Hz.
٢. راسم إشارة مع مكبر معزول رباعي القناة .
٣. دايود قدرة 1A ، 100V.
٤. حمل مادي 100 Ω .
٥. جهازين أفوميتر (يقيس القيمة المتوسطة والفعالة) .

خطوات التجربة

١. تأكد أن مصدر التغذية مفصول ثم وصل الدائرة الموضحة في شكل ٣- ٢.



شكل (٣- ٢)

٢. وصل مصدر التغذية للدائرة ، بعد التأكد من صحة التوصيل .

٣. اضبط راسم الإشارة والمكبر المعزول حتى تظهر المنحنيات الأربعة على الشاشة بوضوح.

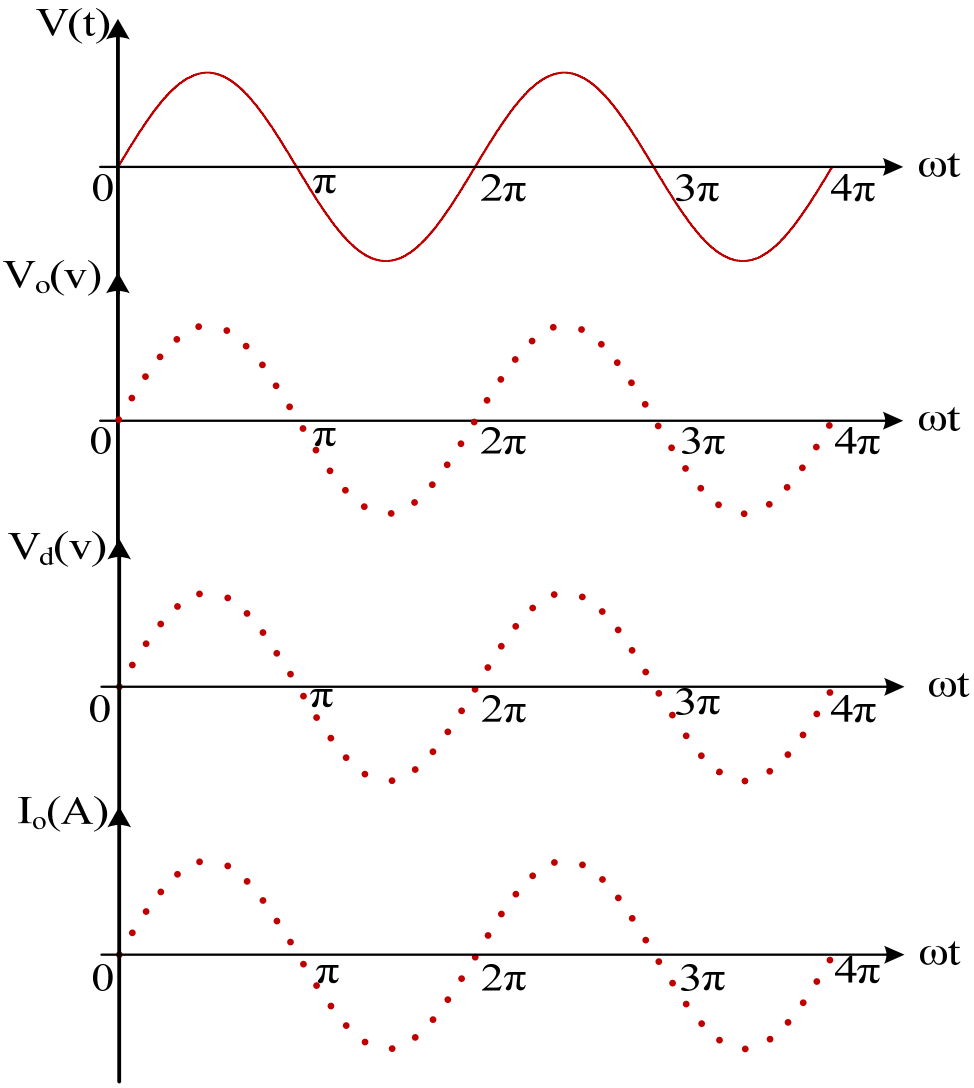
٤. ارسم المنحنيات الظاهرة على راسم الإشارة ثم استخرج القيمة العظمى وسجلها في الجدول ٣- ١.

٥. سجل قراءة جهاز الفولتميتر و الأميتر بالجدول ٣- ١ .

٦. احسب القيمة العظمى والفعالة والمتوسطة لجهد وتيار الخرج مستعيناً بقوانين التجربة وسجلها بالجدول ٣- ١ .

٧. ناقش النتائج وسجل ملاحظاتك على التجربة.

منحنيات التجربة :



قوانين التجربة :

قانون القيمة العظمى لجهد المصدر V_m :

$$V_m = \sqrt{2} \times V_{rms}$$

$$v_s = Vm \sin \omega t$$

قانون القيمة المتوسطة لجهد وتيار الحمل :

$$I_{av} = \frac{V_{av}}{R}$$

$$V_{av} = \frac{V_m}{\pi}$$

قانون القيمة الفعالة لجهد وتيار الحمل :

$$I_{rms} = \frac{V_{rms}}{R}$$

$$V_{rms} = \frac{Vm}{2}$$

نتائج التجربة :

	عملياً	حسابياً
Vm(القيمة العظمى للجهد)		
Vav (القيمة المتوسطة لجهد الخرج)		
Iav (القيمة المتوسطة لتيار الخرج)		
Vrms(القيمة الفعالة لجهد الخرج)		
Irms(القيمة الفعالة لتيار الخرج)		

جدول (٣ - ١)

الاستنتاج :

.....

.....

.....

أسئلة ومناقشة :

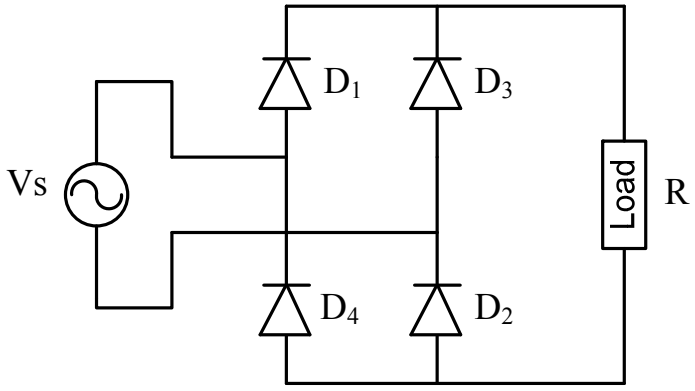
١. ما الهدف من دوائر التوحيد ؟
٢. اذكر بعض استخدامات دوائر التوحيد .
٣. ما العنصر الإلكتروني المستخدم في الدائرة وما هي أطرافه ؟
٤. كيف تفحص الدايود ؟
٥. ما هو أقصى جهد عكسي يتحمله الدايود PIV ؟
٦. لماذا سميت هذه الدائرة بموحد أحادي الوجه نصف موجة غير محكوم ؟

التجربة الرابعة : موحد موجة كاملة غير محكوم أحادي الوجه
Single Phase Full-Wave Uncontrolled Rectifier

الغرض من التجربة

١. دراسة خواص موحد موجة كاملة أحادي الوجه.
٢. دراسة تأثير المكثفات كوسيلة تنعيم الجهد الموحد.

الدائرة الكهربائية :



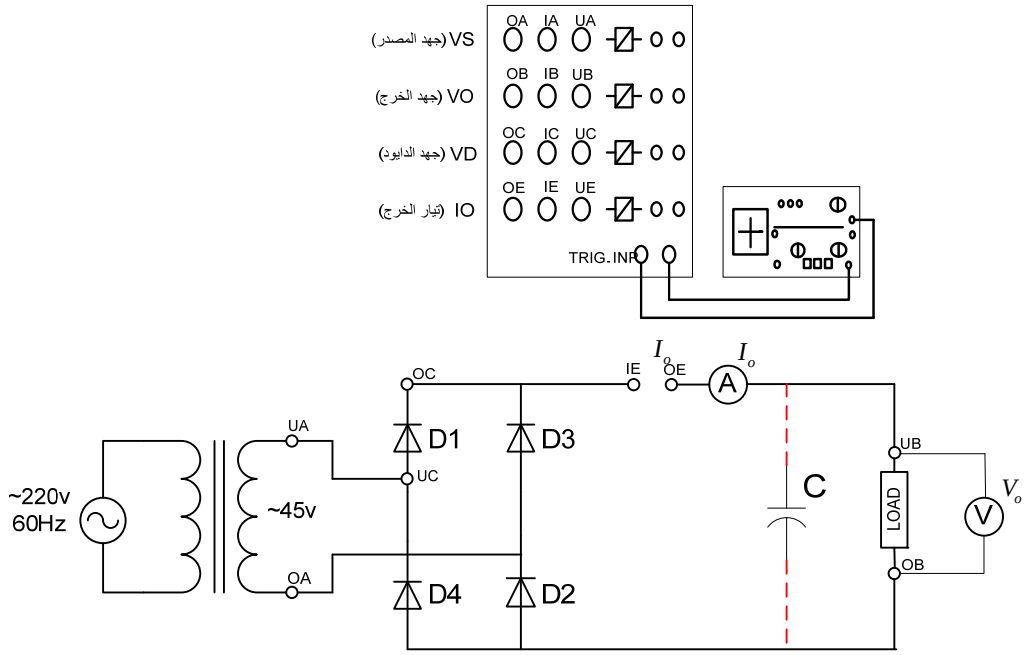
شكل ٤- ١

الأجهزة والعناصر المطلوبة

١. مصدر جهد متردد 45V/60Hz .
٢. راسم إشارة مع مكبر معزول رباعي القناة .
٣. أربع دايودات 100 V, 1 A .
٤. حمل مادي 100 Ω.
٥. جهازين أفوميتر (يقيس القيمة المتوسطة والفعالة) .
٦. مكثفات 8µf ، 8µf، 16µf .

خطوات التجربة

١. تأكد أن مصدر التغذية مفصول ثم وصل الدائرة الموضحة في شكل 4- ٢ بدون توصيل المكثف.



شكل (٤- ٢)

٢. وصل مصدر التغذية للدائرة ، بعد التأكد من صحة التوصيل .

٣. اضبط راسم الإشارة والمكبر المعزول حتى تظهر المنحنيات الأربعة على الشاشة بوضوح.

٤. ارسم المنحنيات الظاهرة على راسم الإشارة ثم استخرج القيمة العظمى وسجلها في الجدول 4- ١.

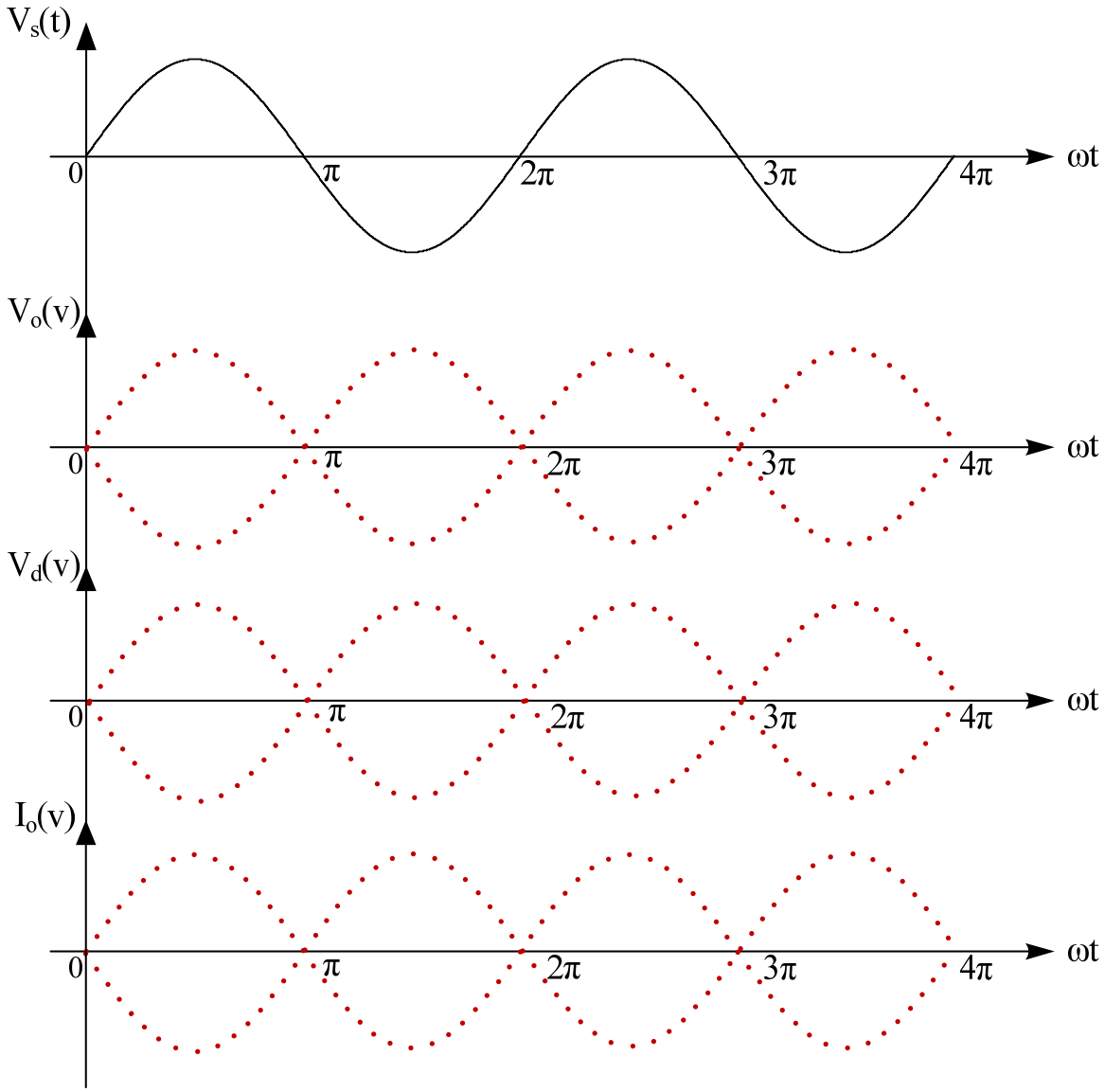
٥. سجل قراءة جهاز الفولتميتر و الأميتر بالجدول ٤- ١ .

٦. احسب القيمة العظمى والفعالة والمتوسطة لجهد وتيار الخرج مستعيناً بقوانين التجربة وسجلها بالجدول ٤- ١ .

٧. قم بتوصيل المكثفات 8µf ، 8µf، 16µf بالتوازي مع الحمل وبالتدريج ولاحظ ماذا يحدث للمنحنيات وأجهزة الأفوميتر .

٨. ناقش النتائج وسجل ملاحظاتك على التجربة.

منحنيات التجربة :



قوانين التجربة :

قانون القيمة المتوسطة لجهد وتيار الحمل :

$$V_{av} = \frac{2V_m}{\pi} \qquad I_{av} = \frac{V_{av}}{R}$$

قانون القيمة الفعالة لجهد وتيار الحمل :

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \qquad I_{rms} = \frac{V_{rms}}{R}$$

نتائج التجربة :

حسابياً	عملياً	
		Vm(القيمة العظمى للجهد)
		Vav (القيمة المتوسطة لجهد الخرج)
		Iav (القيمة المتوسطة لتيار الخرج)
		Vrms(القيمة الفعالة لجهد الخرج)
		Irms(القيمة الفعالة لتيار الخرج)

جدول (٤ - ١)

الاستنتاج :

.....

.....

.....

أسئلة ومناقشة :

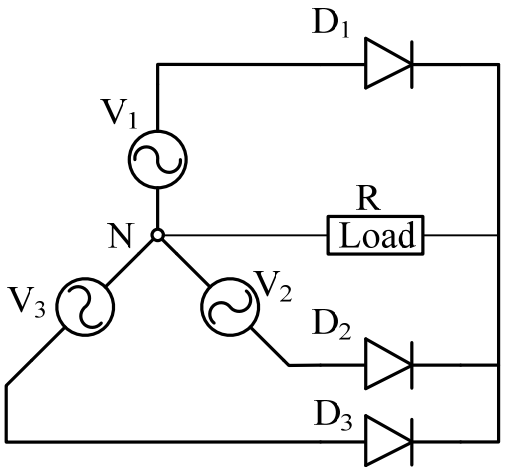
١. لماذا سميت هذه الدائرة بموحد أحادي الوجه موجة كاملة غير محكوم ؟
٢. ما هو الفرق بين دائرة توحيد نصف موجه وموجه كاملة .
٣. اشرح فكرة عمل الدائرة .
٤. ما هو تأثير المكثفات على خرج دائرة التوحيد .

التجربة الخامسة : موحد نصف موجة غير محكوم ثلاثي الأوجه
Three Phase Half- Wave Uncontrolled Rectifier

الغرض من التجربة

١. دراسة خواص موحد نصف موجة ثلاثي الأوجه.
٢. كيفية تشخيص الأعطال في الدائرة.
٣. مقارنة دوائر التوحيد الأحادية والثلاثية.

الدائرة الكهربائية :



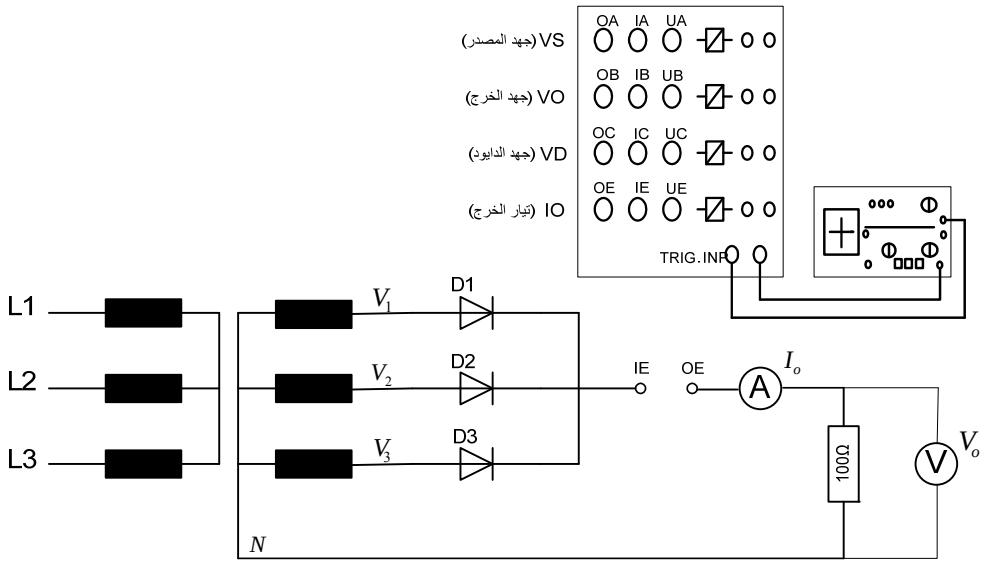
شكل ٥- ١

الأجهزة والعناصر المطلوبة

١. مصدر جهد متردد ثلاثي الأوجه 45V/60Hz.
٢. راسم إشارة مع مكبر معزول رباعي القناة .
٣. ثلاث دايودات قدرة 1A ، 100V.
٤. حمل مادي 100 Ω .
٥. جهازين أفوميتر (يقيس القيمة المتوسطة والفعالة) .

خطوات التجربة

١. تأكد أن مصدر التغذية مفصول ثم وصل الدائرة الموضحة في شكل ٥- ٢.



شكل (٥- ٢)

٢. وصل مصدر التغذية للدائرة ، بعد التأكد من صحة التوصيل .

٣. اضبط راسم الإشارة والمكبر المعزول حتى تظهر المنحنيات الأربعة على الشاشة بوضوح.

٤. ارسم المنحنيات الظاهرة على راسم الإشارة ثم استخرج القيمة العظمى وسجلها في الجدول ٥- ١.

٥. سجل قراءة جهاز الفولتميتر و الأميتر بالجدول ٥- ١ .

٦. احسب القيمة العظمى والفعالة والمتوسطة لجهد وتيار الخرج مستعيناً بقوانين التجربة وسجلها بالجدول ٥- ١ .

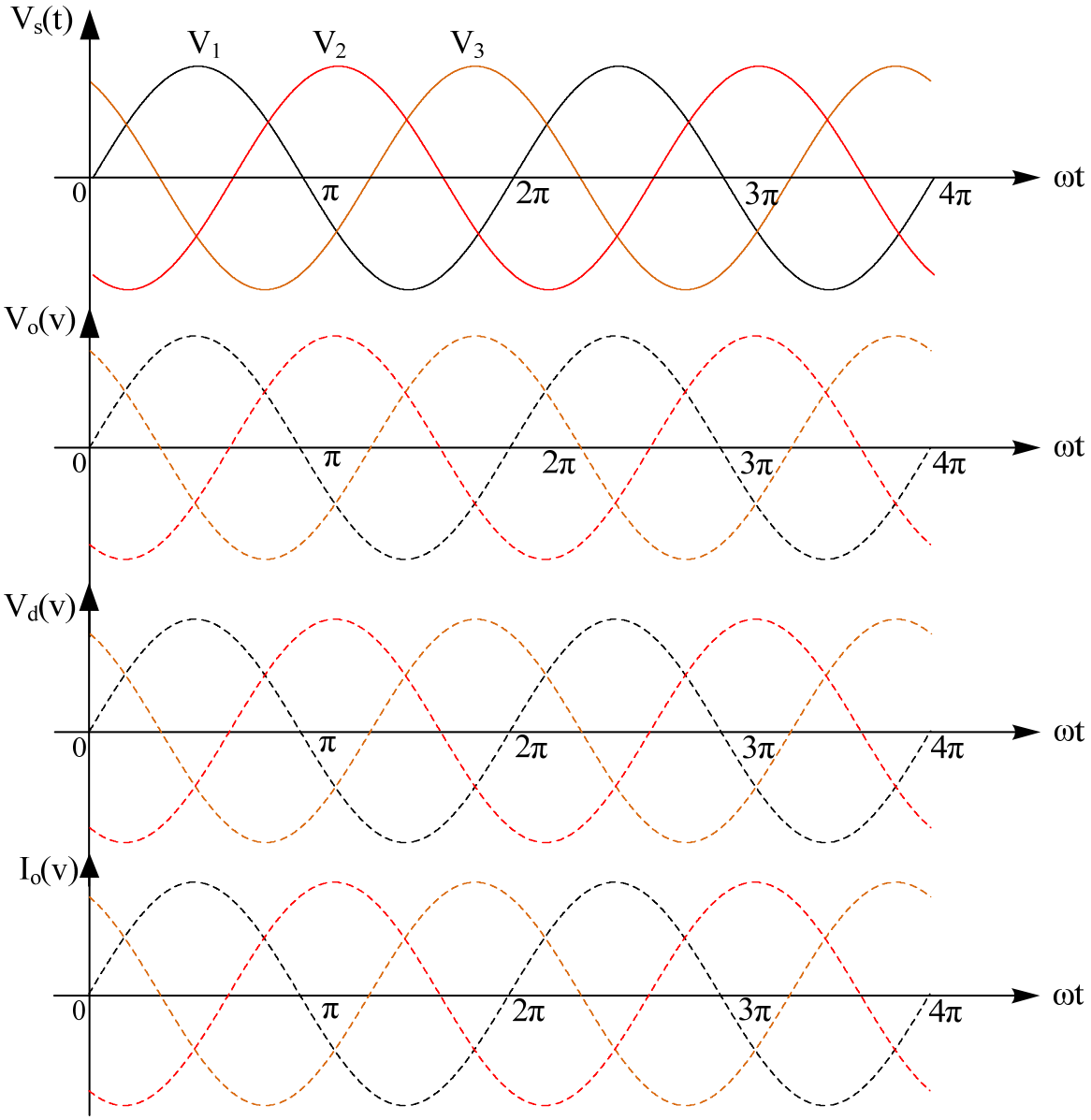
٧. افصل مصدر التغذية عن الدائرة وافصل أحد الدايودات من الدائرة مع ترك الأطراف بدون توصيل.

٨. وصل مصدر التغذية مرة أخرى ولاحظ شكل موجة الخرج. ما هو الفرق الآن؟

٩. ماذا تتوقع أن يحدث في حالة حدوث قصر على أطراف أي من الدايودات؟

١٠. ناقش النتائج وسجل ملاحظاتك على التجربة.

منحنيات التجربة :



قوانين التجربة :

قانون القيمة المتوسطة لجهد وتيار الحمل :

$$I_{av} = \frac{V_{av}}{R} \qquad V_{av} = \frac{3\sqrt{3}V_{ph(m)}}{2\pi}$$

قانون القيمة الفعالة لجهد وتيار الحمل :

$$I_{rms} = \frac{V_{rms}}{R} \qquad V_{rms} = 0.8412 \cdot V_{ph(m)}$$

نتائج التجربة :

	معملياً	حسابياً
$V_{ph(m)}$ (القيمة العظمى للجهد)		
Vav (القيمة المتوسطة لجهد الخرج)		
Iav (القيمة المتوسطة لتيار الخرج)		
Vrms(القيمة الفعالة لجهد الخرج)		
Irms(القيمة الفعالة لتيار الخرج)		

جدول (٥ - ١)

الاستنتاج :

.....
.....
.....

أسئلة ومناقشة :

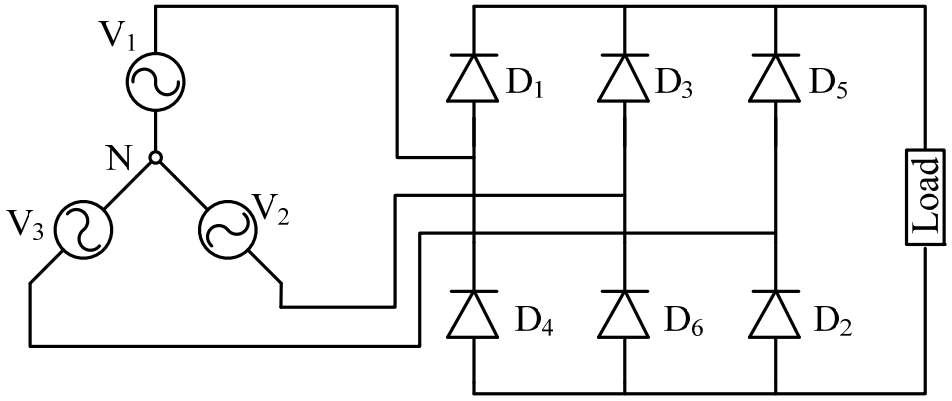
١. اشرح فكرة عمل الدائرة .
٢. ما هو الفرق بين دوائر التوحيد أحادية الوجه وثلاثية الأوجه ؟
٣. كم الفترة التي يعمل عندها كل دايود ؟
٤. ما هو أسهل في التنعيم دوائر التوحيد أحادية الوجه أو ثلاثية الأوجه ؟
٥. ماذا لاحظت عند عكس أطراف أحد الدايودات ؟
٦. ماذا تتوقع أن يحدث للدائرة في حالة حدوث قصر على أطراف أي من الدايودات؟

التجربة السادسة : موحد موجة كاملة غير محكوم ثلاثي الأوجه
Three Phase Full-Wave Uncontrolled Rectifier

الغرض من التجربة

١. دراسة خواص موحد موجة كاملة ثلاثي الأوجه.
٢. مقارنة دوائر التوحيد نصف الموجة والموجة الكاملة ثلاثية الأوجه .

الدائرة الكهربائية :



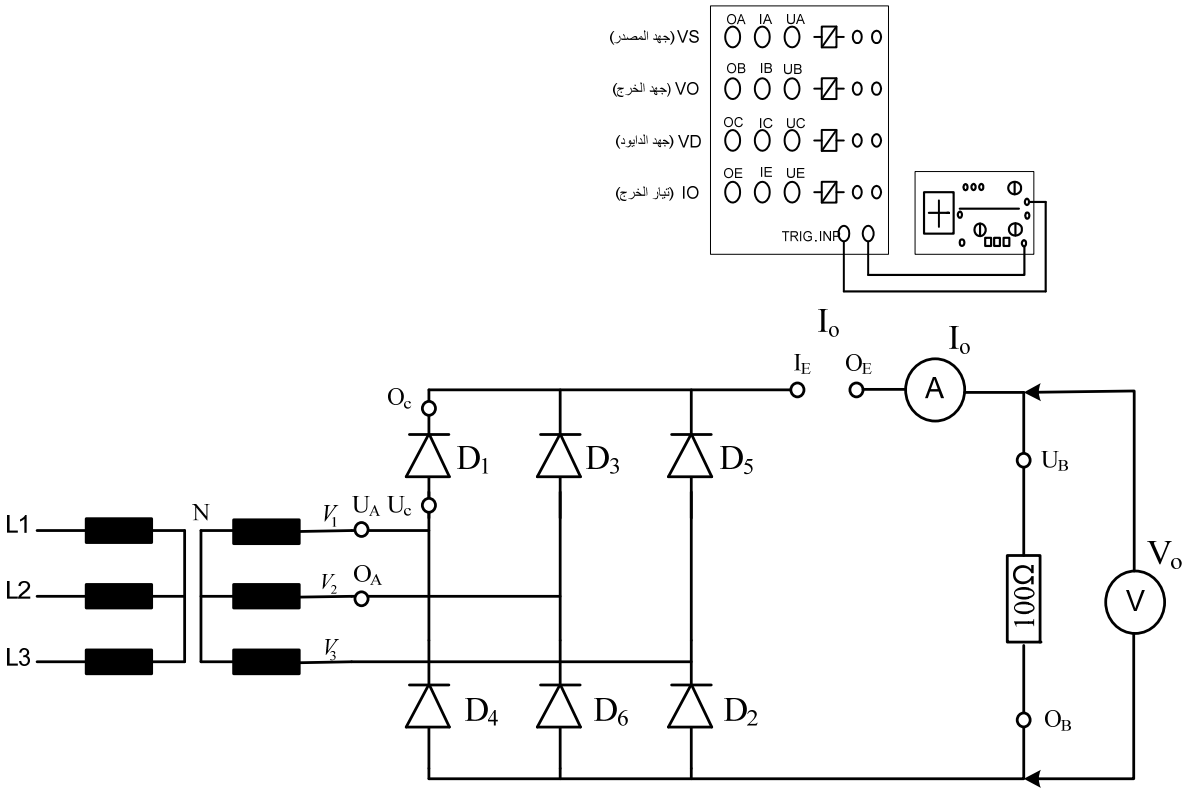
شكل ٦- ١

الأجهزة والعناصر المطلوبة

١. مصدر جهد متردد ثلاثي الأوجه 45V/60Hz.
٢. راسم إشارة مع مكبر معزول رباعي القناة .
٣. ستة دايودات قدرة 1A ، 100V.
٤. حمل مادي 100 Ω .
٥. جهازين أفوميتر (يقيس القيمة المتوسطة والفعالة) .

خطوات التجربة

١. تأكد أن مصدر التغذية مفصول ثم وصل الدائرة الموضحة في شكل ٦- ٢.



شكل (٦- ٢)

٢. وصل مصدر التغذية للدائرة ، بعد التأكد من صحة التوصيل .

٣. اضبط راسم الإشارة والمكبر المعزول حتى تظهر المنحنيات الأربعة على الشاشة بوضوح.

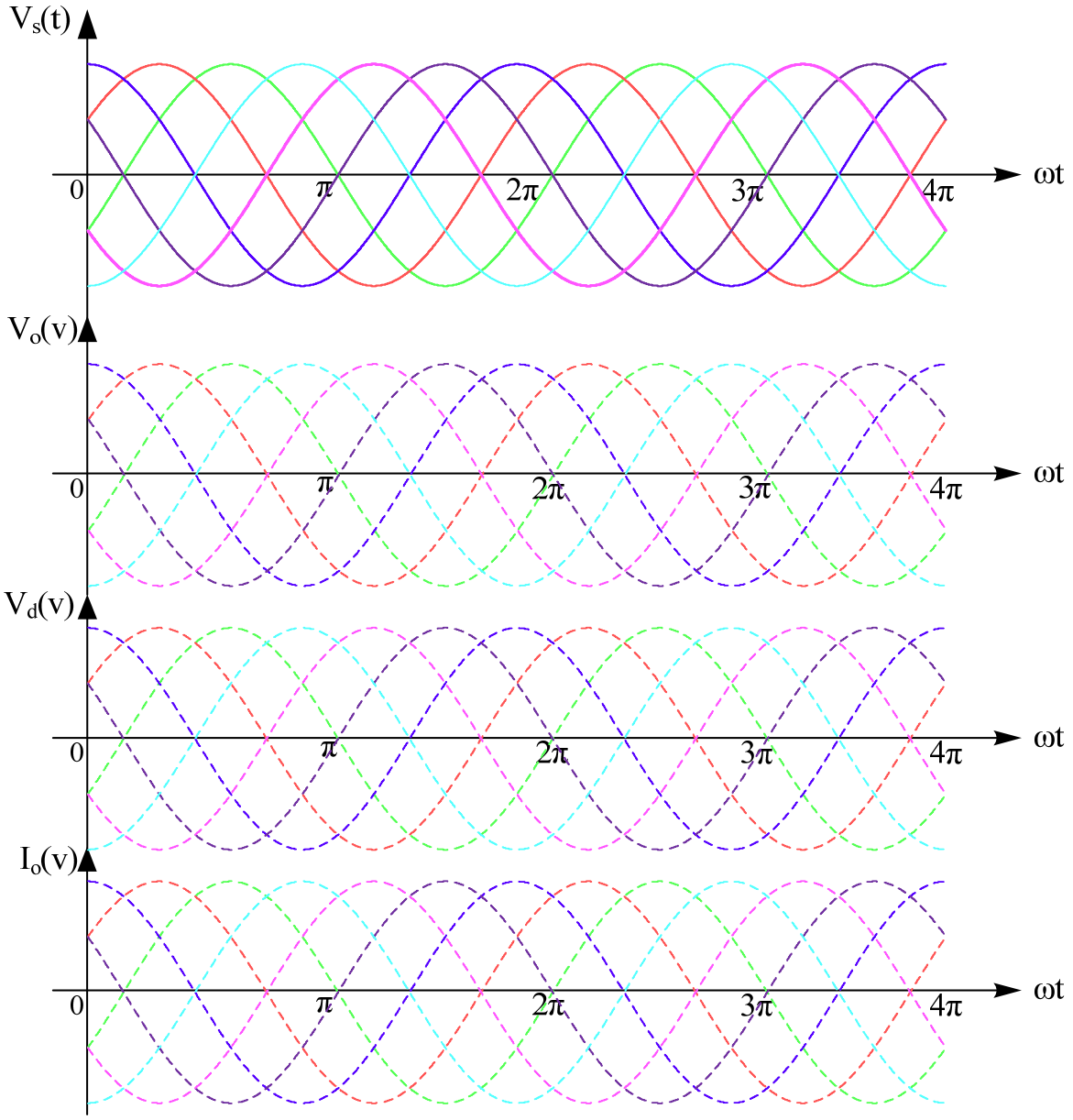
٤. ارسم المنحنيات الظاهرة على راسم الإشارة ثم استخرج القيمة العظمى وسجلها في الجدول ٦- ١.

٥. سجل قراءة جهاز الفولتميتر و الأميتر بالجدول ٦- ١ .

٦. احسب القيمة العظمى والفعالة والمتوسطة لجهد وتيار الخرج مستعيناً بقوانين التجربة وسجلها بالجدول ٦- ١ .

٧. ناقش النتائج وسجل ملاحظاتك على التجربة.

منحنيات التجربة :



قوانين التجربة :

قانون القيمة المتوسطة لجهد وتيار الحمل :

$$I_{av} = \frac{V_{av}}{R} \qquad V_{av} = \frac{3\sqrt{3}\,V_{ph\,(m)}}{\pi}$$

قانون القيمة الفعالة لجهد وتيار الحمل :

$$I_{rms} = \frac{V_{rms}}{R} \qquad V_{rms} = 1.6554 \cdot V_{ph\,(m)}$$

نتائج التجربة :

	معملياً	حسابياً
$V_{ph(m)}$(القيمة العظمى للجهد		
Vav (القيمة المتوسطة لجهد الخرج)		
Iav (القيمة المتوسطة لتيار الخرج)		
Vrms(القيمة الفعالة لجهد الخرج)		
Irms(القيمة الفعالة لتيار الخرج)		

جدول (٦ - ١)

الاستنتاج :

.....
.....
.....

أسئلة ومناقشة :

١. اشرح فكرة عمل الدائرة .
٢. ما هو الفرق بين دوائر التوحيد النصف موجه والموجة الكاملة ثلاثية الأوجه ؟
٣. كم الفترة التي يعمل عندها كل دايود ؟
٤. ما هو أسهل في التنعيم دوائر التوحيد النصف موجه أو الموجة كاملة ثلاثية الأوجه ؟
٥. ماذا يحدث لو وصلت الدايودات التي على نفس الساق في نفس الفترة ؟

الوحدة الثانية

دوائر الموحدات المحكومة

الوحدة الثانية : دوائر الموحدات المحكومة

الهدف العام للوحدة: قياس منحنى خواص ثايرستور القدرة . ومعرفة 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 التفصيلية:

١. أن يتمكن المتدرب من تكوين دائرة إشعال للثايرستور ومعرفة الأنواع المختلفة لها.
٢. أن يتمكن المتدرب من قياس منحنى خواص ثايرستور القدرة .
٣. أن يتمكن المتدرب من الحصول على جهد مستمر متحكم فيه من جهد متردد أحادي الوجه.
٤. أن يتمكن المتدرب من الحصول على جهد مستمر متحكم فيه من جهد متردد ثلاثي الأوجه.
٥. أن يحدد المتدرب تأثير تغير زاوية الإشعال على الجهد الخارج من دوائر التوحيد.
٦. أن يتمكن المتدرب من تشخيص الأعطال لدوائر التوحيد المحكومة.
٧. أن يحدد المتدرب تأثير الحمل الحثي على دوائر التوحيد المحكومة.

التجربة السابعة : دوائر إشعال الثايرستور
Thyristor Firing Circuits

الغرض من التجربة

١. التعرف على نظرية عمل دوائر الإشعال
٢. التعرف على المراحل المختلفة لها ومكوناتها.

شرح التجربة

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

تنقسم دوائر الإشعال من حيث نوعية الجهد المسلط على الثايرستور 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 الثايرستور عليه جهد أمامي (Forward bias).
- دوائر إشعال غير متزامنة ، وعادة تستخدم في حالة دوائر التيار المستمر.

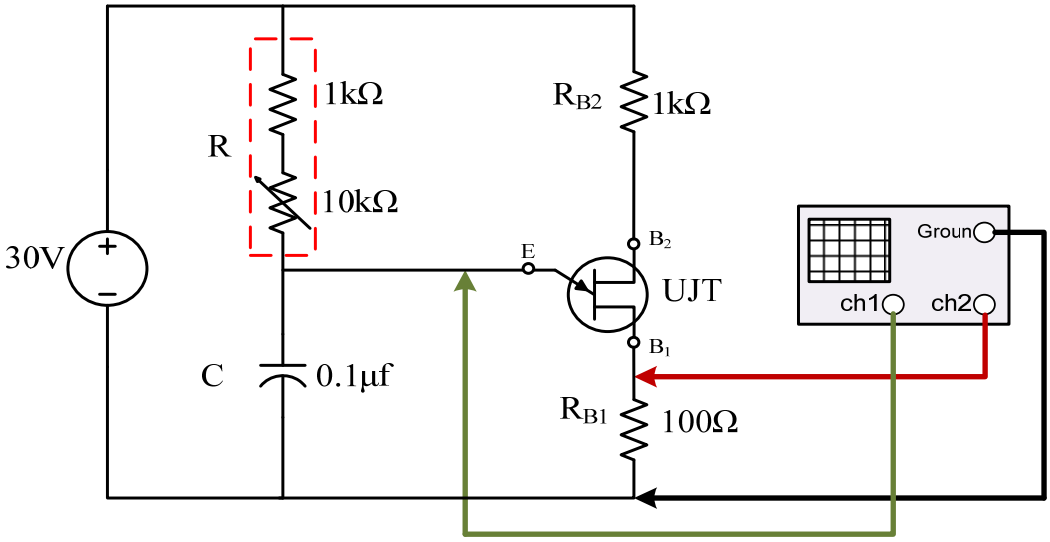
سوف نعرض في هذه التجربة دائرة إشعال من النوع الثاني. وتتكون دائرة الإشعال عادة من ثلاث مراحل :

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

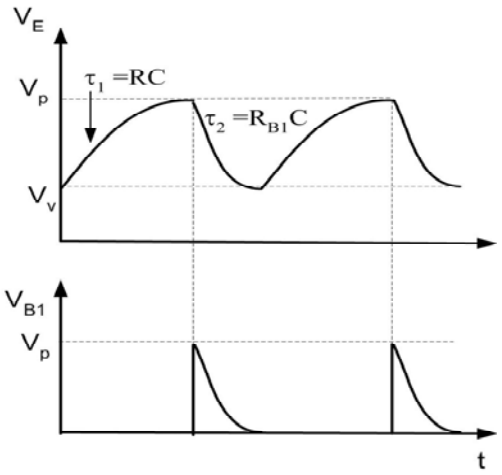
يستخدم عادة ترانزستور أحادي الوصلة (UJT) في دوائر توليد النبضات الخاصة بإشعال الثايرستور نظرا لبساطة الدائرة وتكلفتها المنخفضة. ويوضح شكل (٧- أ) دائرة توليد نبضات باستخدام ترانزستور UJT . عند توصيل منبع جهد مستمر V_s (عادة يتراوح من ٥ فولت إلى ٣٠ فولت) إلى الدائرة، يشحن المكثف C من خلال المقاومة المتغيرة 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 ويمرر تياراً 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 (٧- ب). حيث تعتمد عرض النبضة في أسفل الشكل على زمن التفريغ في الدائرة.

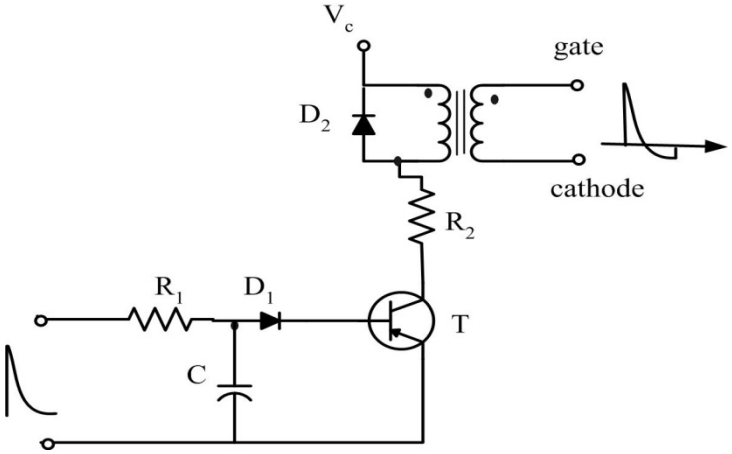
قبل إرسال النبضة المتولدة من دائرة الإشعال إلى بوابة الثايرستور ، تمر النبضة بمرحلة التكبير والعزل الكهربائي. ويوضح شكل (٧- جـ) دائرة التكبير والعزل الكهربائي للنبضة، حيث يستخدم الترانزستور لتكبير النبضة الكهربائية بينما يستخدم محول النبضة (Pulse transformer) لعزل النبضة كهربائياً عن دائرة البوابة.



(أ)دائرة توليد النبضة



(ب)المنحنى الأعلى الشحن والتفريغ والمنحنى الأسفل شكل النبضة المتولدة



(جـ) دائرة عزل النبضة

شكل (٧)

الأجهزة والعناصر المطلوبة

١. ترانزستور من نوع UJT، مقاومتان ثابتة 1 KΩ، مقاومة متغيرة 10 KΩ ، مقاومة ثابتة 100 Ω ، مكثف 0.1 µF.
٢. منبع جهد مستمر 30V.
٣. راسم إشارة .

خطوات التجربة

١. وصل الدائرة الموضحة في شكل (٧- أ)، تأكد أن مصدر الجهد المستمر عند وضع الصفر.
٢. اضبط راسم الذبذبات بحيث يكون مفتاح الجهد للقناة الأولى على وضع 5V/div وكذلك مفتاح القناة الثانية عند نفس الوضع. وأيضا مفتاح الزمن على وضع .5msec/div
٣. وصل طرف القناة الأولى على المكثف وطرف القناة الثانية على المقاومة R_{B1} كما هو موضح في الشكل (٧- أ).
٤. غير في مصدر الجهد تدريجياً حتى يصل إلى ٣٠ فولت. ثم غير في قيمة المقاومة المتغيرة R حتى تحصل على الموجه الموضحة في شكل (٧- ب)، ثم ارسم موجتي الجهد التي تظهر على القناة الأولى والثانية من الراسم على 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 ملحوظاتك على التجربة.

التجربة الثامنة : منحنى الخواص الكهربائية للموحد السليكوني المحكوم(الثايرستور)
V-I Characteristic Of Thyristor (SCR)

الغرض من التجربة :

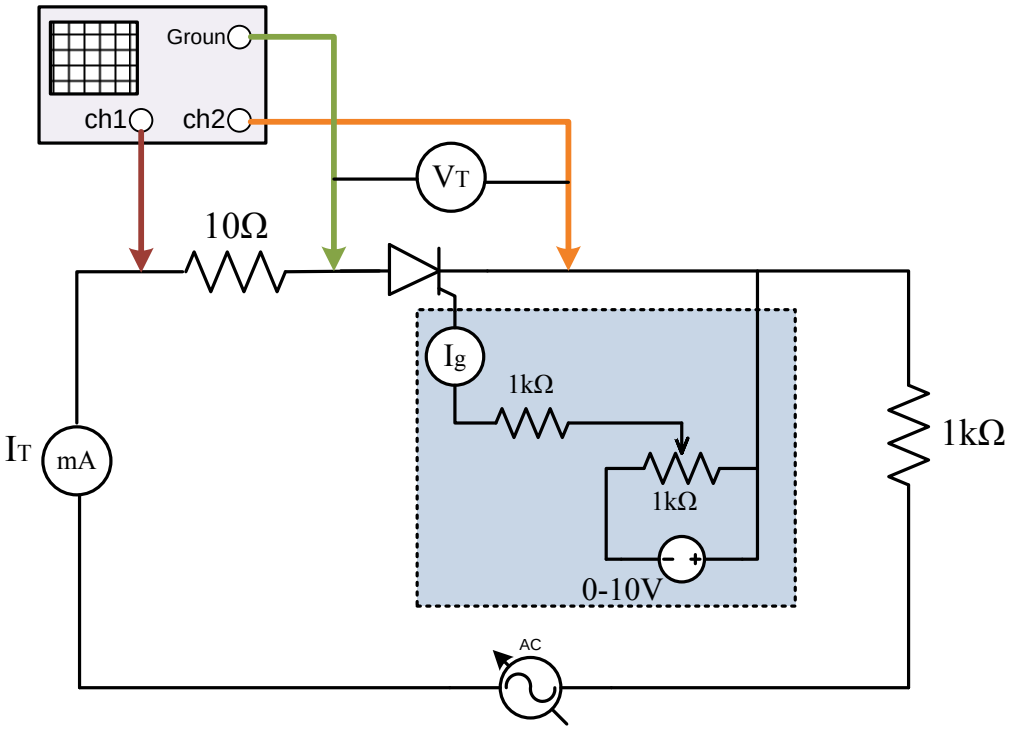
١. قياس منحنى خواص الجهد- التيار للموحد السليكوني المحكوم (الثايرستور) في حالة جهد الحجز والانحياز الأمامي والانحياز العكسي.
٢. عرض موجة الجهد الواقع على أقطاب الثايرستور وكذلك موجة التيار المار به على راسم الذبذبات (الأوسيلسكوب).
٣. عرض منحنى الخواص على راسم الذبذبات (الأوسيلسكوب).
٤. دراسة تأثير زاوية الإشعال (لحظة الإشعال) على منحنى الخواص.

الأجهزة والعناصر المطلوبة :

١. ثايرستور 100 V, 1A.
٢. مقاومات 1 KΩ variable, 1KΩ, 10 Ω .
٣. أميتر 10 mA-1A ، فولتميتر، أسلاك توصيل.
٤. مصدر جهد مستمر متغير 0-10 V.
٥. مصدر جهد متردد متغير 0-50 V.
٦. راسم ذبذبات ذو قناتين.

خطوات التجربة :

١. وصل الدائرة الموضحة في شكل (٨- ١)، تأكد أن منبع الجهد المستمر عند وضع الصفر (I_G =0) أي أن تيار البوابة يساوي صفراً وتأكد أيضا أن جهد مصدر التيار المتردد مضبوط عند وضع الصفر.
٢. اضبط راسم الذبذبات بحيث يكون مفتاح الجهد للقناة الأولى على وضع 5V/div والقناة الثانية على وضع 20mV/div(inv) . ومفتاح الزمن على وضع.5msec/div
٣. ابدأ في زيادة جهد المصدر المتردد تدريجياً وسجل قراءة الجهد من جهاز الفولتميتر V_T وقراءة التيار I_T من جهاز الأميتر في اللحظة التي يبدأ الثايرستور في التوصيل ووقعها أيضا على المنحنى المبين على راسم الذبذبات .
٤. سجل القراءات التي حصلت عليها في جدول ٨- ١ .



شكل (٨- ١)

٥. مرة أخرى اضبط مصدر الجهد المتردد على وضع الصفر.

٦. اضبط مصدر الجهد المستمر عند ٢٥٪ من قيمته أو المقاومة المتغيرة الموصلة معه على التوازي إلى ربع قيمتها تقريباً.

٧. ابدأ في زيادة جهد المصدر المتردد تدريجياً وسجل قراءة الجهد من جهاز الفولتميتر V_T وقراءة التيار من جهاز الأميتر I_T بالإضافة إلى قيمة تيار البوابة I_G في اللحظة التي يبدأ الثايرستور في التوصيل ووقعها أيضا على المنحنى المبين على راسم الذبذبات.

٨. سجل القراءات التي حصلت عليها في جدول ٨- ١

٩. كرر الخطوات من ٥ إلى ٨ مع ضبط الجهد المستمر أو المقاومة المتغيرة طبقا للقيم الموجودة في جدول ٣ مع تسجيل القراءات المناظرة لكل حالة.

١٠. من خلال النتائج التي حصلت عليها ارسم منحنى الخواص للثايرستور موضحا على الرسم المناطق الآتية:

a. منطقة التوصيل الأمامي .
b. منطقة التوصيل العكسي .
c. منطقة الحجز الأمامي .

١١.غير وضع مفتاح الزمن إلى وضع.X-Y .

١٢.سجل الموجات المزاحة على راسم الذبذبات في الورق البياني.

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

١٤.حدد أي القناتين التي تمثل الجهد والتي تمثل التيار .

١٥.سجل ملاحظاتك على التجربة في ضوء دراستك النظرية.

نسبة جهد المصدر المستمر أو المقاومة المتغيرة	0%	25%	50%	75%	100%
الجهد على الثايرستور V_T					
التيار الأمامي في الثايرستور IT					
تيار البوابة IG					

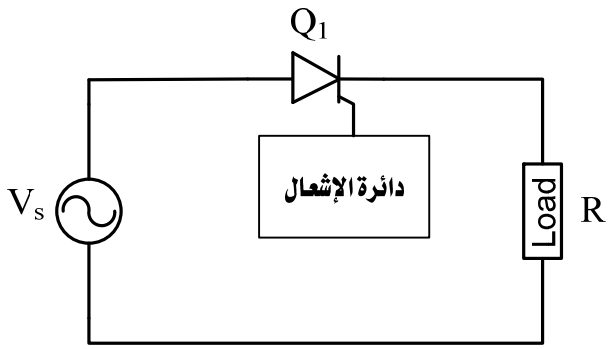
جدول ٨- ١

التجربة التاسعة : موحد نصف موجة محكوم أحادي الوجه
Single Phase Half -Wave Controlled Rectifier

الغرض من التجربة

١. الحصول على جهد مستمر متغير القيمة من جهد متردد.
٢. دراسة خواص دائرة القدرة المستخدمة.
٣. دراسة تأثير نوع الحمل على أداء الدائرة (حمل مادي وحمل حثي).
٤. دراسة تأثير دايود المسار الحر على أداء الدائرة .
٥. معرفة العلاقة بين زاوية الإشعال وجهد الخرج.

الدائرة الكهربائية :



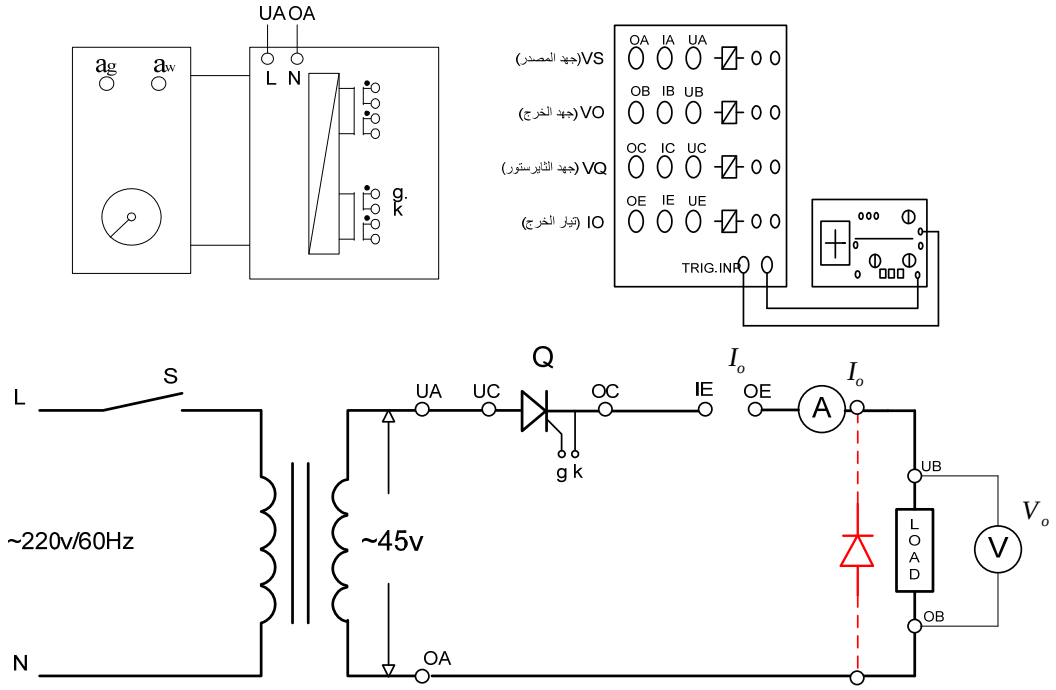
شكل ٩- ١

الأجهزة والعناصر المطلوبة

١. مصدر جهد متردد 45V/60Hz .
٢. راسم إشارة مع مكبر معزول رباعي القناة .
٣. دائرة إشعال للثايرستور أحادية الوجه .
٤. ثايرستور 100 V, 1 A .
٥. دايود قدرة 1A ، 100V .
٦. حمل مادي 100 Ω.
٧. حمل حثي 100mH .
٨. جهازين أفوميتر (يقيس القيمة المتوسطة والفعالة) .

خطوات التجربة

١. تأكد أن مصدر التغذية مفصول ثم وصل الدائرة الموضحة في شكل ٩- ٢ مع توصيل الحمل المادي فقط (100Ω) وعدم توصيل الحمل الحثي ودايود المسار الحر .



شكل (٩- ٢)

٢. وصل مصدر التغذية لدائرة القدرة والإشعال ، بعد التأكد من صحة التوصيل .

٣. اضبط راسم الإشارة والمكبر المعزول حتى تظهر المنحنيات الأربعة على الشاشة بوضوح.

٤. اضبط زاوية الإشعال عند الزوايا المطلوبة بالجدول ٩- ١ وسجل قراءة جهاز الفولتميتر والأميتر .

٥. ارسم المنحنيات الظاهرة على راسم الإشارة عند أحد الزوايا المعطاة بالجدول .

٦. ارسم العلاقة بين زاوية الإشعال والقيمة المتوسطة لجهد الحمل بناءً على النتائج .

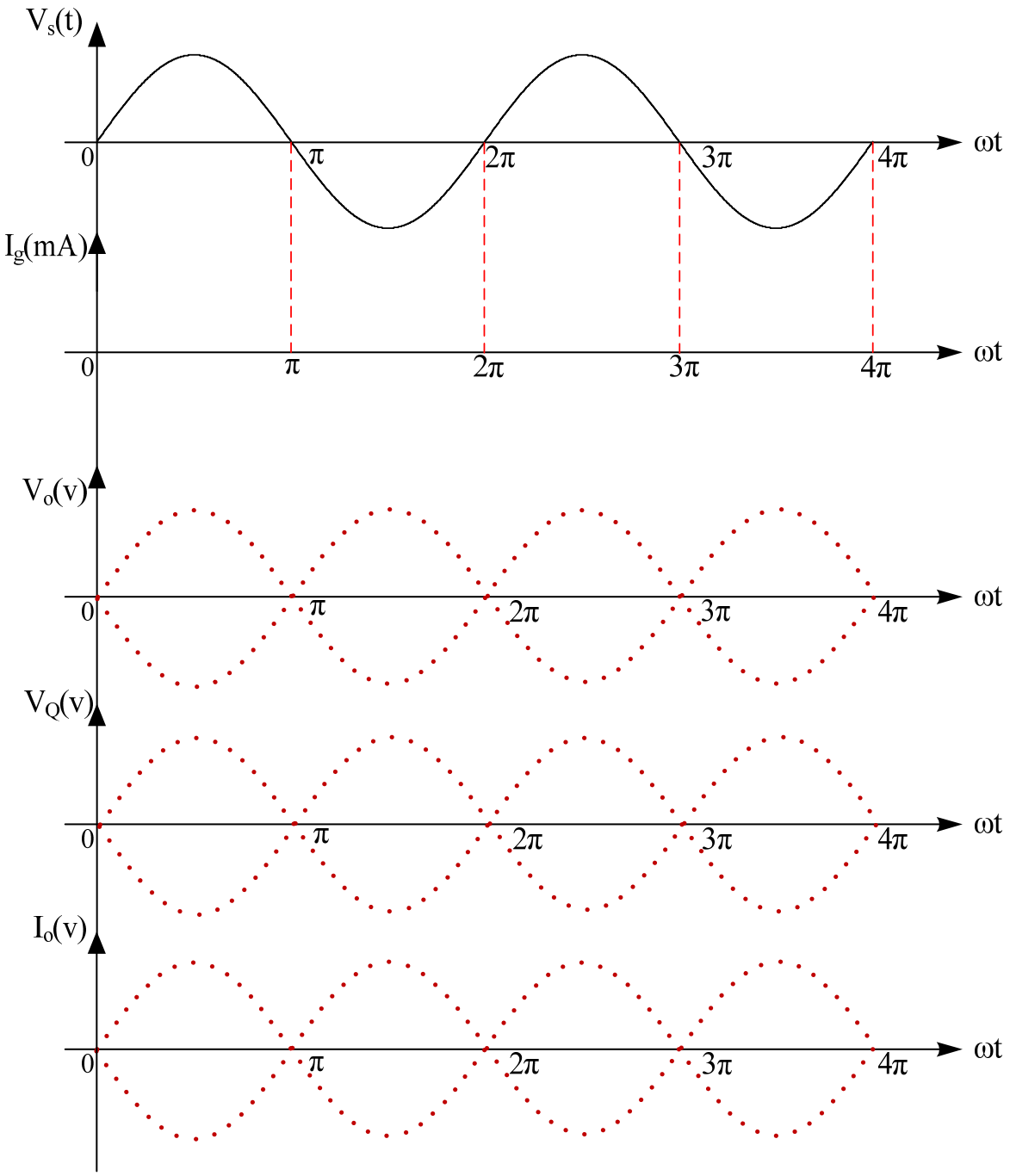
٧. افصل مصدر التغذية ووصل الحمل الحثي $100mH$ على التوالي مع الحمل المادي .

٨. وصل مصدر التغذية وسجل ملاحظاتك حول تأثير الحمل الحثي على أداء الدائرة .

٩. وصل دايود المسار الحر كما هو موضح بالشكل ٩- ٢ ووضح مدى تأثيرة على أداء الدائرة .

١٠. ناقش النتائج وسجل ملاحظاتك على التجربة.

منحنيات التجربة :



قوانين التجربة :

قانون القيمة المتوسطة لجهد وتيار الحمل :

$$V_{av} = \frac{V_m}{2\pi}(1 + \cos(\varphi)) \qquad I_{av} = \frac{V_{av}}{R}$$

نتائج التجربة :

جدول (٩ - ١)

(زاوية الإشعال) α	0°	45°	90°	135°	180°
V_{av} (معملياً)					
I_{av} (معملياً)					
V_{av} (حسابياً)					
I_{av} (حسابياً)					

العلاقة بين زاوية الإشعال والقيمة المتوسطة لجهد الخرج :

الاستنتاج :

.....

.....

.....

أسئلة ومناقشة :

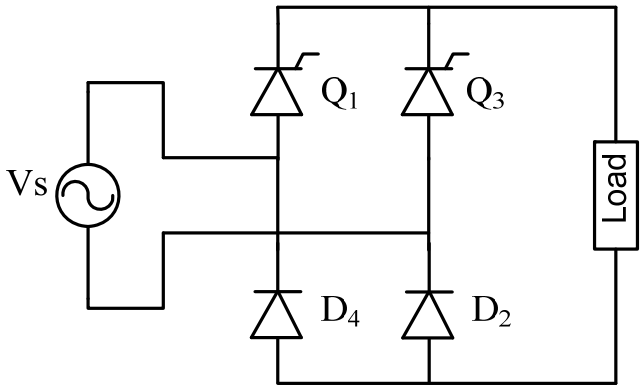
١. اشرح فكرة عمل الدائرة .
٢. ما الفرق بين دوائر التوحيد المحكومة والغير محكومة ؟
٣. ما علاقة زاوية الإشعال بالقيمة المتوسطة لجهد الخرج ؟
٤. ما هو تأثير الحمل الحثي ودايود المسار الحر على أداء الدائرة ؟

التجربة العاشرة : موحد موجة كاملة نصف محكوم أحادي الوجه
Single Phase Full- Wave Semi controlled Rectifier

الغرض من التجربة

١. دراسة خواص موحد موجة كاملة نصف محكوم أحادي الوجه.
٢. دراسة تأثير نوع الحمل على أداء الدائرة (حمل مادي وحمل حثي).
٣. دراسة تأثير دايود المسار الحر (Freewheeling Diode) على شكل موجه الخرج.
٤. إيجاد العلاقة بين زاوية الإشعال و جهد الخرج.

الدائرة الكهربائية



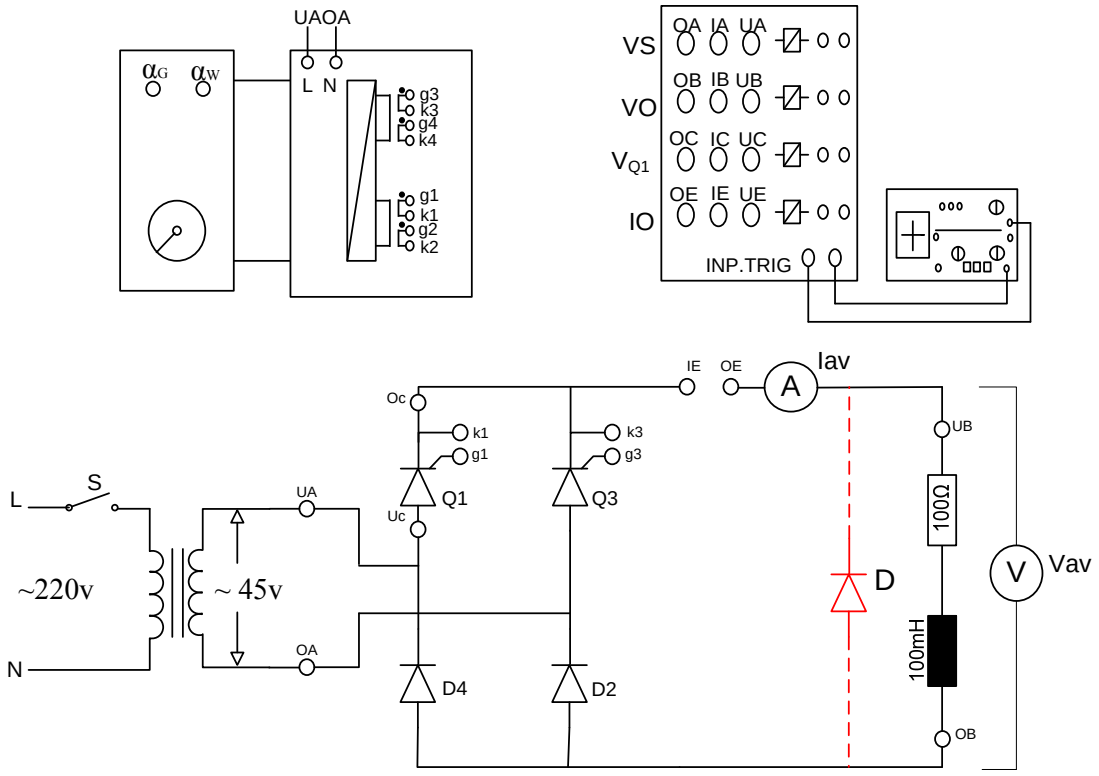
شكل 10- ١

الأجهزة والعناصر المطلوبة

١. مصدر جهد متردد 45V/60Hz .
٢. راسم إشارة مع مكبر معزول رباعي القناة .
٣. دائرة إشعال للثايرستور أحادية الوجه .
٤. ثايرستوران 100 V, 1 A .
٥. ثلاث دايودات قدرة 1A ، 100V .
٦. حمل مادي 100 Ω.
٧. حمل حثي 100mH .
٨. جهازان أفوميتر (يقيس القيمة المتوسطة والفعالة) .

خطوات التجربة

١. تأكد أن مصدر التغذية مفصول ثم وصل الدائرة الموضحة في شكل ١٠- ٢ مع توصيل الحمل المادي فقط (100Ω) وعدم توصيل الحمل الحثي و دايود المسار الحر .



شكل (١٠- ٢)

٢. وصل مصدر التغذية لدائرة القدرة والإشعال ، بعد التأكد من صحة التوصيل .

٣. اضبط راسم الإشارة والمكبر المعزول حتى تظهر المنحنيات الأربعة على الشاشة بوضوح.

٤. اضبط زاوية الإشعال عند الزوايا المطلوبة بالجدول ١٠- ١ وسجل قراءة جهاز الفولتميتر والأميتر .

٥. ارسم المنحنيات الظاهرة على راسم الإشارة عند أحد الزوايا المعطاة بالجدول .

٦. ارسم العلاقة بين زاوية الإشعال والقيمة المتوسطة لجهد الحمل بناءً على النتائج .

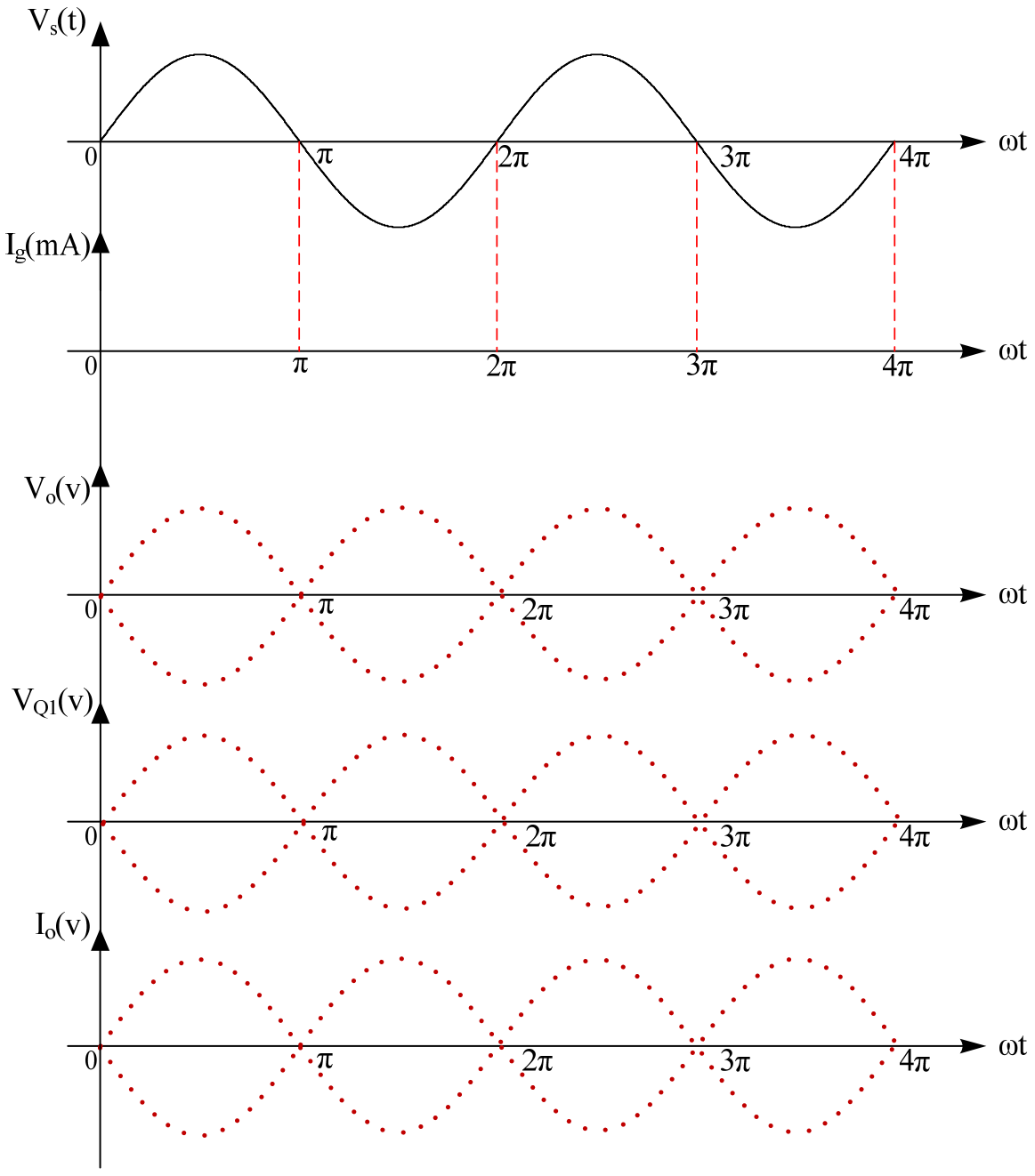
٧. افصل مصدر التغذية ووصل الحمل الحثي 100mH على التوالي مع الحمل المادي .

٨. وصل مصدر التغذية وسجل ملاحظاتك حول تأثير الحمل الحثي على أداء الدائرة .

٩. وصل دايود المسار الحر كما هو موضح بالشكل ١٠- ٢ ووضح مدى تأثيره على أداء الدائرة .

١٠. ناقش النتائج وسجل ملاحظاتك على التجربة.

منحنيات التجربة :



قوانين التجربة :

قانون القيمة المتوسطة لجهد وتيار الحمل :

$$V_{av} = \frac{V_m}{\pi}(1 + \cos(\varphi)) \qquad I_{av} = \frac{V_{av}}{R}$$

نتائج التجربة :

جدول (١٠ - ١)

α (زاوية الإشعال)	0°	45°	90°	135°	180°
V_{av} (معملياً)					
I_{av} (معملياً)					
V_{av} (حسابياً)					
I_{av} (حسابياً)					

العلاقة بين زاوية الإشعال والقيمة المتوسطة لجهد الخرج :

الاستنتاج :

.....

.....

.....

أسئلة ومناقشة :

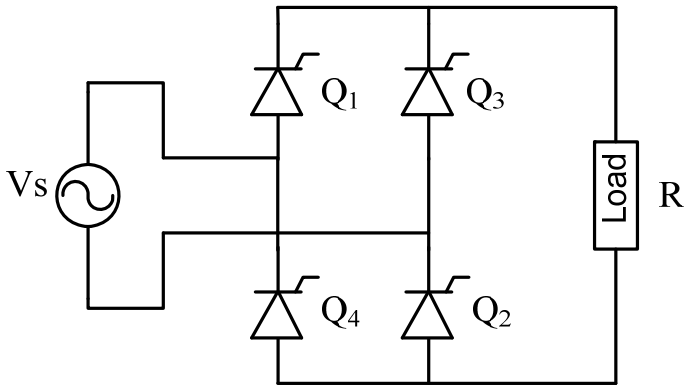
١. اشرح فكرة عمل الدائرة .
٢. ما الفرق بين دائرة التوحيد المحكومة النصف موجه والموجه كاملة ؟
٣. ما علاقة زاوية الإشعال بالقيمة المتوسطة لجهد الخرج ؟
٤. ما هو تأثير الحمل الحثي و دايود المسار الحر على أداء الدائرة ؟

التجربة الحادية عشر : موحد موجة كاملة محكوم أحادي الوجه
Single Phase Full- Wave Controlled Rectifier

الغرض من التجربة

١. دراسة خواص موحد موجة كاملة محكوم أحادي الوجه.
٢. دراسة تأثير نوع الحمل على أداء الدائرة (حمل مادي وحمل حثي).
٣. دراسة تأثير دايود المسار الحر (Freewheeling Diode) على شكل موجه الخرج.
٤. إيجاد العلاقة بين زاوية الإشعال و جهد الخرج.

الدائرة الكهربائية :



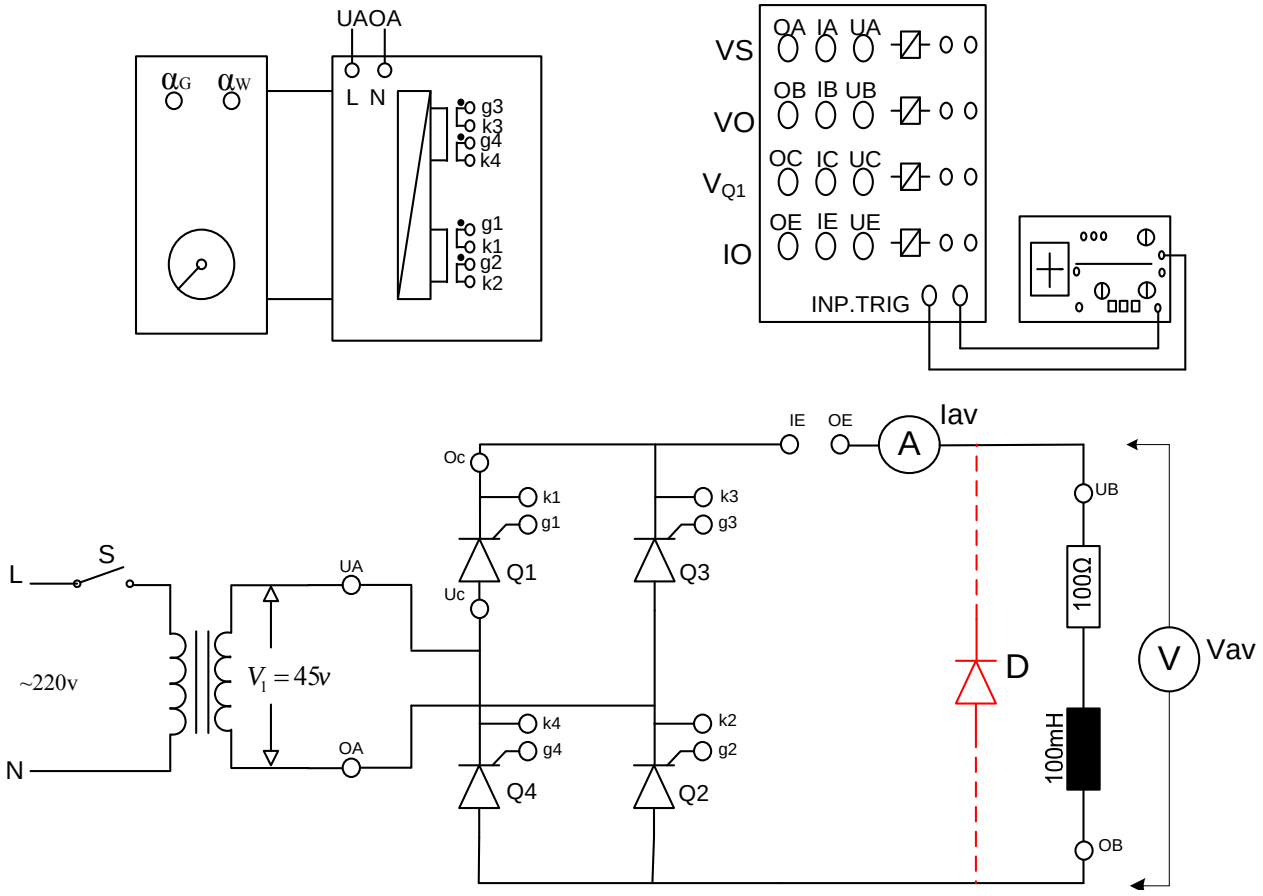
شكل ١١- ١

الأجهزة والعناصر المطلوبة

١. مصدر جهد متردد 45V/60Hz .
٢. راسم إشارة مع مكبر معزول رباعي القناة .
٣. دائرة إشعال للثايرستور أحادية الوجه .
٤. أربع ثايرستورات 100 V, 1 A .
٥. دايود قدرة 1A ، 100V .
٦. حمل مادي 100 Ω.
٧. حمل حثي 100mH .
٨. جهازان أفوميتر (يقيس القيمة المتوسطة والفعالة) .

خطوات التجربة

١. تأكد أن مصدر التغذية مفصول ثم وصل الدائرة الموضحة في شكل ١١- ٢ مع توصيل الحمل المادي فقط (100Ω) وعدم توصيل الحمل الحثي و دايود المسار الحر .



شكل (١١- ٢)

٢. وصل مصدر التغذية لدائرة القدرة والإشعال ، بعد التأكد من صحة التوصيل .

٣. اضبط راسم الإشارة والمكبر المعزول حتى تظهر المنحنيات الأربعة على الشاشة بوضوح.

٤. اضبط زاوية الإشعال عند الزوايا المطلوبة بالجدول ١١- ١ وسجل قراءة جهاز الفولتميتر والأميتر .

٥. ارسم المنحنيات الظاهرة على راسم الإشارة عند أحد الزوايا المعطاة بالجدول .

٦. ارسم العلاقة بين زاوية الإشعال والقيمة المتوسطة لجهد الحمل بناءً على النتائج .

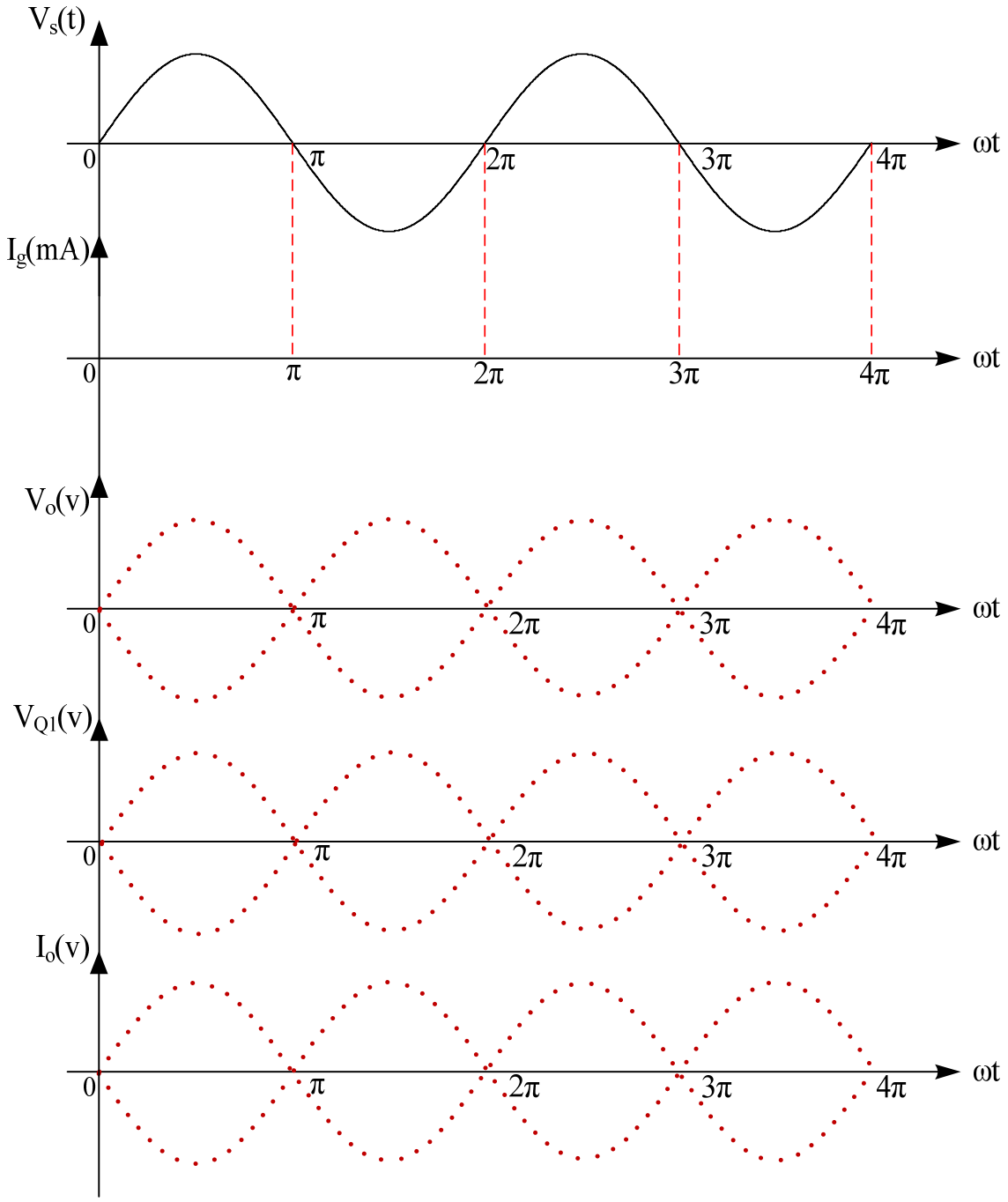
٧. افصل مصدر التغذية ووصل الحمل الحثي 100mH على التوالي مع الحمل المادي .

٨. وصل مصدر التغذية وسجل ملاحظاتك حول تأثير الحمل الحثي على أداء الدائرة .

٩. وصل دايود المسار الحر كما هو موضح بالشكل ١١- ٢ ووضح مدى تأثيره على أداء الدائرة .

١٠. ناقش النتائج وسجل ملاحظاتك على التجربة.

منحنيات التجربة :



قوانين التجربة :

قانون القيمة المتوسطة لجهد وتيار الحمل :

$$V_{av} = \frac{2V_m}{\pi}\cos(\varphi) \qquad I_{av} = \frac{V_{av}}{R}$$

نتائج التجربة :

جدول (١١ - ١)

(زاوية الإشعال) α	0°	45°	90°	135°	180°
V_{av} (معملياً)					
I_{av} (معملياً)					
V_{av} (حسابياً)					
I_{av} (حسابياً)					

العلاقة بين زاوية الإشعال والقيمة المتوسطة لجهد الخرج :

الاستنتاج :

.....

.....

.....

أسئلة ومناقشة :

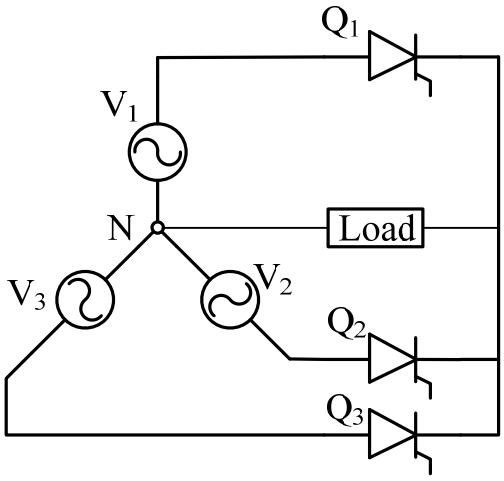
١. اشرح فكرة عمل الدائرة .
٢. ما الفرق بين دائرة التوحيد الموجه الكاملة النصف محكوم والمحكوم ؟
٣. ما علاقة زاوية الإشعال بالقيمة المتوسطة لجهد الخرج ؟
٤. ما هو تأثير الحمل الحثي و دايود المسار الحر على أداء الدائرة ؟

التجربة الثانية عشر : موحد محكوم نصف موجة ثلاثي الأوجه
Three- Phase Half- Wave Controlled Rectifier

الغرض من التجربة

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

الدائرة الكهربائية :



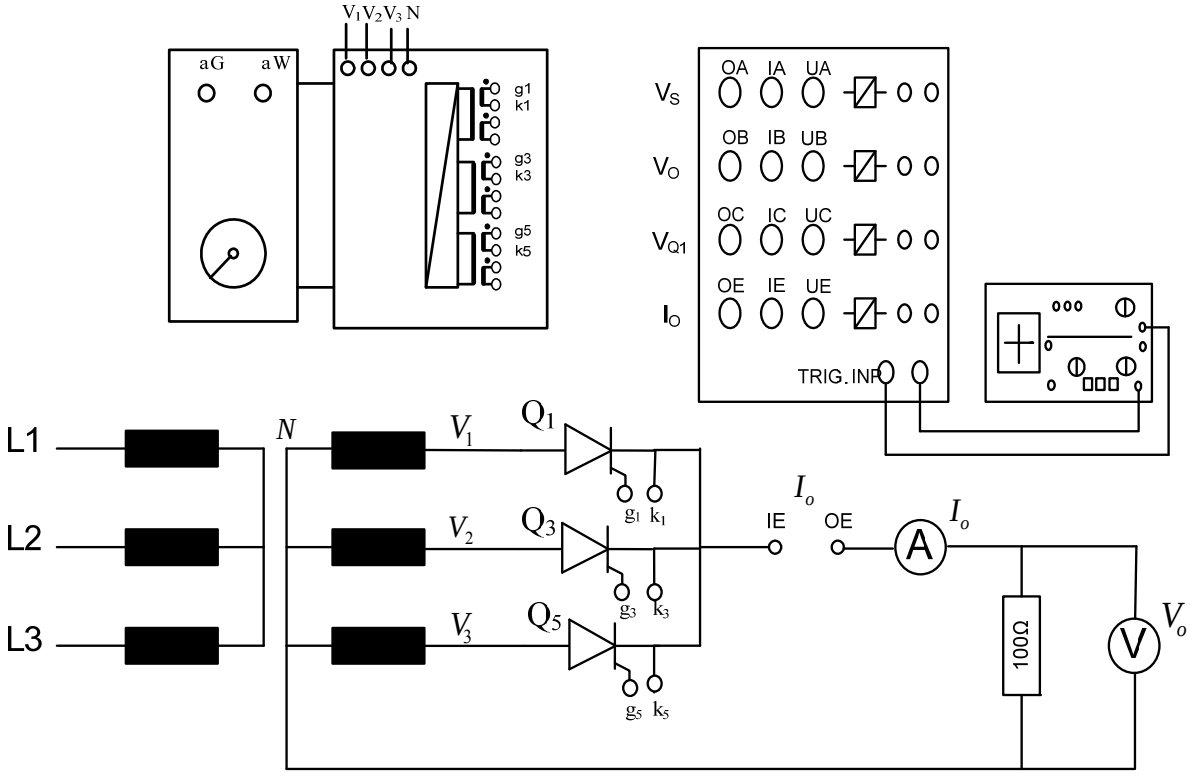
شكل ١٢- ١

الأجهزة والعناصر المطلوبة

١. مصدر جهد متردد 45V/60Hz .
٢. راسم إشارة مع مكبر معزول رباعي القناة .
٣. دائرة إشعال للثايرستور ثلاثية الأوجه .
٤. ثلاث ثايرستورات 100 V, 1 A .
٥. حمل مادي 100 Ω.
٦. جهازان أفوميتر (يقيس القيمة المتوسطة والفعالة) .

خطوات التجربة

١. تأكد أن مصدر التغذية مفصول ثم وصل الدائرة الموضحة في شكل ١٢- ٢ .



شكل (١٢- ٢)

٢. وصل مصدر التغذية لدائرة القدرة والإشعال ، بعد التأكد من صحة التوصيل .

٣. اضبط راسم الإشارة والمكبر المعزول حتى تظهر المنحنيات الأربعة على الشاشة بوضوح.

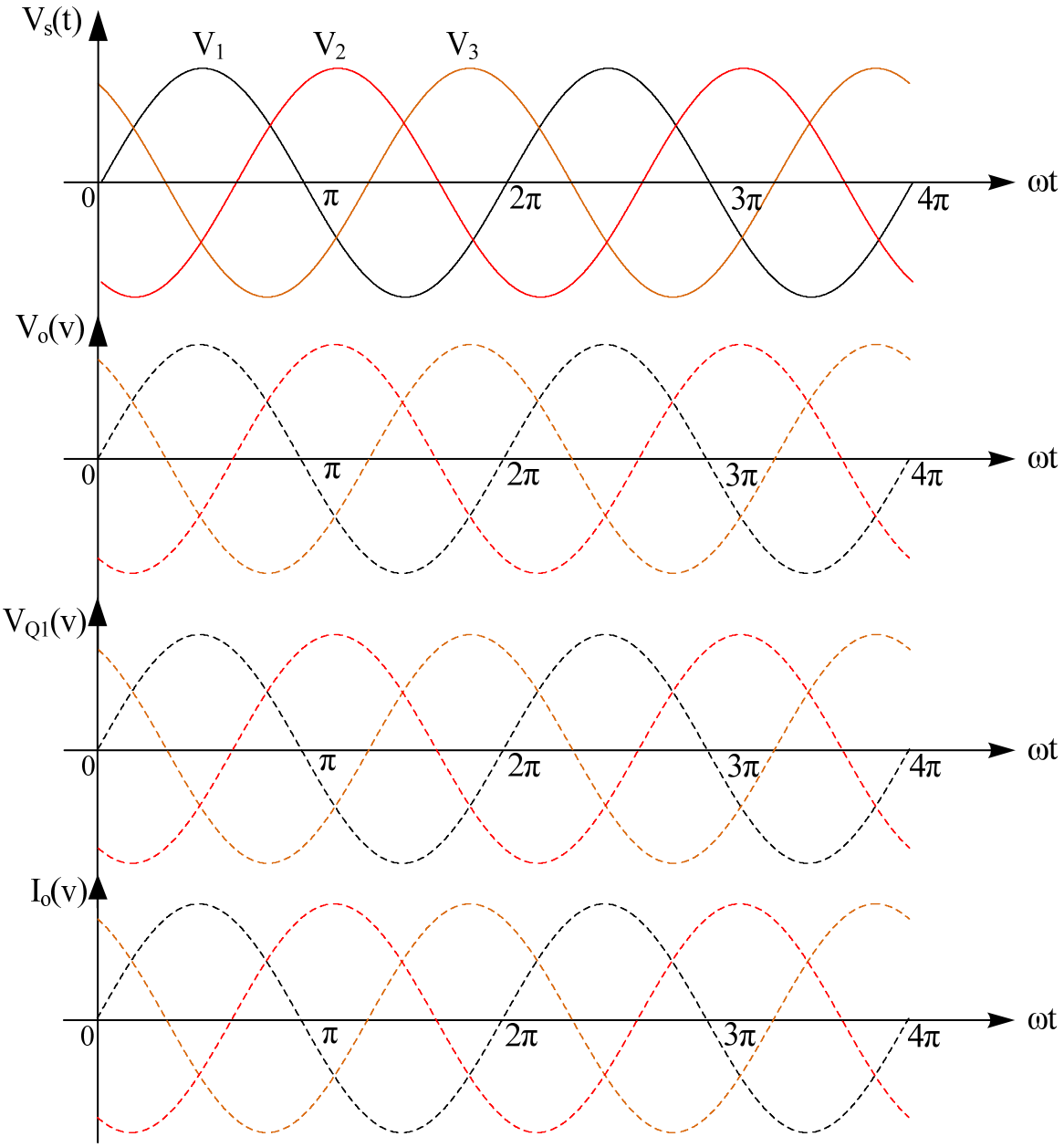
٤. اضبط زاوية الإشعال عند الزوايا المطلوبة بالجدول ١٢- ١ وسجل قراءة جهاز الفولتميتر والأميتر .

٥. ارسم المنحنيات الظاهرة على راسم الإشارة عند أحد الزوايا المعطاة بالجدول .

٦. ارسم العلاقة بين زاوية الإشعال والقيمة المتوسطة لجهد الحمل بناءً على النتائج .

٧. ناقش النتائج وسجل ملاحظاتك على التجربة.

منحنيات التجربة :



قوانين التجربة :

قانون القيمة المتوسطة لجهد وتيار الحمل :

$$V_{av} = \frac{3\sqrt{3}V_{ph(m)}\cos(\varphi)}{2\pi} \qquad I_{av} = \frac{V_{av}}{R}$$

نتائج التجربة :

جدول (١٢ - ١)

α (زاوية الإشعال)	0°	45°	90°	135°	180°
V_{av} (معملياً)					
I_{av} (معملياً)					
V_{av} (حسابياً)					
I_{av} (حسابياً)					

الاستنتاج :

.....
.....
.....

أسئلة ومناقشة :

١. اشرح فكرة عمل الدائرة .
٢. ما الفرق بين دوائر التوحيد المحكومة أحادية الوجه وثلاثية الأوجه ؟
٣. أين يبدأ حساب قيمة زاوية الإشعال في دوائر التوحيد ثلاثية الأوجه ؟
٤. ما هو أسهل في التنعيم دوائر التوحيد أحادية الوجه أو ثلاثية الأوجه ؟
٥. ما هي الزاوية التي نحصل منها على أقصى جهد خرج ؟
٦. ماهي الزاوية التي يعمل عندها الثايرستور كدايود ؟
٧. ما هي أقصى فترة يستطيع الثايرستور أن يعمل عندها ؟

الوحدة الثالثة

دوائر حاكمات الجهد المتردد

الوحدة الثالثة : دوائر حاكمات الجهد المتردد

الهدف العام للوحدة : معرفة عمل دوائر التحكم في الجهد المتردد وتركيبها وأنواعها المختلفة.

الأهداف التفصيلية :

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

التجربة الثالثة عشر : حاكم الجهد المتردد أحادي الوجه
Single Phase AC Voltage Controller

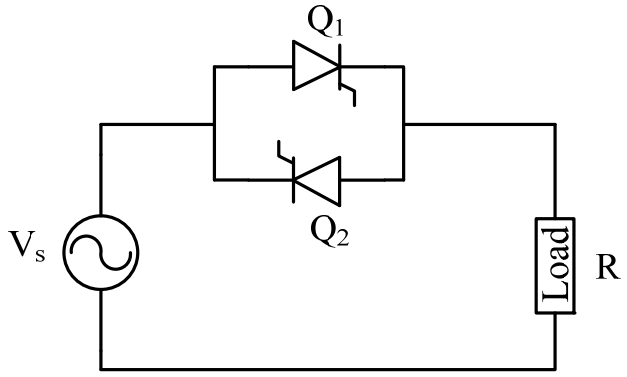
أولاً : حاكم الجهد المتردد أحادي الوجه باستخدام الثايرستورات

Single Phase AC Voltage Controller by Using Thyristors

الغرض من التجربة

١. الحصول على جهد متردد متغير القيمة من جهد متردد ثابت القيمة.
٢. دراسة خواص دائرة القدرة المستخدمة.
٣. دراسة تأثير زاوية الإشعال على جهد الخرج.

الدائرة الكهربائية :



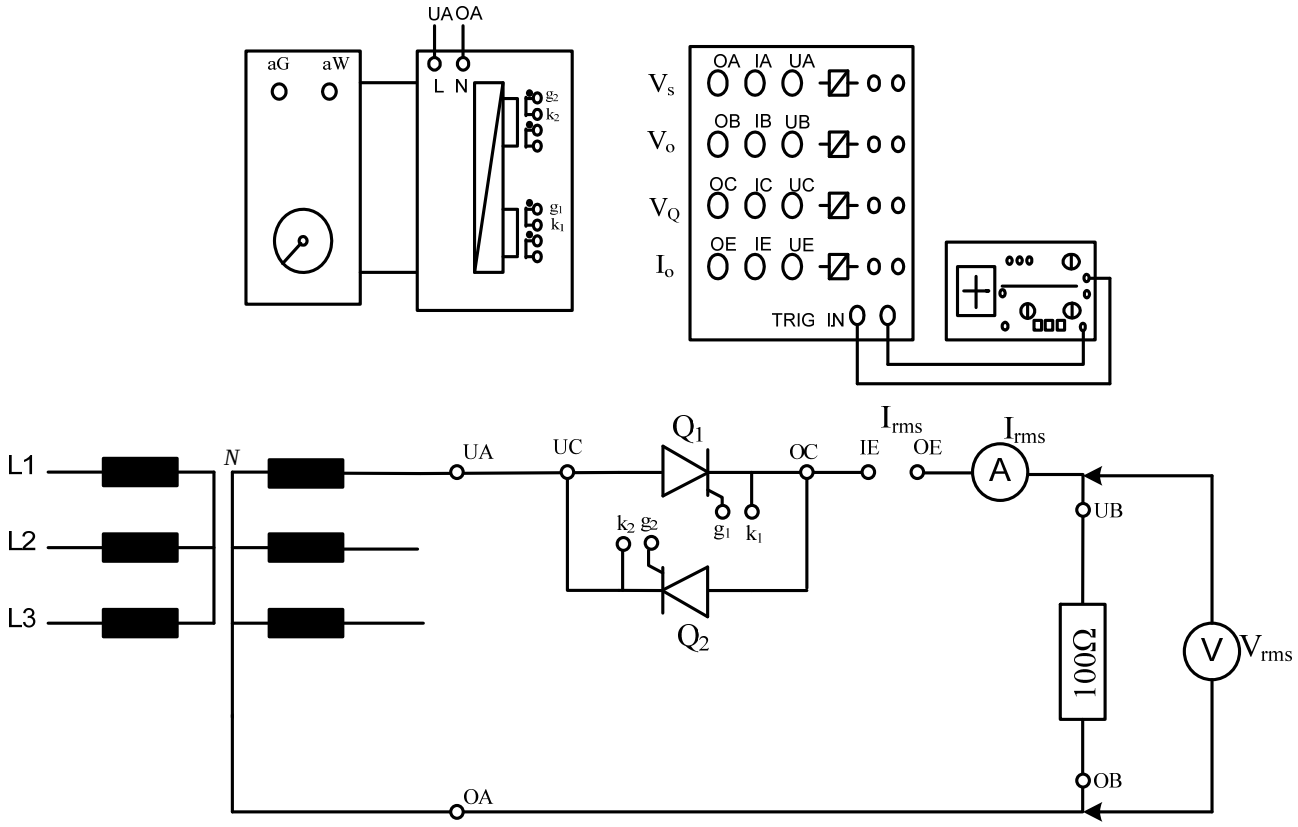
شكل ١٣- ١

الأجهزة والعناصر المطلوبة

١. مصدر جهد متردد 90V/60Hz .
٢. راسم إشارة مع مكبر معزول رباعي القناة .
٣. دائرة إشعال للثايرستور أحادية الوجه .
٤. ثايرستورين 100 V, 1 A .
٥. حمل مادية 100 Ω .
٦. جهازان أفوميتر (لقياس القيمة الفعالة للجهد والتيار) .

خطوات التجربة

١. تأكد أن مصدر التغذية مفصول ثم وصل الدائرة الموضحة في شكل ١٣- ٢ .



شكل (13- ٢)

٢. وصل مصدر التغذية لدائرة القدرة والإشعال ، بعد التأكد من صحة التوصيل .

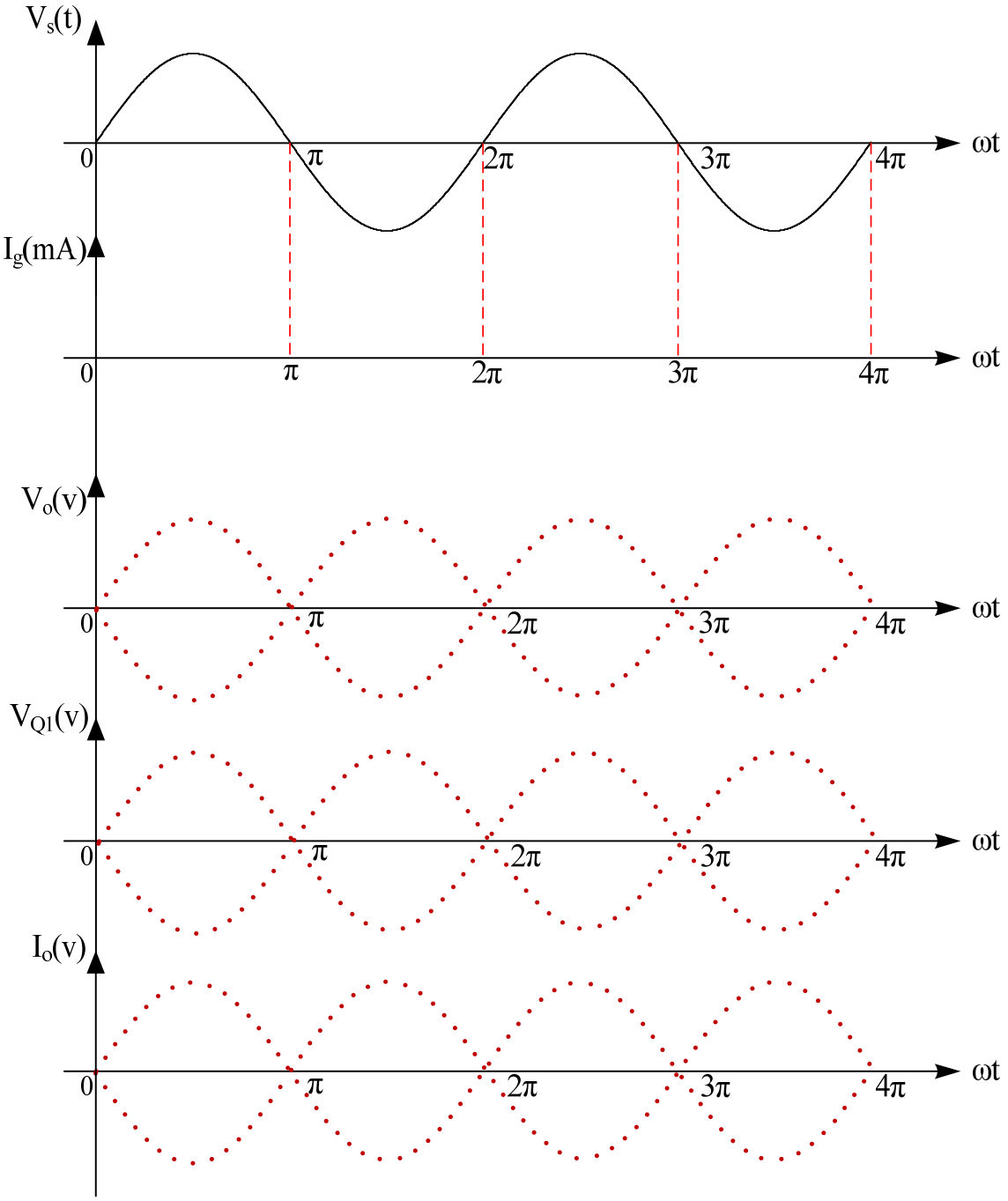
٣. اضبط راسم الإشارة والمكبر المعزول حتى تظهر المنحنيات الأربعة على الشاشة بوضوح.

٤. اضبط زاوية الإشعال عند الزوايا المطلوبة بالجدول 13- ١ وسجل قراءة جهاز الفولتميتر والأميتر .

٥. ارسم المنحنيات الظاهرة على راسم الإشارة عند أحد الزوايا المعطاة بالجدول .

٦. ناقش النتائج وسجل ملاحظاتك على التجربة.

منحنيات التجربة :



نتائج التجربة :

جدول (١٣ - ١)

α (زاوية الإشعال)	0°	45°	90°	135°	180°
V_{rms} (معملياً)					
I_{rms} (معملياً)					

العلاقة بين زاوية الإشعال والقيمة الفعالة لجهد الخرج :

الاستنتاج :

.....

.....

.....

أسئلة ومناقشة :

١. اشرح فكرة عمل الدائرة .
٢. اذكر بعض استخدامات حاكم الجهد المتردد .
٣. ما هي أقصى فترة تشغيل للثايرستور ؟
٤. هل يمكن عمل الثايرستورين في نفس الوقت ؟ وماذا يحدث لو عملوا في نفس الوقت ؟
٥. ما علاقة زاوية الإشعال بالقيمة الفعالة لجهد الخرج ؟

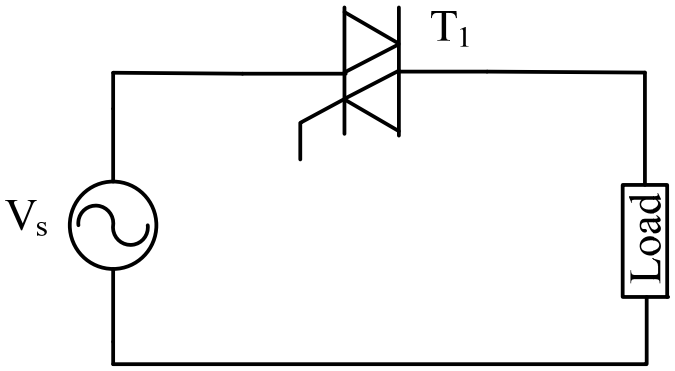
ثانياً / حاكم الجهد المتردد أحادي الوجه باستخدام الترياك

Single Phase AC Voltage Controller by Using Triac

الغرض من التجربة

١. الحصول على جهد متردد متغير القيمة من جهد متردد ثابت القيمة.
٢. دراسة خواص دائرة القدرة المستخدمة.
٣. دراسة تأثير زاوية الإشعال على جهد الخرج.

الدائرة الكهربائية :



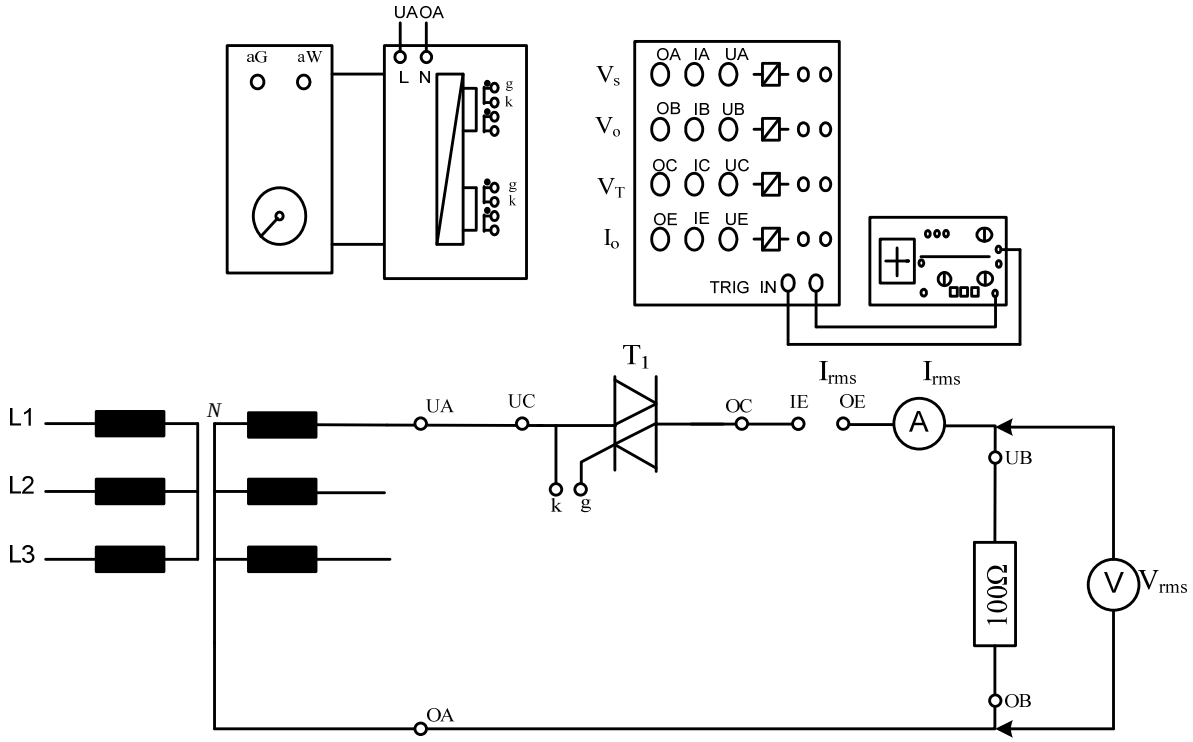
شكل ١٤- ١

الأجهزة والعناصر المطلوبة

١. مصدر جهد متردد 90V/60Hz .
٢. راسم إشارة مع مكبر معزول رباعي القناة .
٣. دائرة إشعال للترياك أحادية الوجه .
٤. ترياك 100 V, 1 A .
٥. حمل مادية 100 Ω .
٦. جهازان أفوميتر (لقياس القيمة الفعالة للجهد والتيار) .

خطوات التجربة

١. تأكد أن مصدر التغذية مفصول ثم وصل الدائرة الموضحة في شكل ١٤- ٢ .



شكل (14- ٢)

٢. وصل مصدر التغذية لدائرة القدرة والإشعال ، بعد التأكد من صحة التوصيل .

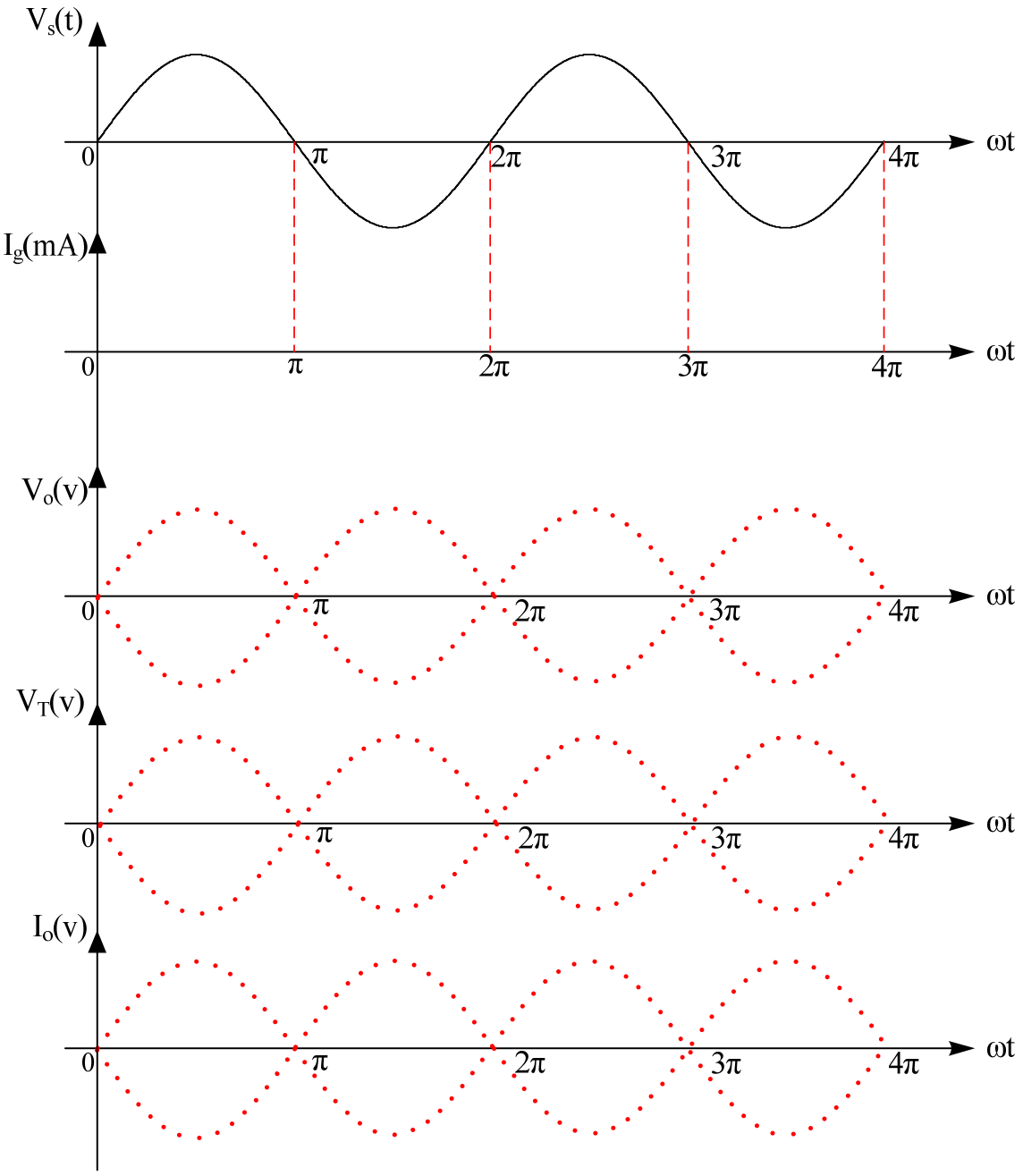
٣. اضبط راسم الإشارة والمكبر المعزول حتى تظهر المنحنيات الأربعة على الشاشة بوضوح.

٤. اضبط زاوية الإشعال عند الزوايا المطلوبة بالجدول 14- ١ وسجل قراءة جهاز الفولتميتر والأميتر .

٥. ارسم المنحنيات الظاهرة على راسم الإشارة عند أحد الزوايا المعطاة بالجدول .

٦. ناقش النتائج وسجل ملاحظاتك على التجربة.

منحنيات التجربة :



نتائج التجربة :

جدول (١٤ - ١)

(زاوية الإشعال) α	0°	45°	90°	135°	180°
V_{rms} (معملياً)					
I_{rms} (معملياً)					

العلاقة بين زاوية الإشعال والقيمة الفعالة لجهد الخرج :

الاستنتاج :

.....

.....

.....

أسئلة ومناقشة :

١. اشرح فكرة عمل الدائرة .

٢. اذكر بعض استخدامات حاكم الجهد المتردد .

٣. ما الفرق بين حاكم الجهد المتردد باستخدام الترياك وحاكم الجهد المتردد باستخدام الثايرستورات ؟

٤. ما علاقة زاوية الإشعال بالقيمة الفعالة لجهد الخرج ؟

المراجـع العلمية

اسم المرجع	المؤلف
Power Electronics: Circuits, Devices and applications *Prentice Hall*, 2004	*M. H. Rashid*
Power Electronics,1993 Mc Graw Hill	Cyril W. Lander
Power Electronics Laboratory, Theory Practice, Organization,2007	O.P. Arora
Spice For Power Electronics And Electric Power , Second Edition ,2006	M. H. Rashid Hasan M. Rashid