المعهد التقني / الكوفة

قسم التقنيات الكهربائية

فرع الشبكات الكهربائية

محاضرة رقم (٤)

المادة / تقنية الضغط العالي

عنوان المحاضرة / توليد الجهد العالي النبضي

لطلبة المرحلة الثانية

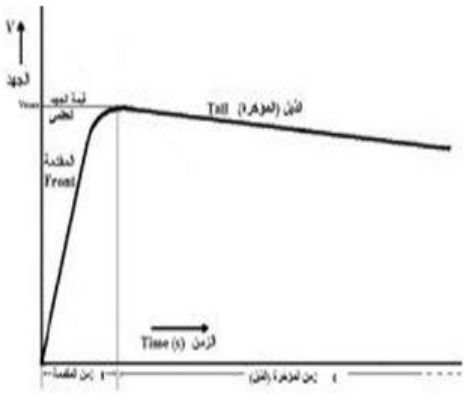
هلال طالب ياسين

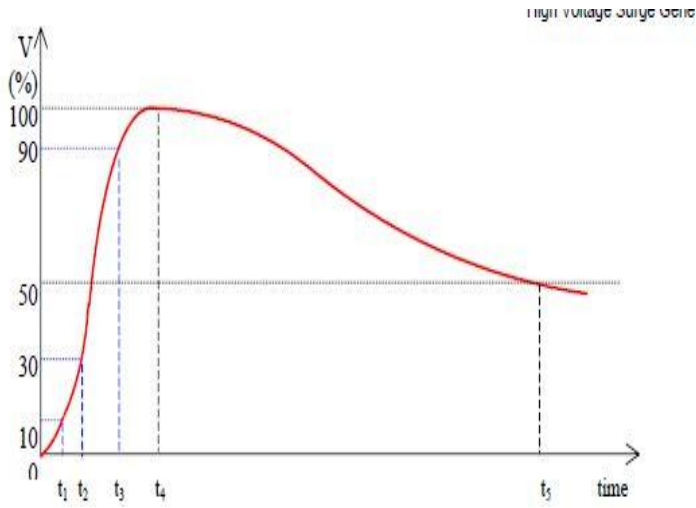
مدرس المادة

الجهد العالي النبضي

تتعرض خطوط نقل الطاقة والأجهزة المصاحبة لها لأجهادات متكررة نتيجة الجهد العابر (النبضي) المتولد من الصواعق او الفصل والتوصيل لدوائر النقل بواسطة القواطع

- الجهد النبضي : هو عبارة عن جهد احادي الاتجاه يرتفع بصورة سريعة اثناء مقدمة الموجة الى القيمة العظمى خلال زمن يسمى زمن المقدمة ويتناقص تدريجياالى الصفر اثناء ذيل الموجة خلال زمن يسمى زمن ذيل الموجة .
- كما في الشكل التالي رقم (١)

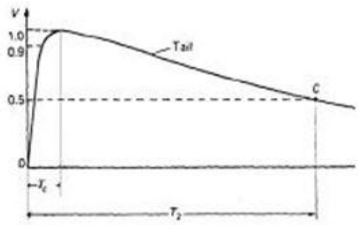




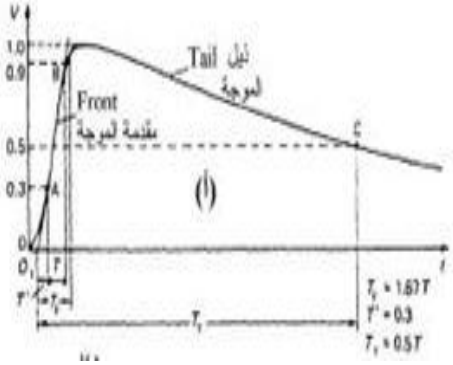
تعاريف

- زمن مقدمة الموجة : هو زمن تغير الموجة من (0.9- 0.1) من القيمة العظمى
- زمن ذيل الموجة :هو زمن تغير قيمة الموجة من نقطة البداية الى نصف القيمة العظمى

- الفرق بين الموجة النضية الناتجة عن الصواعق وتلك الناتجة عن الفصل والتوصيل هو زمن مقدمة وذيل الموجة كما في الشكل رقم (٣) و (٤)



شكل (٣)الموجة النبضية الناتجة عن الفصل والتوصيل



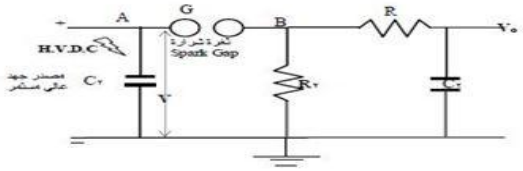
شكل (٤)الموجة النبضية الناتجة عن الصواعق

طرق توليد الجهود النبضية

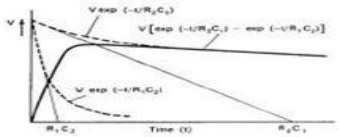
١- توليد الجهد العالي النبضي باستخدام مولد مفرد

٢ – توليد الجهد العالي باستخدام مولد متعدد المراحل

توليد الجهد النبضي باستخدام مولد مفرد



شكل (١.٢١) مولد نبضي مفرد.



شكل (١.٢٢) الشكل القياسي للموجة النبضية الناتجة عن الدائرة المفردة.

فعند تطبيق جهد عالٍ مستمر على أطراف الدائرة (عن طريق إحدى دوائر توليد الجهد العالي المستمر السابقة) فإن المكثف C_1 يشحن إلى القيمة V ، والتي تكون كافية لانهيار ثغرة الشرارة الكروية Spherical Spark Gap (وتسمى أحياناً الثغرات الهوائية Air Gap) والمصنوعة عادةً من النحاس الأحمر (والتي تنهار بالنسبة للهواء عندما تزيد شدة المجال الكهربائي E عن ٣٠ كيلوفولت/سم. ولذلك فإن الثغرة تعمل كمفتاح يوصل عند انهيارها مما يجعل الجهد يظهر فجأةً عبر المكثف C_2 والذي يمكن أن يكون عينة اختبار (مثل الكيبلات والجلب العازلة وعوازل الجهد العالي المختلفة).

كيفية التحكم بالموجة النبضية

- **يمكن التحكم بمقدمة الموجة بواسطة المقاومة R1 و C2**

حيث ان R1C2يمثلان تابت الزمن لشحن المتسعة فكلما كان الثابت اصغر كلما وصلت الموجة في مقدمتها الى القيمة العظمى اسرع وبالتالي يكون زمن مقدمة الموجة اقصر

- **يمكن التحكم بذيل الموجة بواسطة المقاومة R2 والمتسعة C1 حيث يحدد ثابت الزمن R2 C1 ذيل الموجة وتناقصها**
- **تسمى R1 مقاومة مقدمة الموجة wave front resistor**
- **تسمى R2 مقاومة ذيل الموجة wave tail resistor**

٢ - توليد الجهود العالية باستخدام عدة مراحل متوالية (مولد ماركس)

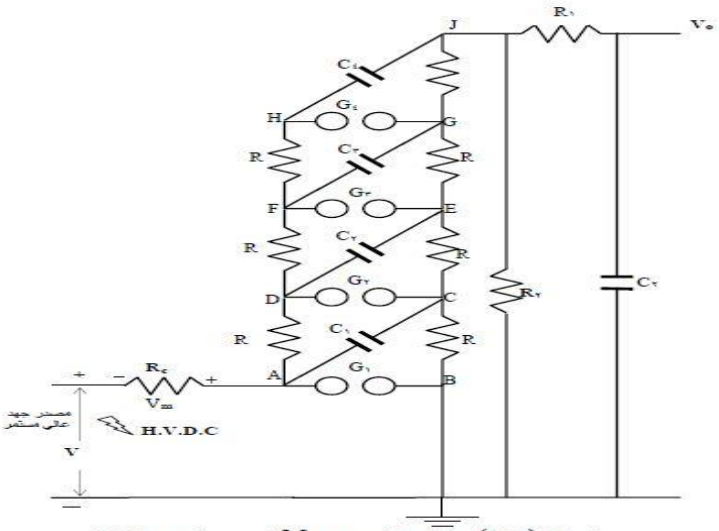
وحيث إن جهد موجة الصواعق والفصل والوصل قد يتجاوز المليون فولت خاصة في الشبكات التي تعمل عند جهود فائقة، لذلك نجد أن تصميم مولد مفرد لإنتاج هذا الجهد المرتفع غير عملي. فالقيمة العظمى للجهد محدودة بجهد الشحن المستمر للدائرة كما أن تصميم مكثف جهد فائق إضافي يكون كبير الحجم وغالي الثمن. لذلك فإنه من الأنسب أن نولد جهداً عالياً نبضياً بتوصيل المولد المفرد بعدة وحدات من عناصر الدائرة بالتوالي. ولذلك فقد توصل ماركس Marx عام ١٩٢٤م إلى تصميم مولد متعدد المراحل يعطي جهداً مرتفعاً وفائقاً وفي نفس الوقت نستطيع أن نتحكم في شكل الموجة (زمن مقدمة الموجة وذيلها). حيث كانت فكرته الذكية في تصميم الدائرة باستخدام ثغرات الشرارة الكروية

يبين الشكل (١,٢٣) مولدا نبضيا مكون من اربعة مراحل موصل بدائرة شحن عبارة عن مصدر جهد عالي مستمر ولتبسيط عمل الدائرة فانه يمكن اعتبارها مركبة من دائرتين هما دائرة الشحن المبينة في الشكل (١١,٢٤) ودائرة التفريغ المبينة في الشكل (١,٢٤ ب) فعند تطبيق جهد عالي مستمر عن طريق دائرة الشحن فان المكثفات من (C_1) الى (C_4) يتم شحنها عبر المقاومة (R) التي تتراوح قيمتها من ١٠ الى ١٠٠ كيلو اوم وعندما يتم شحن المكثفات بالكامل بجهد قدره (V) فان تيار الشحن يتوقف وبالتالي فان اللوح الايمن من المكثف ومقاومة الشحن وكرات الشحن تكون عند جهد مساو الى جهد المصدر

يبدا تفريغ المولد عند انهيار اول ثغرة شرارة ثم يتوالى انهيار الثغرات الباقية فتصبح المكثفات موصلة على التوالي لذلك فان الجهد الخارج (V_O)يساوي مجموع الجهود المخزنة في المكثفات او حاصل ضرب الجهد(V) في عدد المراحل(n) كما في العلاقة ($V_O = nV$)

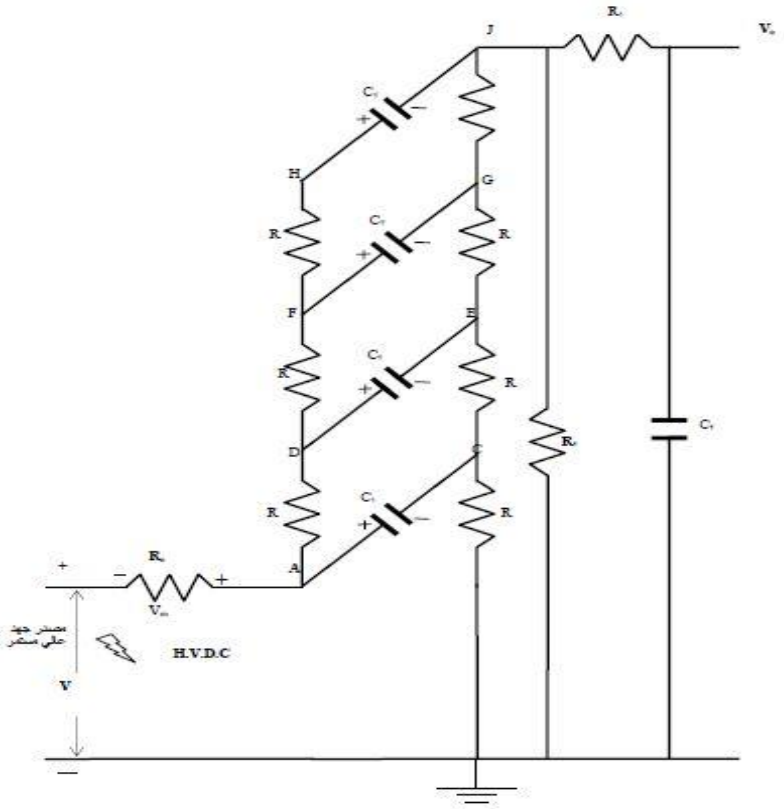
دائرة مولد ماركس النبضى متعدد المراحل

(اربعة مراحل)



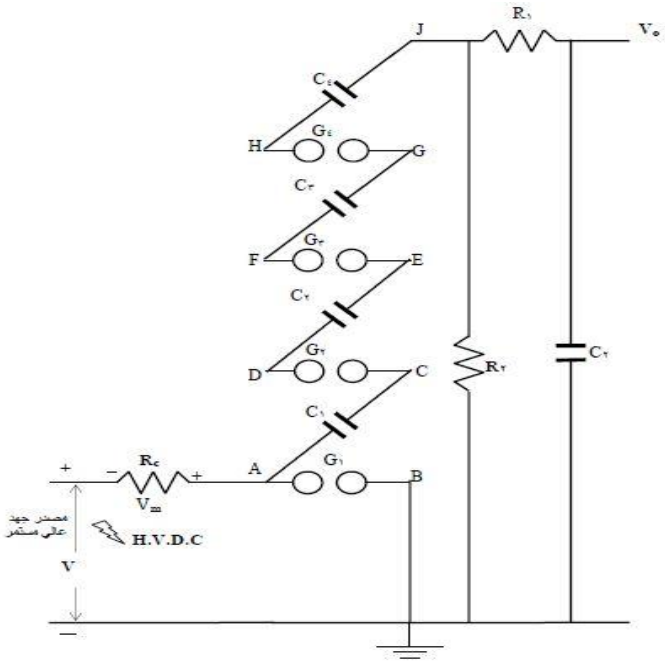
شكل (١.٢٣) مولد ماركس Marx النبضي المتعدد المراحل.

دائرة الشحن لمولد ماركس النبضى



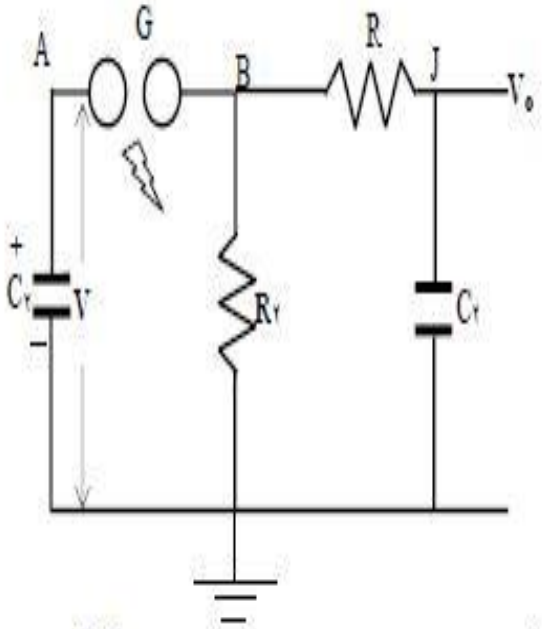
شكل (١.٢٤) أ - دائرة الشحن لمولد ماركس Marx النبضي المتعدد المراحل.

دائرة التفريغ لمولد ماركس النبضي



شكل (١.٢٤) ب - دائرة التفريغ لمولد ماركس Marx النبضي المتعدد المراحل.

الدائرة المكافئة لمولد ماركس النبضي



شكل (١.٢٥) دائرة مكافئة ممثلة لمولد ماركس Marx النبضي المتعدد المراحل.