كلية العلوم

القسم : **الفيزياء**

السنة : **الثانية**

المادة : كهرباء ومغناطيسية١

المحاضرة : الخامسة/عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

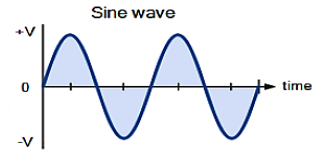
Facebook Group : مكتبة A to Z

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

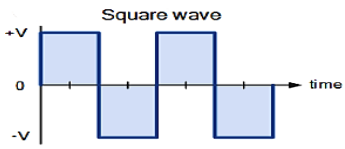
راسم الاهتزاز المهبطي
Cathodic Oscilloscope

أهداف التجربة:
- التعرف على مبدأ عمل الراسم وحساب فرق الجهد المتناوب أو المستمر في دارة كهربائية.

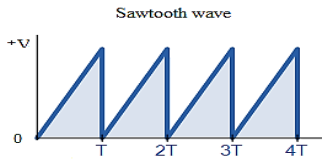
أنواع الإشارات الكهربائية Types of electrical signals:



الموجة الجيبية Sinusoidal wave: هي الموجات الأساسية الأكثر شيوعاً من بين جميع أشكال الموجات الكهربائية مثل تيار المدينة المستخدم في المنازل.



الموجة المربعة Square wave: الموجة المربعة تدل على وجود جهد يرتفع وينخفض بفترات زمنية، وتستخدم الموجات المربعة في الدارات المستخدمة في التلفزيون والراديو والكمبيوتر، وتستخدم كإشارات توقيت.

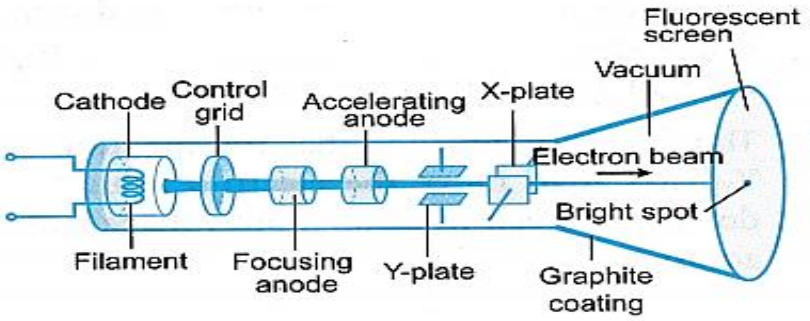


موجة سن المنشار Sawtooth wave: هي موجة غير جيبية، تزداد موجة سن المنشار بشكل خطي ثم تهبط بحدة عائدة للقيمة الابتدائية، تستخدم في أنبوب الأشعة المهبطية المستخدم في أجهزة التلفزيون وشاشات العرض التقليدية.

وهناك العديد من أشكال الموجات الكهربائية والتي سنتطرق لدراستها لاحقاً.

راسم الاهتزاز المهبطي (راسم الإشارة) Oscilloscope:

هو جهاز دقيق يسمح بمراقبة أشكال الأمواج الكهربائية وقياس سعتها وأدوارها وله أهمية بحثية ومهنية واسعة.

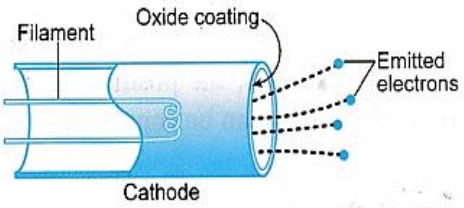


الشكل (1)

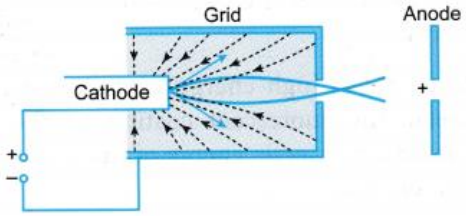
➢ بنية راسم الإشارة:

يتألف راسم الاهتزاز المهبطي كما يوضح الشكل (1) من الأجزاء التالية:

1. **أنبوب الأشعة المهبطية Cathode-ray tube (CRT):** وهو أنبوب كبير متطاول مفرغ من الهواء، مجهز بمنبع للإلكترونات السريعة جداً في أحد طرفيه يسمى مدفع الكتروني، وبشاشة متألقة في الطرف الآخر، وتقع بينهما جملة مكثفات مهمتها حرف مسار الحزمة الالكترونية.
2. **قاعدة الأنبوب:** تثبت فيها مآخذ مهمتها وصل عناصر الأنبوب بالدارات الكهربائية الخارجية التي تؤمن الشروط اللازمة لفعلها.

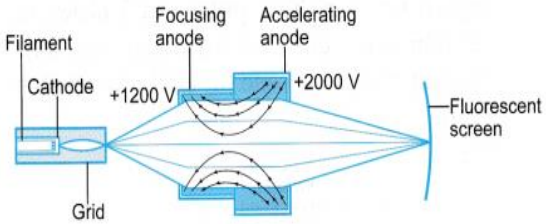


3. **المهبط Cathode:** وظيفته إصدار الإلكترونات بالمفعول الكهرحراري، إذ يتم تسخين المهبط هنا بالطريقة الغير مباشرة بوساطة سلك تسخين يكون متصلاً بكمون سالب.



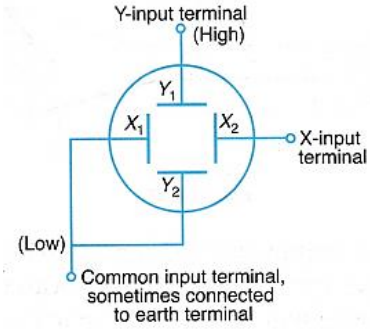
4. **شبكة التحكم Control grid:** لها شكل أسطواني مزودة بثقب تدعى أسطوانة فهنالست، وتتصل بكمون سالب أيضاً، وظيفتها التحكم بسيل الإلكترونات المنطلقة من المهبط.

5. **المصعد الأول Accelerating anode:** مصعد التسريع، يتصل بكمون موجب، ومهمته تسريع حركة الالكترونات الصادرة عن المهبط تسريعاً كبيراً بعد أن تكون خارجة على شكل حزمة مخروطية متباعدة.



6. **المصعد الثاني Focusing anode:** مصعد الإحكام، يتصل بكمون موجب أيضاً ولكن بقيمة أكبر من الكمون الموجب في المصعد الأول، ومهمته تجميع الالكترونات على شكل حزمة متقاربة يكون أثرها على الشاشة أصغر ما يمكن.

♦ تدعى العناصر الأربعة (المهبط، شبكة التحكم، والمصعدين الأول والثاني) بـ (**مدفع الالكترونات**).



7. **صفيحتا الانحراف الأفقي X:** وهما لوحان متوازيان موضوعان بشكل شاقولي، يشبه عملهما عمل المكثف، ومهمتهما حرف حزمة الالكترونات وفق المحور الأفقي عن طريق تطبيق فرق في الكمون بينهما.

8. **صفيحتا الانحراف الشاقولي Y:** هما لوحان متوازيان موضوعان بشكل أفقي، ويمكن بواسطتها حرف حزمة الالكترونات وفق المحور الشاقولي بتطبيق الآلية السابقة نفسها.

9. **الشاشة:** تُطلى الشاشة من الداخل بمادة متألقة تقوم ذراتها بتحويل الطاقة الحركية للإلكترونات الساقطة عليها إلى ضوئية، يرسم عليها من الخارج شبكة من المربعات تُستخدم بمثابة سلم تدريجي بغية تقدير الانحراف الحاصل في المحورين.

➢ تشكل الحزمة الالكترونية:

إن وظيفة مدفع الالكترونات هي إصدار حزمة ضيقة من الالكترونات، تتقارب في بؤرة واقعة في بقعة صغيرة من الشاشة المتألقة إن لم تعاني الحزمة من انحراف، حيث أن منشأ الالكترونات هو المهبط. بعد ذلك تَعبُر الالكترونات من خلال ثقب في المسرى الذي يسمى شبكة التحكم. ثم تجتاز الحزمة مسريين اسطوانيين مسرعين هما المصعد الأول والمصعد الثاني، وبعد اجتياز المصعد الثاني تكون الالكترونات قد تسارعت إلى سرعة توافق فرق الكمون المطبق بين المهبط والمصعد الثاني، ونرمز له بالرمز E_a. ونظراً للتخلية العالية في الأنبوب لا تفقد الالكترونات ما تحمله من طاقة.

- لا تفقد الالكترونات طاقة في الحجرة المفرغة من الهواء (فسر!)

إن مسرى الشبكة مشحون سلباً بالنسبة للمهبط بتوتر قدره $30\ V$ تقريباً. وبتغير هذا التوتر يتغير عدد الالكترونات في الحزمة، مما يؤمن التحكم بكل من تيار الحزمة وشدة التألق على الشاشة. ويتحقق هذا التغير بواسطة مجزّئ كمون يسمى شدة إضاءة الأثر.

➢ حرف الحزمة الالكترونية:

يمكن حرف الحزمة الالكترونية بتطبيق قوى كهرساكنة تؤثر في الالكترونات ومسارها بغية حرف الحزمة الالكترونية. حيث تولد هذه القوى شحنات ساكنة على صفيحتي مكثفة صغيرة تسميان صفيحتي الانحراف اللتين تمر الحزمة بينهما .فمثلاً، إذا كانت الصفيحة Y1 مشحونة إيجاباً والصفيحة Y2 سلباً سوف تنحرف الالكترونات نحو الأعلى عند مرورها بينهما، وبالتالي ستنحرف الحزمة الالكترونية نحو الأعلى، فينتقل الأثر المتألق إلى نقطة أخرى على الشاشة، أي يمكننا التحكم في موضع النقطة شاقولياً (وفق محور التراتيب Y) وعلى غرار ذلك بالنسبة للصفيحتين X1 و X2 فإنهما تُحدثان الانحراف الأفقي (وفق محور الفواصل X) للتحكم بموضع النقطة أفقياً، وإذا تراكبت الانحرافات **المتغيرة** المناسبة سوف يرسم الأثر المتألق أشكالاً موجية.

➢ واجهة جهاز راسم الإشارة:

تحوي واجهة الراسم على مفتاحين رئيسيين كما يوضح الشكل **(2)**:

الشكل (2)

I. مفتاح الحساسية الشاقولية S_V:

(خاص بالجهد)، يعبر عن عدد الفولتات الموافقة لتدريجة واحدة على المحور التراتيب **(V/div)**.

II. مفتاح الحساسية الأفقية S_H:

(خاص بالزمن**)**، يعبر عن مقدار الزمن الموافق لتدريجة واحدة على محور الفواصل**(ms/div)**.

من خلال S_V نستطيع حساب التوتر الأعظمي V_{max} من القانون:

$$V_{max} = n \times S_V$$

ومن خلال S_H نستطيع حساب دور الموجة T من القانون:

$$T = n \times S_H$$

حيث أن: n هي طول الخط على الشاشة، أي عدد المربعات الأفقية أو العمودية.

ومن خلال إيجاد التوتر الأعظمي ودور الموجة يمكننا إيجاد العديد من البارامترات مثل القيمة الفعالة للتوتر المطبق والتي تحسب من العلاقة:

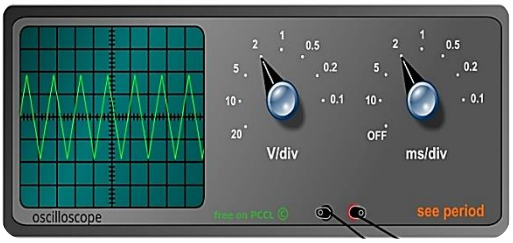
$$V_{eff} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$$

- في دارة تيار متناوب مقاومة أومية $R = 20\Omega$ تُظهر على راسم الإشارة الإشارات الموضحة جانباً عند تغيير قيم الجهد المطبق عليها والمطلوب:
  - أوجد التوتر الأعظمي V_{max} والتوتر الفعال V_{eff} ثم شدة التيار الأعظمية I_{max} والفعالة I_{eff} ثم الاستطاعة المستهلكة في الدارة P_{avg} لكل إشارة.
  - أوجد الزمن الدوري (الدور) والتواتر لكل إشارة.
  - أوجد معادلة التوتر اللحظي وشدة التيار اللحظية، علماً أن فرق الطور $\varepsilon = 0$

الإشارة (1)

الإشارة (2)

الإشارة (3)



الإشارة (4)

الإشارة (5)

إعداد المدرسين:

ا. ماهر الحكي - ا. رزان الناصر

مكتبة A to Z