كلية العلوم التطبيقية
قسم التغذية الكهربائية

POWER ELECTRONICS

الالكترونيات الصناعية

الدكتور المهندس أحمد محمد رحال

العام الدراسي: ٢٠٢٠- ٢٠٢١

POWER ELECTRONICS
الالكترونيات الصناعية

المحاضرة الأولى: دوائر الالكترونيات الصناعية Power Electronic Circuits

د. أحمد محمد رحال

المادة: الكترونيات صناعية ٢
السنة: الثانية – قسم التغذية الكهربائية
العام الدراسي: ٢٠٢٠-٢٠٢١

مقدمة للإلكترونيات الصناعية (الكترونيات القدرة):

ترجع ثورة الإلكترونيات الأولى الى عام ١٩٤٨م عندما تم اختراع الترانزيستور السيليكوني، تلاه اختراع الثايرستور عام ١٩٥٦م. أما الثورة الثانية فقد بدأت عام ١٩٥٨ م عندما تم تطوير وانتاج الثايرستور بالشكل التجاري. منذ ذلك الحين بدأ انتشار الكترونيات القدرة في كثير من التطبيقات الصناعية وازدادت الأهمية مع التقدم المستمر في علم الحواسيب والإلكترونيات الدقيقة، حيث أمكن التحكم في دوائر الكترونيات القدرة لتتعامل مع كمية قدرة كبيرة بكفاءة عالية.

سنتعرف على دوائر الكترونيات القدرة المستخدمة بكثرة في العديد من التطبيقات الصناعية والأغراض العامة. وسنشرح طريقة عمل وتركيب دوائر التقويم (التوحيد) غير المحكومة وكذلك دوائر التوحيد المحكومة وسنتعرف على الأنواع المختلفة لتلك الدوائر وكيفية حساب القيمة المتوسطة للجهد وكذلك معاملات الأداء المهمة، وأيضاً سنتعرف على كيفية تنعيم الجهد الخارج من تلك الدوائر وأهم تطبيقاتهم العملية.

دوائر الكترونيات القدرة Power Electrical Circuits:

تستخدم دوائر الكترونيات القدرة لتهيئة المصدر الكهربائي ليتناسب مع متطلبات الحمل. وتمتاز تلك الدوائر بصغر الحجم والوزن والكفاءة العالية. وتحتوي دوائر الكترونيات القدرة على عناصر أشباه الموصلات Semiconductors ذات القدرة والتي يتم التحكم فيها عن طريق دوائر الكترونية مساعدة.

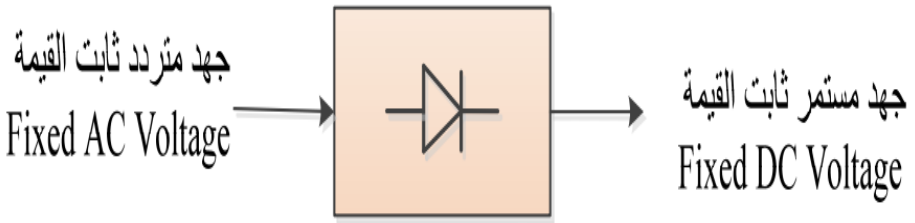
يمكن تقسيم دوائر الكترونيات القدرة طبقاً لوظيفة كل منها الى خمسة أنواع رئيسية، هي:

١. الموحدات غير المحكومة Uncontrolled Rectifiers
٢. الموحدات المحكومة Controlled Rectifiers
٣. حاكمات الجهد المتردد AC Voltage Controllers
٤. مقطعات التيار المستمر DC Choppers
٥. العواكس (القالبات) Inverters.

الموحدات غير المحكومة Uncontrolled Rectifiers

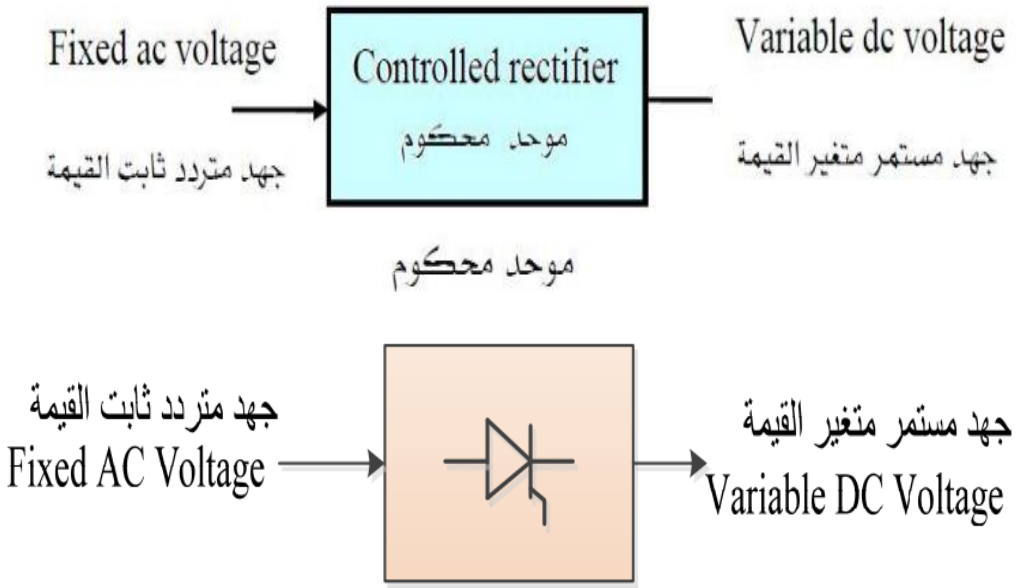
تستخدم الموحدات غير المحكومة لتحويل الجهد المتناوب (المتردد) ثابت القيمة الى جهد مستمر ثابت القيمة، ويمكن أن يكون الجهد المتناوب الداخل للدارة أحادي الطور أو ثلاثي الأطوار، ويستخدم في هذه الدوائر الديودات (Diodes)، كما هو مبين بالشكل التالي:

الموحد غير المحكوم



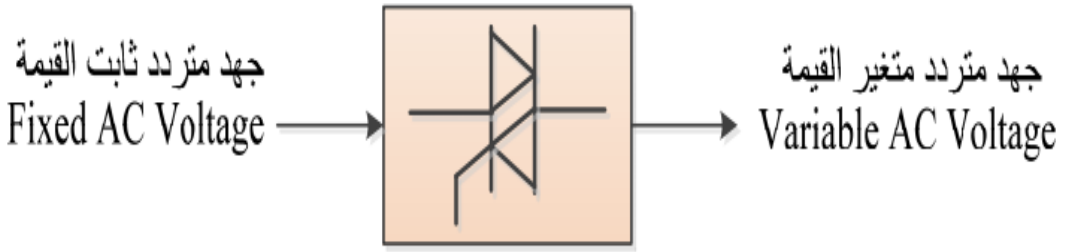
الموحدات المحكومة controlled rectifier:

تستخدم الموحدات المحكومة لتحويل الجهد المتناوب ثابت القيمة الى جهد مستمر متغير القيمة، ويمكن أن يكون الجهد الداخل للدارة أحادي الطور أو ثلاثي الأطوار، ويستخدم في هذه الدوائر الثايرستورات (Thyristors) كما هو مبين بالشكل التالي. وتستخدم هذه الدوائر بكثرة في التحكم في محركات التيار المستمر ومصادر القدرة للتيار المستمر، وتستخدم في شحن البطاريات.



حاكمات الجهد المتردد (المتناوب) AC Voltage Controllers

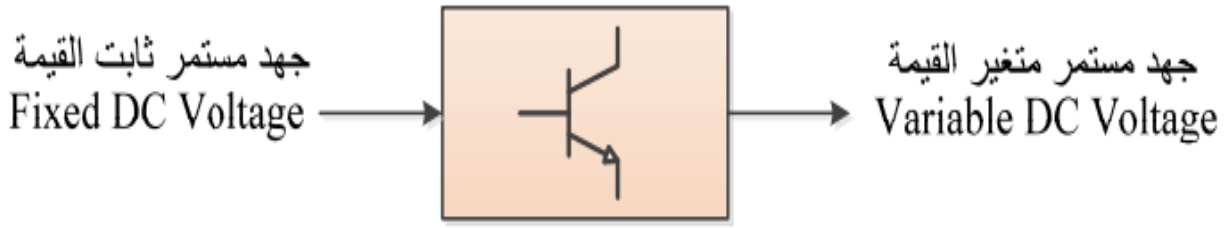
ان وظيفة حاكمة الجهد المتردد هو الحصول على جهد متردد متغير القيمة من جهد متردد ثابت القيمة كما هو مبين بالشكل التالي. ويستخدم الثايرستور في دوائر حاكمات الجهد المتردد ذات القدرات العالية، أما في حالة القدرات المنخفضة فيستخدم الترياك Triac بكثرة لرخص ثمنه وسهولة تصميم دوائر التحكم الخاصة فيه. ولحاكمات الجهد المتردد العديد من التطبيقات المهمة مثل التحكم في الإضاءة والتحكم في سرعة المحركات الحثية وكذلك التحكم في درجات الحرارة.



حاكمة الجهد المتناوب AC Voltage Controller

مقطعات التيار المستمر DC Choppers

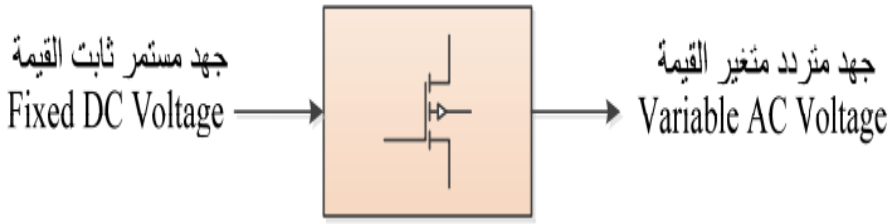
تعمل هذه المقطعات على تحويل الجهد المستمر ثابت القيمة الى جهد مستمر متغير القيمة. حيث كان في الماضي يستخدم الثايرستور في دوائر مقطعات التيار المستمر، ولكن الآن يستخدم الترانزيستور Transistor في هذا النوع من الدوائر كما هو موضح بالشكل التالي. وان من أهم تطبيقات هذه الدوائر هو التحكم في محركات التيار المستمر والتي تغذى من بطاريات أو منبع جهد مستمر ثابت القيمة.



مقطع التيار المستمر DC Chopper

العواكس (القالبات) Inverters

الهدف الأساسي من القالبات هو تحويل التيار المستمر ثابت القيمة الى تيار متناوب متغير القيمة والتردد، كما في الشكل التالي. ويمكن الحصول على جهد متناوب أحادي الطور ويسمى العاكس في هذه الحالة عاكساً أحادي الطور، كما يمكن الحصول على جهد متناوب ثلاثي الطور من جهد مستمر ويسمى العاكس في هذه الحالة عاكساً ثلاثي الأطوار. ويمكن استخدام الثايرستور أو الترانزيستور في دوائر العاكس ولكن يفضل استخدام الترانزيستور نظراً لسهولة تصميم دوائر التحكم ومرونة استخدامه وكذلك العمل عند ترددات عالية وبساطة دائرة القدرة. ويستخدم العاكس على نطاق واسع في التحكم في محركات التيار المتناوب والسير الكهربائي، كما يستخدم أيضاً في دوائر مصادر القدرة ضد انقطاع التيار والتي تعرف باسم أجهزة UPS.



قالبة Inverter

تحتوي دوائر الكترونيات القدرة المشار اليها على عناصر أشباه الموصلات ذات القدرة العالية (التي تم دراستها في الفصل الأول) موصلة معاً بطريقة خاصة لكي تعطي الوظيفة المطلوبة منها. وتحتاج دوائر الكترونيات القدرة الى خبرة عالية ومهارة علمية لتصميمها، والذي ينقسم الى أربعة أقسام أساسية، وهي:

١. تصميم دائرة القدرة وتحديد مقننات العناصر المستخدمة؛

٢. تصميم دوائر الحماية الخاصة بعناصر الكترونيات القدرة المستخدمة؛

٣. حساب طريقة أو استراتيجية التحكم اللازمة؛

٤. تصميم دوائر المنطق أو دوائر الاشعال الخاصة بالعناصر المستخدمة في دائرة القدرة.

وسنتناول في هذا المقرر بالتفصيل دوائر الكترونيات القدرة كلاً على حدة من حيث التركيب والتشغيل ونظرية العمل وكذلك كيفية التصميم وذلك من خلال المحاضرات اللاحقة.

انتهت المحاضرة