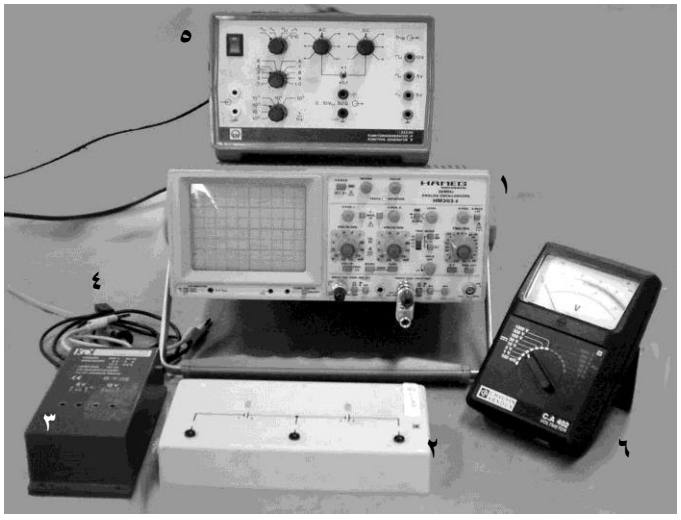
جهاز القياس
راسم الاهتزاز المهبطي

الغرض من التجربة:

١. التعرف على كيفية عمل الجهاز .
٢. التعرف على استخداماته :
   أ- قياس الجهد لمصدرين مستمر ومتردد.
   ب- قياس تردد موجة
جـ- المقارنة بين موجتين مختلفتين (مثال : منحنيات وأشكال ليساجو)

الأدوات:

١. راسم الاهتزاز المهبطي (CRO).
٢. مصدر تيار مستمر (بطاريات).
٣. مصدر تيار متردد
٤. أسلاك توصيل.
٥. مولد الذبذبات الكهربائي.
٦. فولتميتر.



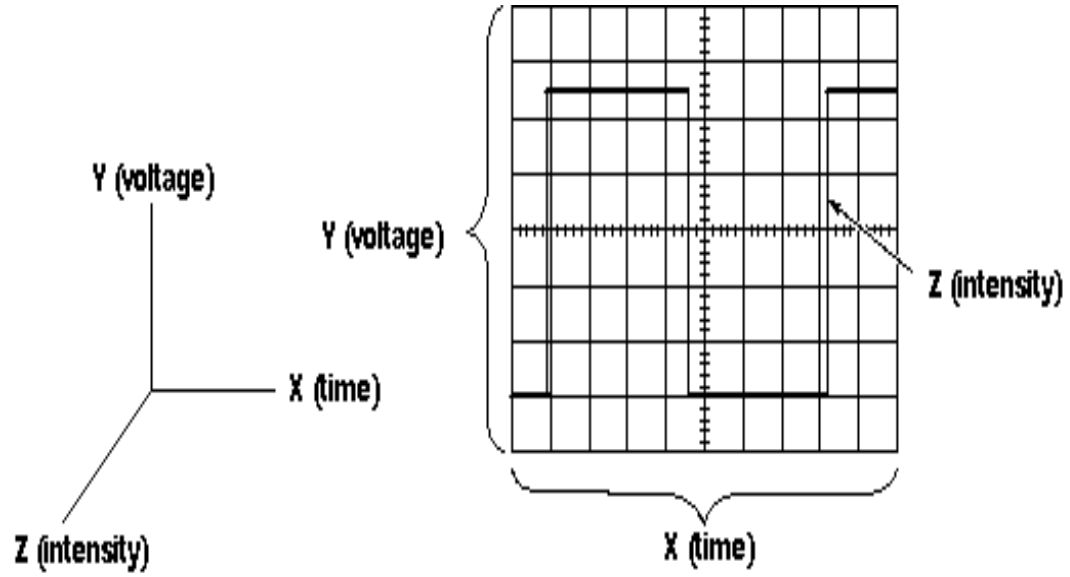
النظرية:

أ. مقدمة

راسم الاهتزاز المهبطي هو جهاز إلكتروني يسجل تغيرات جهد دارة كهربائية ما عن طريق عرض مسار ضوئي على واجهة أنبوب أشعة المهبط (cathode ray tube-CRT)**.** راسم الاهتزاز يستخدم في مجالات متعددة كالصناعة والمختبرات العلمية ومن الأمثلة على هذه الاستخدامات:

- اختبار العناصر الإلكترونية (مثل المكثفات ، الترانزستور ، الصمام الثنائي).
- التشخيص الطبي (بمقارنة النبضات الكهربائية التي تصدرها أعضاء جسم الإنسان الطبيعي مع تلك التي تسجل من المريض).

وبشكل أساسي يعتبر راسم الاهتزاز **أداة عرض بياني،** فهو يقوم برسم شكل بياني للنبضات الكهربائية، ارجعي للشكل (١).



شكل (١): الإحداثيات (X-الزمن) و(Y- فرق الجهد) و(Z- الشدة) للموجة التي تعرض على الشاشة.

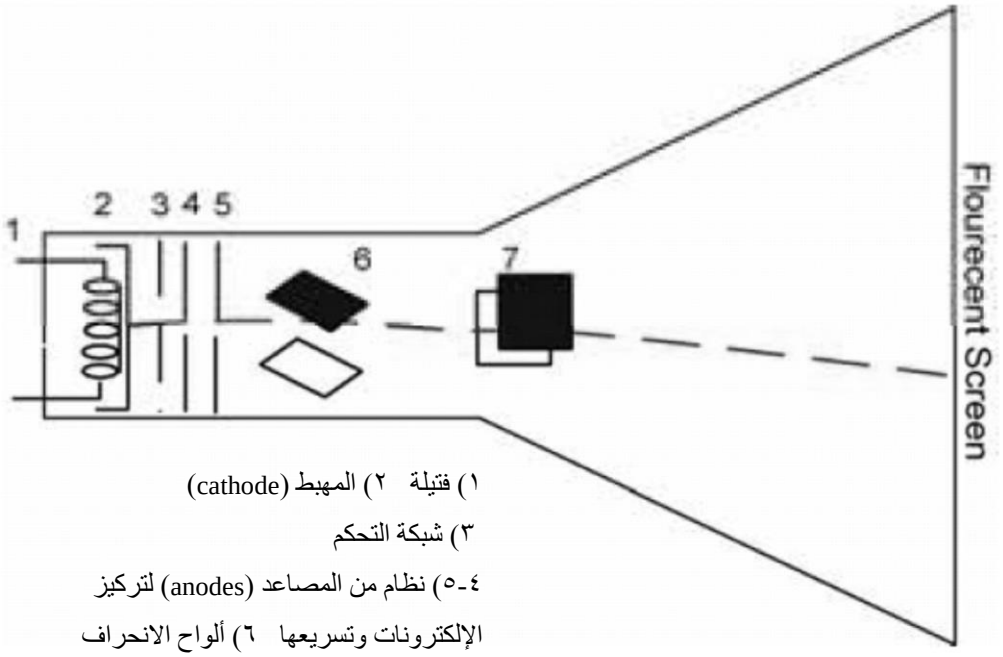
ومثل هذا الرسم البياني البسيط يمدنا بمعلومات تصف النبضة الكهربائية، منها:

- إمكانية تحديد زمن مرور نبضة كاملة وقيمة فرق جهدها.
- حساب تردد هذه النبضة.
- عند توصيل دائرة كهربائية بالراسم فإنه يمكننا معرفة أي من عناصرها (مثلا مكثف أو مقاومة) لا يعمل بسبب تأثيره على سلوك النبضة.
- الحصول على قيمة فرق الجهد لنبضة تيار مستمر وتيار متردد.

ب. تركيب راسم الاهتزاز المهبطي

إن أنبوبة أشعة المهبط (cathode-ray tube) هي قلب الراسم ويتضح تركيبها في الشكل-٢، وهي عبارة عن أنبوبة زجاجية مفرغة من الهواء ، مجهزة بمصدر للالكترونات العالية السرعة (يسمى بمدفع الالكترونات) في أحد طرفيها، وبشاشة فلورية في الطرف الآخر، ويقع بينهما نظام وظيفته تغيير مسار حزمة الالكترونات. ويقوم مدفع الإلكترونات بقذف حزمة من الإلكترونات نحو شاشة مطلية بمادة كيميائية تصدر ضوءًا عند اصطدام الإلكترونات بها فتظهر بقعة ضوئية على شاشة الأنبوبة. وتستخدم هذه الأنبوبة أيضا في أجهزة التلفاز وشاشات العرض المرئي التي تستخدم في الرادار وأجهزة الحاسوب.

ج. كيفية عمل راسم الاهتزاز المهبطي



١) فتيلة ٢) المهبط (cathode)
٣) شبكة التحكم
٤-٥) نظام من المصاعد (anodes) لتركيز الإلكترونات وتسريعها ٦) ألواح الانحراف العمودي ٧) ألواح الانحراف الأفقي
٨) شاشة فلورية

شكل (٢): أنبوبة أشعة المهبط موجودة في داخل الراسم.

يطلق على النظام المكون من الفتيلة والمهبط وشبكة التحكم ومجموعة المصاعد بمدفع الإلكترونات فهو يقوم بقذف الإلكترونات نحو الشاشة الفلورية مرورا بألواح الانحراف العمودية والأفقية، و يعمل الراسم تبعا للخطوات التالية:

١) تسخن فتيلة المهبط عند مرور تيار مناسب من خلالها وبهذا يصدر سيلا من الإلكترونات، وتقوم شبكة التحكم بالتحكم بعدد الإلكترونات التي تصل إلى نظام من المصاعد.
٢) تمر الإلكترونات عبر هذه المصاعد التي تكون على هيئة أقراص مفتوحة من منتصفها وهي تتحكم بتركيز حزمة الإلكترونات وكذلك تكون المصاعد متصلة بفروق جهد عالية وبالتالي تمكن سيل الإلكترونات من الوصول إلى الشاشة.
٣) هنالك مجموعتين من الألواح بين الشاشة والمدفع تسمى ألواح الانحراف الكهربائي، أحدها يسمى بألواح الانحراف الأفقية وهي تتحكم بحركة حزمة الإلكترونات إلى الأعلى والأسفل وأخرى تسمى بألواح الانحراف العمودية وتقوم هي الأخرى بالتحكم بحركة الحزمة نحو اليمين واليسار، كل من هذه الأزواج يحتوي على لوح سالب الشحنة الكهربائية وآخر موجب الشحنة، الشكل (٢) يوضح هذه الألواح الأفقية والعمودية.

وكل ما يظهر لنا على الشاشة يدل على ماهية العنصر الذي يتم اختباره في الراسم، على سبيل المثال عند استخدام مصدر تيار مستمر ستظهر لنا نقطة مضيئة بينما مصدر التيار المتردد سينتج خطا مستقيما (لماذا؟).

احتياطات قبل البدء بالعمل :

١- نهيئ جهاز راسم الاهتزازات وذلك بتثبيت النقطة المضيئة في المركز .
٢- إضاءة النقطة أقل مايمكن.

تنبيه:

لابد من تجنب ترك النقطة المضيئة ساكنة على الشاشة لفترة طويلة خاصة إذا كانت ذات شدة عالية ، لأن ذلك يؤدي إلى احتراق المادة الكيميائية وتلف الشاشة.

خطوات العمل:

الجزء رقم ❶: معرفة كيفية عمل جهاز راسم الاهتزاز المهبطي.

يتكون الجهاز من قناتين مستقلتين وأيضا مؤثر زمني ، فعندما نستخدم إحدى القناتين لابد أن نتعامل مع مفاتيح تلك القناة بالإضافة لمفاتيح أخرى مشتركة لكلا القناتين .

هناك تصاميم مختلفة للجهاز لكن رموز المفاتيح وطريقة العمل نفسها إلا أنها تختلف في كيفية تفعيل هذه المفاتيح إما بالضغط مباشرة فتضئ اللمبة أو يكون للمفتاح وضعين مختلفين بحيث إذا تم ضغطه للداخل فإنه يفعّل أمر معين وإذا تم ضغطه للخارج فإنه يفعَل أمر آخر .

	اسم المفتاح	وصفه	كيفية تفعيله	استخدامه
١	CH1- أو يكتب CH I	**يرمز للقناة الأولى**	CH1 **بالضغط المباشر عليه** CHI **بجعل المفتاح للخارج**	يستخدم عندما يراد رؤية الإشارة مع عامل الزمن (فالتيار المتردد يظهر كموجة والمستمر يظهر كنقطة متحركة وسرعتها تتعلق بالزمن الذي تم اختياره
٢	CH2 أو يكتب CH II	**يرمز للقناة الثانية**	CH2 **بالضغط المباشر عليه** CH II **بجعل المفتاح للداخل**	
٣	AC DC **حيث أنهما متوفران لكل قناة على حده**	**يرمز لنوع الجهد المستخدم إن كان مستمراً أو متردداً**	AC **: المفتاح للخارج** DC **: المفتاح للداخل**	تحديد نوعية الجهد المراد قياسه
٤	VOLT/DIV **التابع لـ** CH1	**يرمز لمفتاح التحكم بمقياس الجهد**	**التدوير المباشر للمفتاح**	تغيير مقياس الجهد (تكبير أو تصغير)
٥	VOLT/DIV **التابع لـ** CH2	**يرمز لمفتاح التحكم بمقياس الجهد**	**التدوير المباشر للمفتاح**	تغيير مقياس الجهد (تكبير أو تصغير)
٦	TIME/DIV	**يرمز لمفتاح التحكم بالقاعدة الزمنية**	**التدوير المباشر للمفتاح**	تغيير مقياس الزمن (تكبير أو تصغير)
٧	DUAL	**يرمز لمقارنة**	**يفعل بالضغط عليه مباشرة**	عرض الموجتين في

		الموجتين	**فيكون المفتاح للداخل**	نفس الوقت
٨	ADD	**يرمز لمحصلة دمج الموجتين**	**يفعل بالضغط عليه مباشرة فيكون المفتاح للداخل**	دمج إشارة القناتين
٩	X-Y	**يظهر صورة الإشارة المدخلة بعيداً عن عامل الزمن**	**يفعل بالضغط عليه مباشرة فيكون المفتاح للداخل**	تعطيل عامل الزمن
١٠	COMP (TESTER)	**اختبار ومعايرة الجهاز نفسه**		
١١	0.2Vcc			
١٢	CALIBRATOR 1HKz/1MHz			
١٣	INTENS	**شدة إضاءة النقطة**	**في بعض الأجهزة تكون هذه الخصائص مدمجة والتحكم فيها يكون من خلال مفتاح (+) للزيادة أو(-)الإنقاص أو يكون لكل خاصية مفتاح خاص بها**	لزيادة أو إنقاص شدة الإضاءة
١٤	TRACE			
١٥	FOCUS	**العدسة**		يستخدم في تحديد مدى تركيز إضاءة النقطة
١٦	Y-POS.I **أو يكتب** Position1	**موضع -Y المحور العمودي للقناة الأولى**	**يكون بالتدوير المباشر للمفتاح**	**التحكم بالإزاحة العمودية للقناة الأولى**
١٧	Y-POS.II **أو يكتب** Position2	**موضع –Y المحور العمودي للقناة الثانية**	**يكون بالتدوير المباشر للمفتاح**	**التحكم بالإزاحة العمودية للقناة الثانية**
١٨	X-POS.I **أو يكتب** Position1	**موضع –X المحور الأفقي للقناة الأولى**	**التدوير المباشر للمفتاح**	**التحكم بالإزاحة الأفقية للقناة الأولى**
١٩	X-POS.II **أو يكتب** Position2	**موضع –X المحور الأفقي للقناة الثانية**	**التدوير المباشر للمفتاح**	**التحكم بالإزاحة الأفقية للقناة الثانية**
٢٠	X-MAG.10	**المحور العمودي للقناة الأولى**	**التدوير المباشر للمفتاح**	**تكبير إشارة المحور الأفقي**

٢١	INV	**عكسي**	**الضغط المباشر عليه**	**يستخدم في عكس اتجاه الإشارة**
٢٢	GD **أو يكتب** GND	**أرضي**	**إدخال السلك في القناة**	**مدخل التأريض**

<u>الجزء رقم ❷: التعرف على استخداماته:.</u>

(أ) قياس الجهد (سنقيس جهد مصدر مستمرDC و جهد مصدر متردد AC)

أولا : قياس جهد مصدر مستمر(DC):

١. اختاري إحدى القناتين.
٢. صلي مصدر الجهد المستمر بهذه القناة ، بحيث يتم توصيل القطب السالب بالأرضي والقطب الموجب في مدخل القناة .(إذا عكست الأقطاب ستحصلين على نفس النتيجة لكن بالسالب)
٣. ثبتي القناة على مقياس الجهد المستمر **DC** لكي تظهر لك إزاحة النقطة عن المركز.
٤. احسبي قيمة فرق الجهد الذي ظهر لك.

فرق الجهد= عدد مربعات إزاحة النقطة عن المركز **X** قيمة المقياس أو مفتاح التحكم

ملاحظة ☺

يمكنك تغيير مقياس مفتاح التحكم وستلاحظين تغير في الإزاحة لكن قيمة الجهد ثابتة لأن إزاحة النقطة تتغير بتغير المقياس ، وبمجرد ضرب قيمة المقياس في الإزاحة سيظهر لك نفس النتيجة السابقة ☺.

الإزاحة	**مفتاح التحكم**	**الجهد المستمر**

٥. استخدمي الفولتميتر وقيسي جهد المصدر ثم قارني بين النتيجتين
٦. احسبي نسبة الخطأ المئوية لقياس جهد المصدر المستمر.

<u>الحسابات:</u>

قيمة الجهد من راسم الاهتزاز المهبطي=
قيمة الجهد من الفولتميتر=

ثانياً: قياس جهد مصدر متردد (AC):

كرري الخطوات السابقة نفسها :

١. اختاري إحدى القناتين.
٢. صلي مصدر الجهد المتردد بهذه القناة ، بحيث يتم توصيل أحد القطبين بالأرضي والقطب الثاني في مدخل القناة (لا يُهتم بالأقطاب ، لماذا ؟) .
٣. ثبتي القناة على مقياس الجهد المتردد **AC** لكي تظهر لك قيمة الجهد المتردد (خط مستقيم) .
٤. احسبي قيمة فرق الجهد الذي ظهر لك ، وهو يمثل جهد الموجه من قمة إلى قمة V_{p-p}

فرق الجهد= طول الخط المستقيم **X** قيمة المقياس أو مفتاح التحكم

طول الخط	**مفتاح التحكم**	**جهد الموجه** V_{P-P}

ملاحظة ☺

يمكنك تغيير مقياس مفتاح التحكم وستلاحظين تغيراً في طول الخط لكن قيمة الجهد ثابتة ، وبمجرد ضرب قيمة المقياس في طول الخط سيظهر لك نفس النتيجة السابقة ☺.

أيضا يمكنك أن تغيير مكان الخط ليسهل عليك القراءة من مفاتيح الإزاحة الأفقية والعمودية.

٥. سجلي النتائج في الجدول.
٦. احسبي متوسط V_{p-p}.
٧. استخدمي الفولتميتر لقياس الجهد المتردد للمصدر(**V_{eff}** الحقيقية).
٨. للمقارنة بين القيمتين لابد لنا أن نحسب الجهد الفعال V_{eff} بالعلاقة التالية :

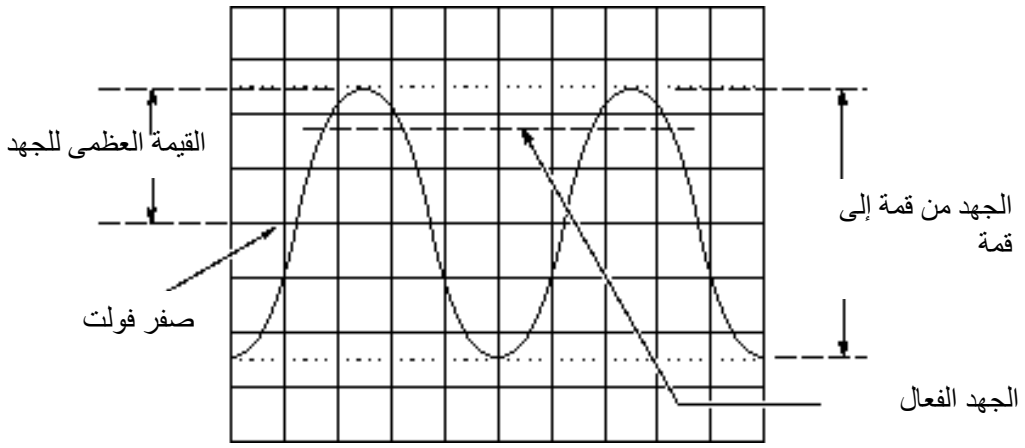
$$V_{eff} = \frac{V_{\max}}{\sqrt{2}}$$

حيث أن $V_{\max}$ القيمة العظمى للجهد

$$V_{\max} = \frac{V_{p-p}}{2}$$

الحسابات:

قيمة الجهد من راسم الاهتزاز المهبطي V_{p-p} المتوسط =
القيمة العظمى للجهد ($V_{\max}$)=
القيمة الفعالة للجهد (V_{eff})=
قيمة الجهد من الفولتميتر=



شكل (٣): مسميات فرق الجهد المختلفة.

ب. قياس التردد لموجة كهربائية

١. نبقي المصدر المتردد متصلا بالجهاز.
٢. نضغط مفتاح $X-Y$ لإغلاقه.
٣. سوف يظهر لنا موجة جيبية على شاشة الجهاز، غيري شكل الموجة باستخدام مفتاح التحكم بالقاعدة الزمنية للحصول على أفضل موجة جيبيه
٤. احسبي عدد التقسيمات بين أي قمتين متتاليتين لهذه الموجة ، دوني نتائجك في الجدول (١).
٥. احسبي الزمن الدوري للموجة الجيبية T.

الزمن الدوري = عدد التقسيمات × قيمة المقياس لمفتاح قاعدة الزمن بوحدة الثانية

٦. احسبي التردد لهذه الموجة f_1 :

$$f_1 = \frac{1}{\mathrm{T}}$$

٧. نكرر الخطوات ٤ و ٥ و٦ ثلاث مرات مع تغيير قيمة المقياس لمفتاح قاعدة الزمن كل مرة.
٨. نحسب متوسط قيمة التردد (f_1).

جدول ①

قياس الزمن الدوري و التردد لموجة كهربائية

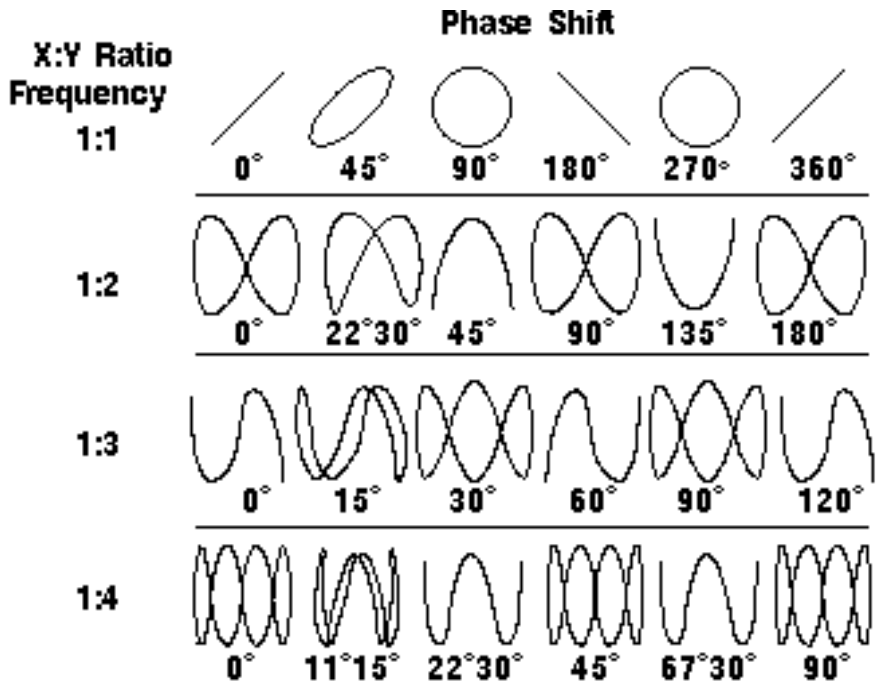
العدد	مفتاح التحكم بقاعدة الزمن ($msec/div$)	عدد التقسيمات على الشاشة (div)	الزمن الدوري T (ms)	(s)	التردد f_1 (Hz)
1					
2					
3					
متوسط التردد (f_1)					

جـ. توليد منحنيات ليساجو

أشكال ليساجو (قياس فرق الطور)

والغرض من هذا الجزء هو جمع حركتين اهتزازيتين توافقيتين متعامدتين باستخدام راسم الاهتزاز المهبطي ومولد الذبذبات. ويعطي مولد الذبذبات بين طرفيه فرق جهد متغير (متردد) يمكن التحكم بتردده بإدارة القرص الذي يشير إلى قراءة التردد.

وتفيد الدراسة النظرية أنه عندما تجمع موجتين متعامدتين لهما نفس التردد، فإن ناتج التداخل بنينهما هو شكل قطع ناقص في الحالة العامة، والذي يختلف شكله وأبعاده باختلاف فرق الطور بين الموجتين، وعند فرق طور معين مثلاً ٩٠ درجة يتكون على الشاشة شكل دائرة، في حين عندما تختلف الموجتان بحيث يكون تردد أحدها ضعف تردد الأخرى نحصل على الشكل ∞ . فمجموعة الأشكال التي نحصل عليها بتغير التردد أو بتغير فرق الطور بين الموجات تسمى أشكال ليساجو. وهي كما في الشكل (٤).

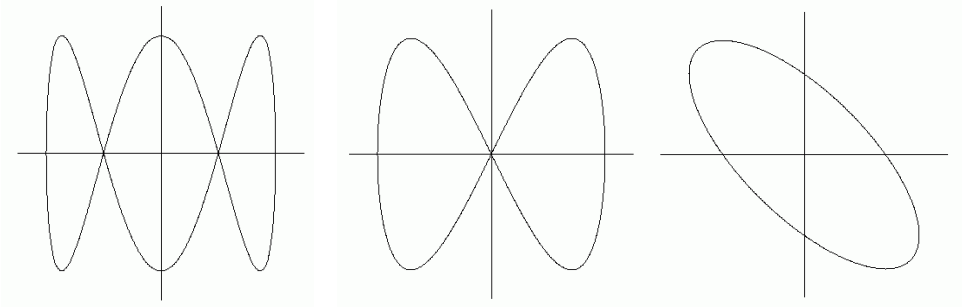


شكل (٤): أشكال ليساجو المختلفة

وللحصول على هذه الأشكال نتبع الخطوات التالية:

١. نبقي المصدر المتردد موصل بالراسم و نطفئ مفتاح X-Y .
٢. نوصل مولد الذبذبات في القناة التي لا يشغلها أي مصدر (يعطينا المولد موجات ذات ترددات وأشكال مختلفة).
٣. الآن نثبت مفتاح تكبير التردد ذو المضاعفات الكبيرة على قيمة 10^2
٤. نغير قيم مفتاح تكبير التردد ذو المضاعفات الصغيرة حتى نحصل على أشكال ليساجو التي نود الحصول عليها.

لابد من الحصول على كل أشكال ليساجو التالية :



الشكل الثالث **الشكل الثاني** **الشكل الأول**

٥. نحسب تردد الموجة الثانية المقابل لكل شكل كالآتي:
التردد(f_2) = قيمة مفتاح المضاعفات الكبيرة × قيمة مفتاح المضاعفات الصغيرة
دوني نتائجك في الجدول (٢).

الشكل	$f_1(Hz)$ متوسط	$f_2(Hz)$	$\frac{f_1}{f_2}$
الأول			
الثاني			
الثالث			

٦. نحسب النسبة $\frac{f_1}{f_2}$ لكل شكل حيث f_1 تم حسابه في الخطوة (٨) من الفقرة (ب) في الجزء الثاني.

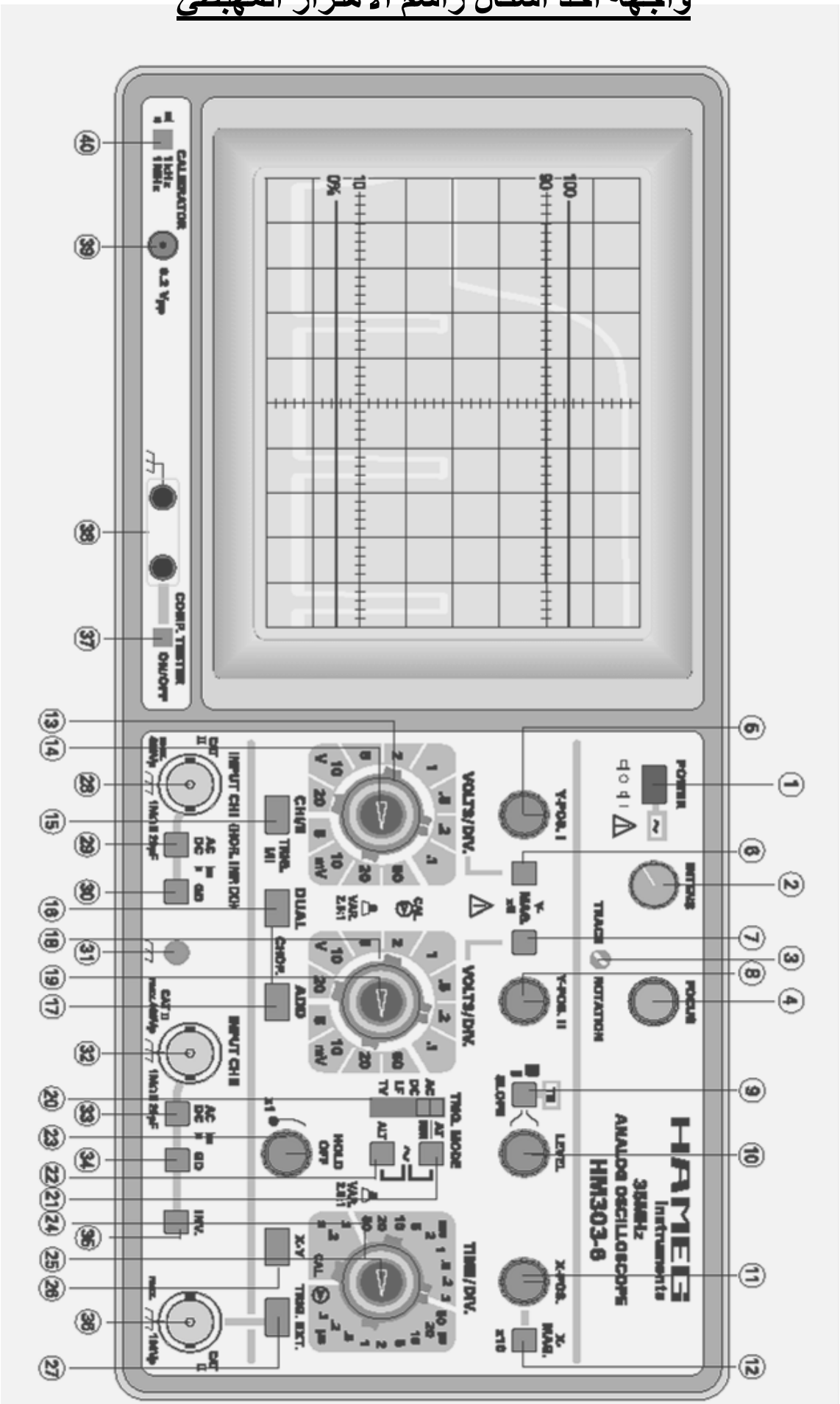
ملاحظة:

- $\mathbf{f_1}$ تم حسابه في الجدول الثالث وهو ثابت في الجدول الرابع.
- **جدول** ② توليد منحنيات ليساجو

الأسئلة والمناقشة

١. ما هو راسم الاهتزاز المهبطي؟
٢. مم يتركب راسم الاهتزاز المهبطي؟ كيف يعمل؟
٣. ما الفرق بين الجهد المستمر والجهد المتردد؟ مع ذكر أمثلة لها.
٤. وضحي بالرسم الفرق بين الجهد المستمر والجهد المتردد.
٥. ما الفرق بين الجهد من قمة إلى قمة والجهد الفعال؟
٦. عرفي كلا من: الزمن الدوري، التردد.
٧. ما هي أشكال ليساجو؟ كيف يتكون شكل ليساجو؟
٨. ماذا يحدث عندما نقلب توصيل أقطاب مصدر مستمر براسم الاهتزازات المهبطي؟ حاولي تطبيقها.
٩. لماذا نحصل على نقطة في حالة المصدر المستمر وخط مستقيم في حالة المصدر المتردد؟

واجهة أحد أشكال راسم الاهتزاز المهبطي

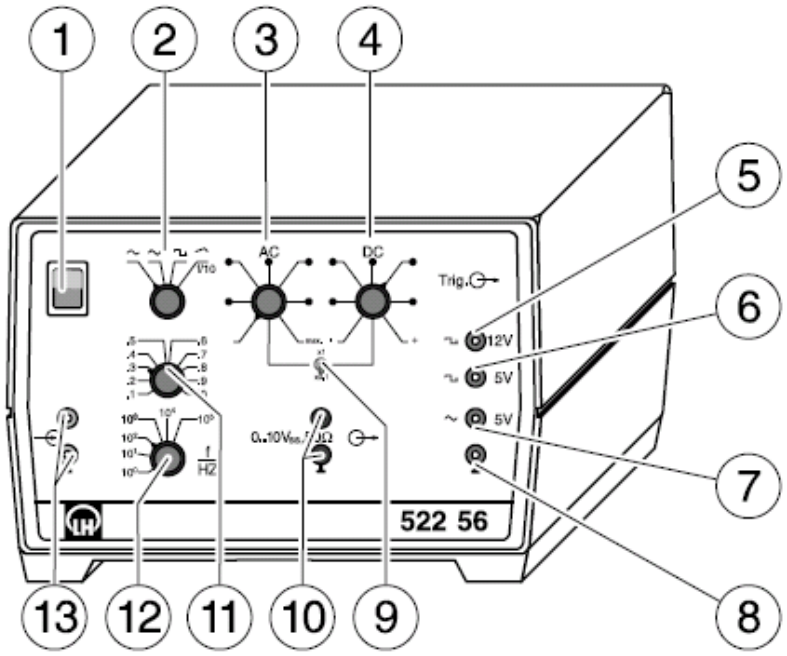


وظائف بعض مفاتيح راسم الاهتزاز المهبطي:

	العنصر	وصفه
١	مفتاح التشغيل (مفتاح ضغط)	يقوم بتشغيل وفصل الجهاز
٢	مفتاح شدة الإضاءة (مفتاح دوراني)	يتحكم بشدة الأثر المتألق على الشاشة
٤	مفتاح وضوح الشاشة (مفتاح دوراني)	يتحكم بوضوح الأثر المتألق وتركيزه على الشاشة
٥	التحكم في الوضع العمودي للقناة ١ (مفتاح دوراني)	يتم به تغيير مسار الأثر المتألق على الشاشة إلى الأعلى والأسفل وفق المحور (Z)
٨	التحكم في الوضع العمودي للقناة ٢ (مفتاح دوراني)	
١١	التحكم في الوضع الأفقي (مفتاح دوراني)	يتم به تغيير مسار الأثر المتألق على الشاشة يمينا ويسارا وفق المحور (X)
١٣	مفتاح التكبير الرأسي (الفولتية) للقناة ١ (مفتاح دوراني)	يتحكم بتكبير الإشارة المدخلة في القناة ١ بوحدة $mV/div.$ أو $V/div.$
١٤	مفتاح التحكم الحساس للقناة ١ (مفتاح دوراني مركزي)	التحكم الحساس بسعة Y للقناة ١
١٥	مفتاح للقناة ١ و ٢ (مفتاح ضغط)	عندما يكون مفتوح: القناة ١ فقط عندما يكون مضغوط: القناة ٢ فقط
١٨	مفتاح التكبير الرأسي (الفولتية) للقناة ٢ (مفتاح دوراني)	يتحكم بتكبير الإشارة المدخلة في القناة ٢ بوحدة $mV/div.$ أو $V/div.$
١٩	مفتاح التحكم الحساس للقناة ٢ (مفتاح دوراني مركزي)	التحكم الحساس بسعة Y للقناة ٢.
٢٤	مفتاح التحكم في القاعدة الزمنية (مفتاح دوراني)	يتحكم بتكبير إشارة الزمن بوحدة $s/div.$ أو $ms/div.$ أو $\mu s/div.$.
٢٥	مفتاح التحكم الحساس في القاعدة الزمنية (مفتاح دوراني مركزي)	التحكم المتغير بالقاعدة الزمنية.
٢٦	مفتاح التبديل $X-Y$ (مفتاح ضغط)	يختار تشغيل $X-Y$ ويوقف الإزاحة، حيث تكون الإشارة X من القناة ١.

		تنبيه: إذا شُغل بدون توصيله بمصدر يحترق الفسفور.
٢٨	نقطة الإدخال للقناة ١	نقطة الإدخال للقناة ١ والإدخال للانحراف الأفقي في حالة نظام $X-Y$.
٢٩	الاختيار بين $AC-DC$ للقناة ١ (مفتاح ضغط)	يختار نوع التيار المدخل للقناة ١.
٣١	مدخل للتوصيل	يوصل بجهد مرجعي (الأرض).
٣٢	نقطة الإدخال للقناة ٢	نقطة الإدخال للقناة ٢.
٣٣	الاختيار بين $AC-DC$ للقناة ٢ (مفتاح ضغط)	يختار نوع التيار المدخل للقناة ٢.

واجهة أحد أشكال مولد الذبذبات الكهربائى



وظائف بعض مفاتيح مولد الذبذبات الكهربائي:

	العنصر	وصفه
١	مفتاح التشغيل (مفتاح ضغط)	يقوم بتشغيل مولد الذبذبات
٢	مفتاح نوع الإشارة (مفتاح دوراني)	يقوم بتحديد نوع الإشارة أو الاهتزازة إما إشارة جيبية أو إشارة مسننة أو إشارة مربعة أو إشارة سن المنشار
٩	مفتاح تكبير السعة	يقوم بتكبير سعة الإشارة الكلية بضربها بأحد المعاملات ١ أو ٠,١
١٠	مدخل التوصيل	يعطي إشارة معينة و يتم التحكم بنوعها من المفتاح ٢
١١	مفتاح تكبير التردد ذو مضاعفات صغيرة (مفتاح دوراني)	يتحكم بمضاعفة تردد الإشارة الخارجة من الجهاز بضرب الإشارة بأحد المضاعفات التالية: 0.1, 0.2, 0.3,.....1.0
١٢	مفتاح تكبير التردد ذو مضاعفات كبيرة (مفتاح دوراني)	يتحكم بمضاعفة تردد الإشارة الخارجة من الجهاز بضرب الإشارة بأحد المضاعفات التالية: 10^0, 10^1, 10^2, 10^3,.....10^5

..... phys

اسم الطالبة	
الرقم الجامعي	
اسم التجربة	راسم الاهتزاز المهبطي
يوم ووقت المعمل	
المجموعة العملية	
أستاذة المعمل	

الهدف من التجربة :

١. .....
٢. .....
٣. .....
٤. .....

الجداول و الحسابات :

أ) قياس فرق جهد مصدر مستمر (.....) :

No.	مفتاح التكبير الرأسي للقناة المستخدمة (.....)	عدد التقسيمات على الشاشة = الإزاحة (.....)	جهد المصدر المستمر من الراسم (.....)
1			
2			
3			
متوسط جهد المصدر المستمر من الراسم (و هي **القيمة العملية X**)			
جهد المصدر المستمر من الفولتميتر (و هي **القيمة الحقيقة T**)			
نسبة الخطأ			

ب) قياس فرق جهد مصدر متردد (.....) :

No.	مفتاح التكبير الرأسي للقناة المستخدمة (.....)	عدد التقسيمات على الشاشة = طول الخط المستقيم (.....)	جهد الموجة من قمة إلى قمة V_{p-p} (.....)
1			
2			
3			
متوسط جهد الموجة من قمة إلى قمة V_{p-p}			
القيمة العظمى للجهد V_{max}			
القيمة الفعالة للجهد V_{eff} (و هي **القيمة العملية X**)			
جهد المصدر المتردد من الفولتميتر (و هي **القيمة الحقيقة T**)			
نسبة الخطأ			

ج) قياس تردد موجة كهربائية (.....) :

No.	مفتاح التحكم بقاعدة الزمن (.....)	عدد التقسيمات على الشاشة (.....)	الزمن الدوري T (.....)	التردد f_1 (.....)
1				
2				
3				
متوسط التردد f_1				

د) توليد منحنيات ليساجو :

f_1 (.....)	f_2 (.....) = مفتاح المضاعفات الكبيرة × مفتاح المضاعفات الصغيرة	$\frac{f_1}{f_2}$	**الشكل**