جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

الرسم الصناعي

صيانة منظومات الليزر

الصف الثالث

تأليف

أ. د عدوية جمعة حيدر أ.م.د.أسماء هادي محمد
حيدر موسى حسين علـي جبـر عـداي

الطبعة الرابعة٢٠٢٣ م ــ ١٤٤٤هـ

LASERSTAR

المقدمة

لغرض التواصل مع التطور التكنولوجي الحاصل في المجالات الصناعية كافة، وبتوفيق من الله – عز وجل ، نقدم هذا الكتاب المتخصص في الرسم الصناعي ضمن اختصاص صيانة أجهزة الليزر، وبأسلوب عرض يتوافق مع الأسلوب والمنهجية نفسها في كتابي الرسم الصناعي للمرحلتين، فهو يحتوي على توضيح للمعلومة قبل رسمها فضلاً عن كون هذا التخصص من الأهمية التي تستوجب تركيز المعلومة وان تكون متواصلة ومتكاملة مع ما يتعلمه الطالب في العلوم الصناعية والتدريب العملي.

تضمن الكتاب فصلين ، تناول الأول رسم للعديد من الدوائر الالكترونية والكهربائية ابتدءا من رسم والتذكير بالرموز التي تم عرضها في المرحلة الدراسية السابقة ليتم التدريب على رسمها لتنفيذ الدوائر الالكترونية ، أما الفصل الثاني فيتعرف من خلاله الطالب على أنواع الليزرات الأكثر شيوعا مع التدريب على رسم التركيبات المثالية لمنظومات الليزر بحالاته الثلاث ، الغازية والسائلة والصلبة فضلا عن المساقط لبعض الأجزاء الرئيسية لمنظومات الليزر الشائعة.

وختاما نتقدم بالشكر إلى السادة الخبراء العلميين والخبير اللغوي لجهودهم في مراجعة الكتاب ليظهر على ما هو عليه ، آملين أن تكون هذه المعلومات ذات فائدة عملية تؤهل الطالب في اختصاصه وأساساً لتكملة دراسته في هذا المجال التقني ونسأل الله أن يجعل هذا الكتاب من العلم الذي ينتفع به، آملين أن نكون قد وفقنا في تقديم ما يخدم ويعزز التوجه لدى أبنائنا الطلبة في مسيرتهم العلمية والمهنية،والله وليّ التوفيق.

المؤلفون

٢٠١٤ م -١٤٣٥هـ

Transparent
tape

الفصل الأول

المخططات الكهربائية لمنظومات الليزر

Electric Schemes of Laser Systems

أهداف الفصل

بعد الإنتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادراً على أن:

١. يتعرف على المخططات الكهربائية لأنظمة الليزر.
٢. يرسم الرموز الكهربائية والالكترونية المستعملة في الدوائر الكهربائية .
٣. يرسم الدائرة الالكترونية لمجهز القدرة باستعمال الترانزستور .
٤. يرسم مخطط للدائرة الالكترونية الخاصة بمجهز قدرة جهاز ليزرHe-Ne.
٥. يرسم دائرة كهربائية لمجهز قدرة لنظام ليزر باستعمال الدائرة المتكاملة IC.
٦. يرسم دائرة نبضية باستعمال قادح من نوع الثايرترون Thyratron.
٧. يرسم دوائر القدح من النوع الخارجي، النوع المتسلسل، النوع الهادئ، والنوع الهادئ الكاذب.
٨. يرسم منظومات السيطرة الالكترونية ومجهزات القدرة لليزر CO_2المستعرض.

١ – ١ الرسم التخطيطي الإلكتروني بالرموز

تزوّد كلّ الأنواع المختلفة للرسوم الإلكترونية بمخططات إلكترونية تفصيلية ومعلومات حول الدائرة الكهربائية،إذ يصور كلّ مكون إلكتروني في الدائرة بشكل رسم رمز متفق عليه عالميا ومنعا للالتباس الذي قد يحصل تكتب بجانبها المعلومات اللازمة لنوع التطبيق المناسب لذلك المكون والذي سوف يساعد كثيرا في فهم المخططات وإجراء عمليات الصيانة عند الحاجة.

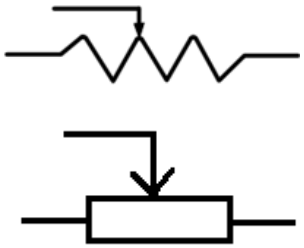
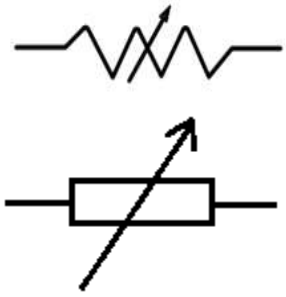
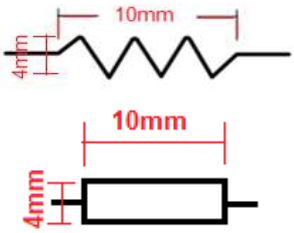
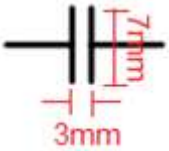
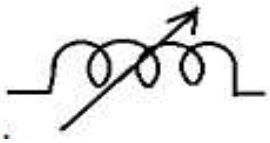
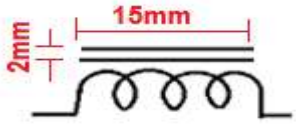
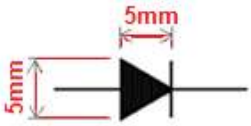
يعد هذا النوع من المخططات من أدق الرسومات الكهربائية من حيث القراءة لكونه يحتاج لمعرفة واسعة في كيفية تأثير كلّ من الأدوات الإلكترونية ، أو مقدار تأثّرها بالتيار الكهربائي. وسوف نراجع في هذا الفصل فقط الرموز شائعة الاستعمال في تصوير العديد من المكوّنات في الأنظمة الإلكترونية.

من المناسب إن نعلم عدد من الاختصارات المستعملة في الكتابة على بعض الرموز الالكترونية في الدوائر الكهربائية وهي:

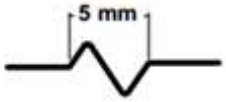
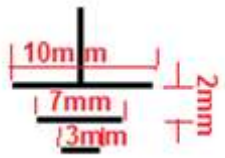
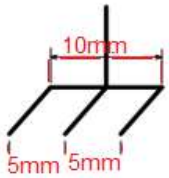
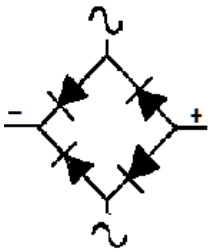
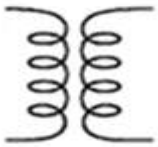
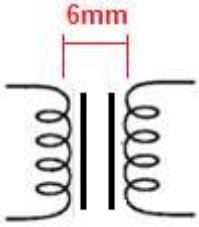
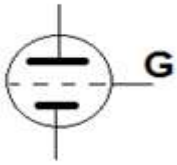
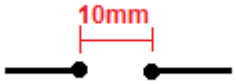
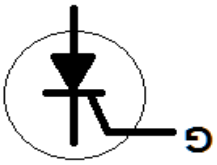
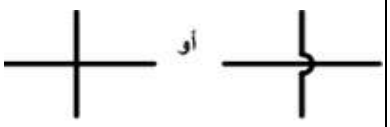
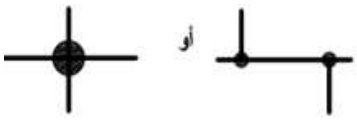
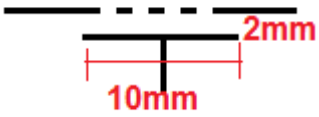
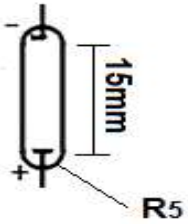
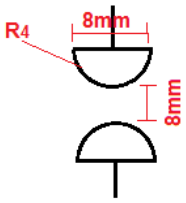
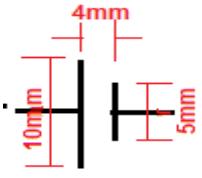
الترانزستور	Transistor (Q)
المتسعة	Capacitor(C)
المقاومة	Resister (R)
المستحث	Inductor (L)
الثنائي (الدايود)	Diode (D)

مفاتيح الفولتية العالية مثل فجوة القدح SG والثايرستر SCR...

يبين الشكلين (١ - ١) و (١ - ٢) بعضا من رموز المعدات الالكترونية ، المطلوب التدرب على رسم اللوحتين بمقياس رسم مناسب لأهميتها عند قراءة وتنفيذ الدوائر الالكترونية.

 مقاومة متغيرة Variable Resistor	 مقاومة متغيرة Variable Resistor	 مقاومة ثابتة Fixed Resistor
 متسعة متغيرة Variable Capacitor	 متسعة كيمياوية	 متسعة ثابتة (سيراميك) Fixed Capacitor
 ملف متغير Variable Inductor	 ملف ذو قلب مغناطيسي Magnetic Core Inductor	 ملف ثابت Fixed Inductor
 ثنائي باعث للضوء Light Emitting Diode	 ثنائي زينر Zener Diode	 ثنائي بلوري Diode

الشكل (١_١) الرموز الالكترونية (١)

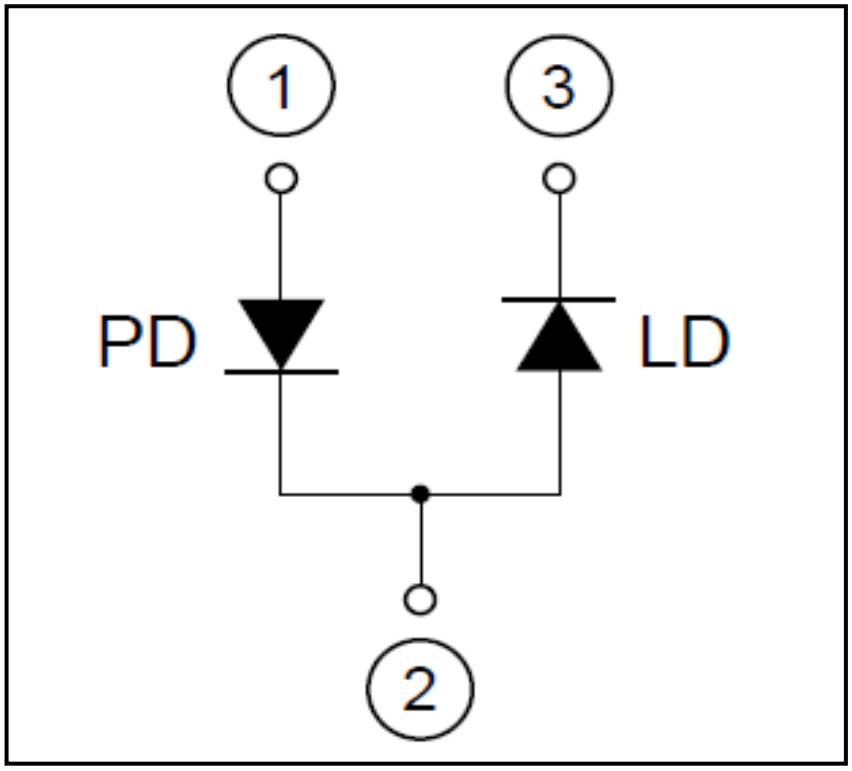
 مرحل Relay	 ارضي الدائرة Circuit Ground	 ارضي الهيكل Chassis Ground
 القنطرة Bridge	 محولة بقلب هوائي Air Core Transformer	 محولة بقلب مغناطيسي Magnetic Core Transformer
 قادح ثيراترون Thyratron Trigger	 قادح Trigger	 قادح SCR
 توصيلة عبور Crossing Conductor	 ربط التوصيلات Conductor Junction	 التأين الأولي Preionization
 مصباح وميضي Flash Lampe	 اقطاب الليزر Laser Electrodes	 بطارية

الشكل (١ – ٢) الرموز الالكترونية (٢)

١ – ٢ ليزر أشباه الموصلات Semiconductor Laser

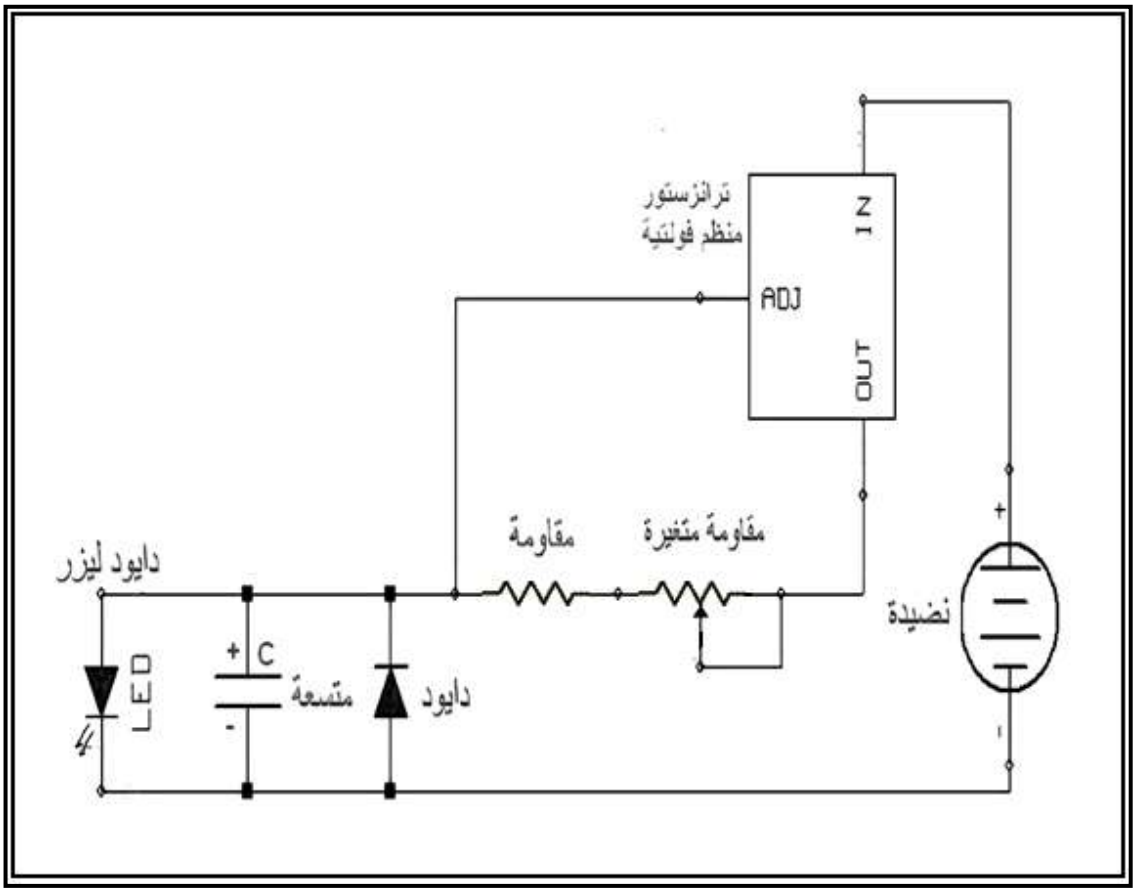
يطلق على ليزر أشباه الموصلات أحياناً بليزر الدايود Laser diode (LD) أو الليزر شبه الموصل وتستعمل المواد شبه الموصلة كأوساط فعالة له مثل زرنيخ الكاليوم GaAs , يمتاز هذا النوع بحجم واستهلاك طاقة قليلة للغاية (بحدود قدرة mW ١٠٠٠) ولذلك أصبح يستخدم على نطاق واسع في العديد من التطبيقات والأجهزة الدقيقة كما ويدخل في صناعة الأقراص المدمجة (CD ، DVD) وطابعات الليزر وأدوات القياس الدقيقة للمسافات والأطوال والأجهزة البصرية وأقلام التأشير وألعاب الليزر وقد تعددت ألوانه فمنه الأحمر والأخضر والأزرق ، أما عملية الضخ فتتم عن طريق تمرير تيار في هذه الوصلة ويسمى بتيار السوق (Driver Current) ، وإذا ما تجاوزت قيمة التيار قيمة العتبة (Threshold) فإن الثنائي يبدأ بتوليد أشعة الليزر. يمكن إن يمتاز هذا الليزر بقدرة خرج عالية (High output power تصل إلى ١kW) وذلك باستعمال صف من الدايودات.

ويبين الشكل (١- ٣) توصيل الدائرة الكهربائية الداخلية لضخ دايود الليزر.



الشكل(١- ٣) الدائرة الكهربائية الداخلية لضخ دايود الليزر

يبين الشكل (١- ٤) الدائرة الالكترونية الخاصة بضخ ليزر الدايود وهي دائرة تيار السوق (Driver Current) وكما موضحة تفاصيلها في كتابي العلوم الصناعية والتدريب العملي .



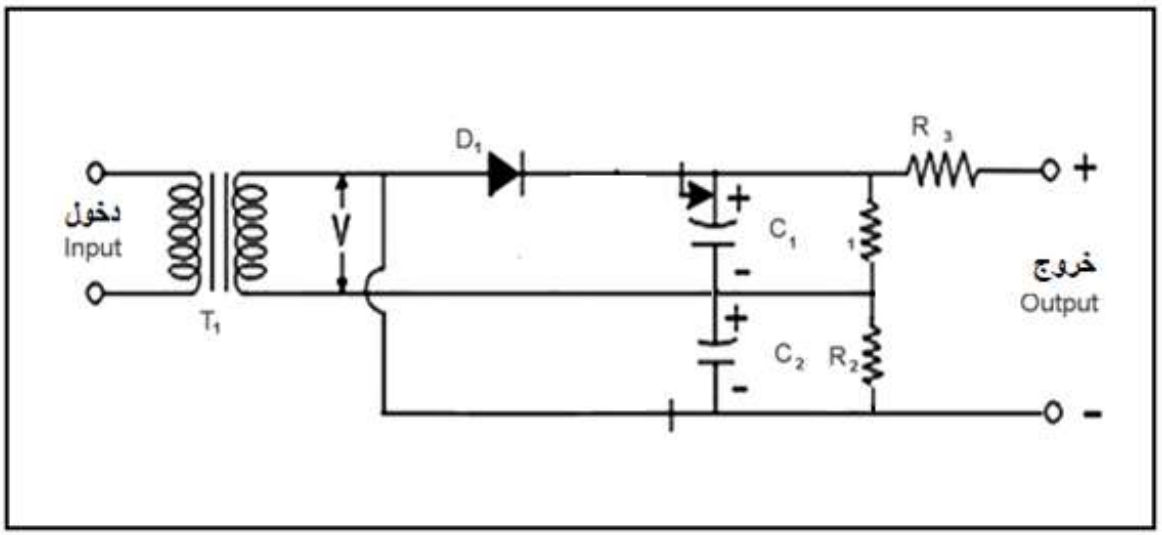
الشكل (١ – ٤) الدائرة الالكترونية الخاصة بضخ ليزر الدايود (دائرة تيار السوق)

ترسم بمقياس رسم مناسب

١-٢-١ رسم الدوائر الكهربائية والالكترونية لمجهزات القدرة للتيار المستمر

١- مجهز قدرة نصف موجةHalf wave power supply:

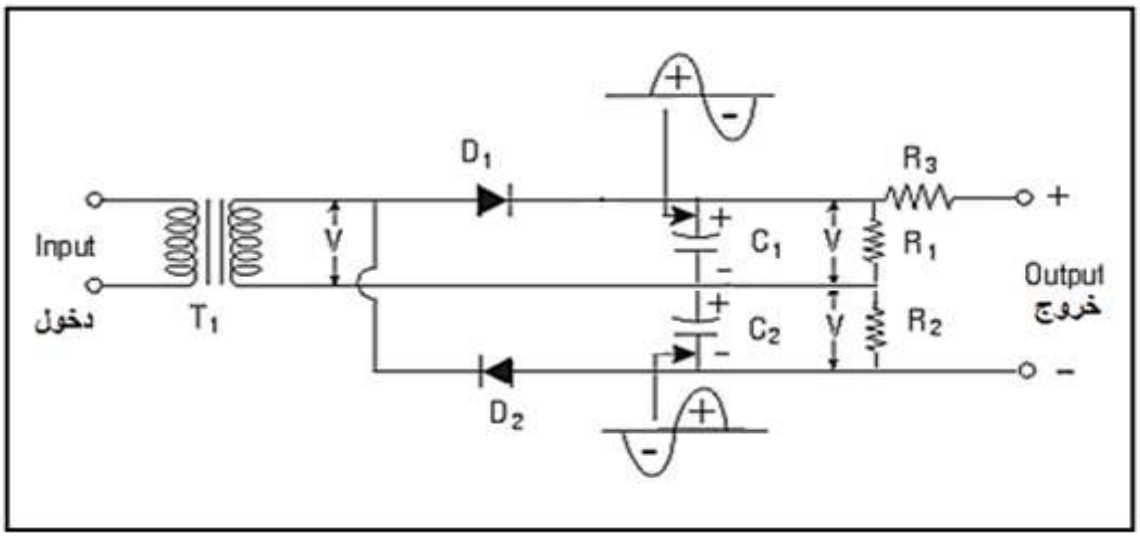
يبين الشكل (١- ٥) الدائرة الكهربائية لمجهز قدرة معدل نصف موجة ، مطلوب رسمها ضمن لوحة واحدة تتضمن الأشكال (١- ٥ , ١- ٦ , ١- ٧) بمقياس رسم مناسب.



الشكل (١- ٥)الدائرة الكهربائية لمجهز قدرة مستمر باستعمال معدل نصف موجة

٢- مجهز قدرة معدل موجة كاملة Full wave (Rectifier) power supply:

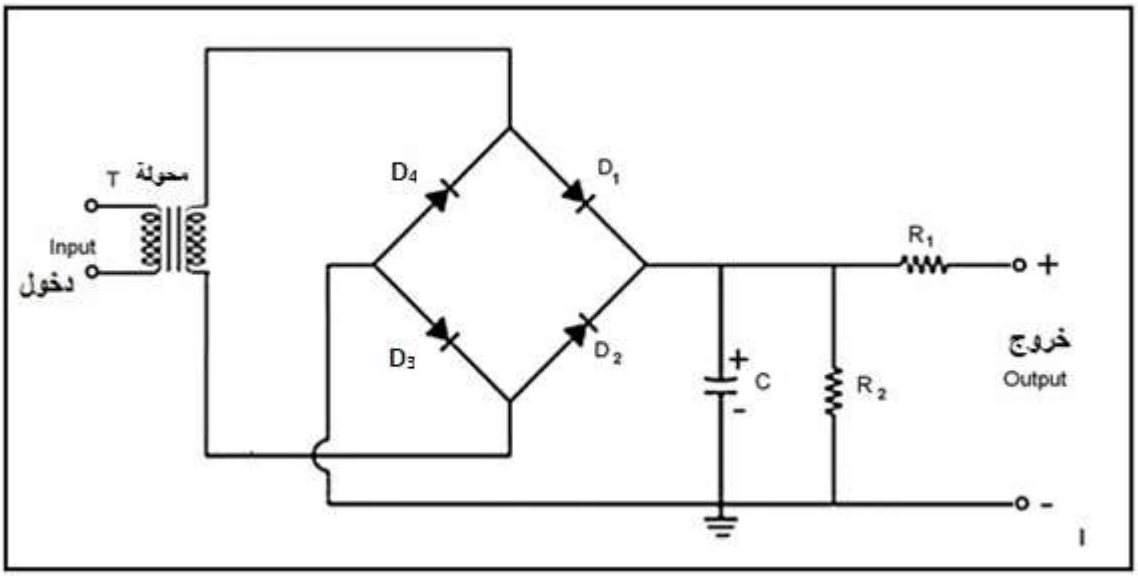
يبين الشكل (١- ٦) الدائرة الكهربائية لمجهز قدرة مستمر معدل موجة كاملة باستعمال محول ذو مأخذ وسطي Center-Tap.



الشكل(١ – ٦) الدائرة الكهربائية لمجهز قدرة معدل موجة كامل

٣- مجهز قدرة موجة كاملة باستعمال القنطرة Full-wave bridge operating supply:

يبين الشكل (١- ٧) دائرة كهربائية لمجهز قدرة موجة كاملة باستعمال أربعة دايودات على شكل قنطرة.



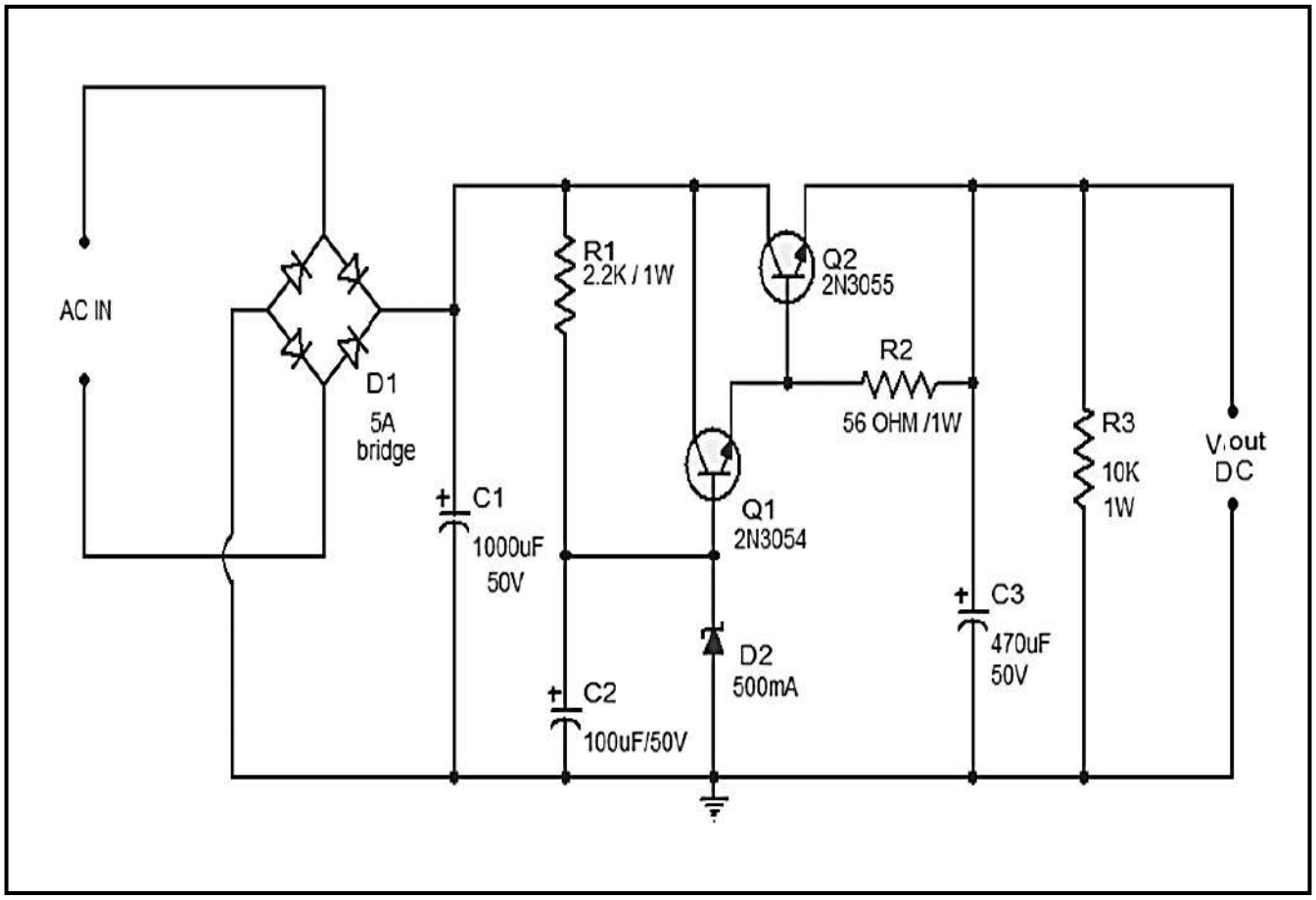
الشكل (١ – ٧) مخطط لدائرة معدل الموجة الكاملة في مجهز القدرة باستعمال القنطرة

١ - ٣ مجهزات القدرة لليزر الغاز Gas Laser Power Supplies

إن مجهز القدرة لليزر الغاز ذا نمط التشغيل المستمر مماثل في التصميم إلى الأنواع المستعملة في مجهزات القدرة للتيار المستمر، لكنها تتصف بكونها تجهز التيار المستمر (DC) بشكل محدد ومنتظم ، وإنّ التصاميم من حيث المبدأ تكون نفسها لكلّ أجهزة الليزر الغازية التي تعتمد في تشغيلها على التفريغ الكهربائي، لكن التفاصيل والاختلافات تكمن في خصائص الفولتية المسلطة والمناسبة لكل غاز والتركيب والمسافة بين الاقطاب ونوعها والضغط المستعمل، وهناك ثلاثة عناصر ضرورية مستعملة في تصميم كلّ مجهزات القدرة الكهربائية لليزر الغازي هي :

دائرة انتقال الشحنة (Charge Transfer Circuit) ، دائرة القدح (Trigger Circuit) ودوائر السيطرة الالكترونية (Electrical Control Circuits) .

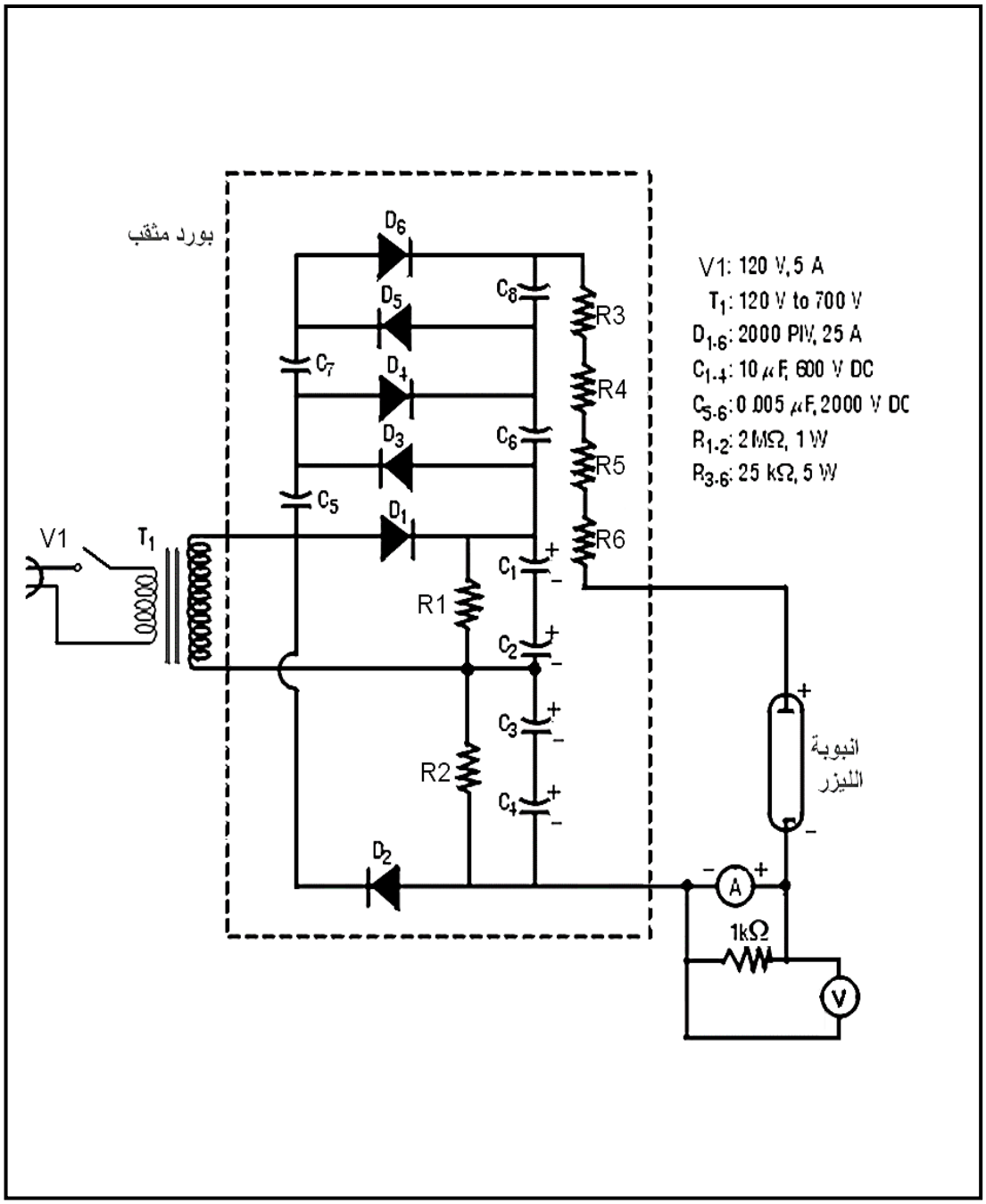
يبين الشكل (١- ٨) دائرة الكترونية لمجهز قدرة ومنظم تيار مستمر(Regulated DC Power Supply) باستعمال قنطرة الثنائيات والترانزستور.



الشكل(١- ٨) الدائرة الالكترونية لمجهز القدرة باستعمال الترانزستور

(ترسم بمقياس رسم مناسب مع تثبيت قيم المكونات)

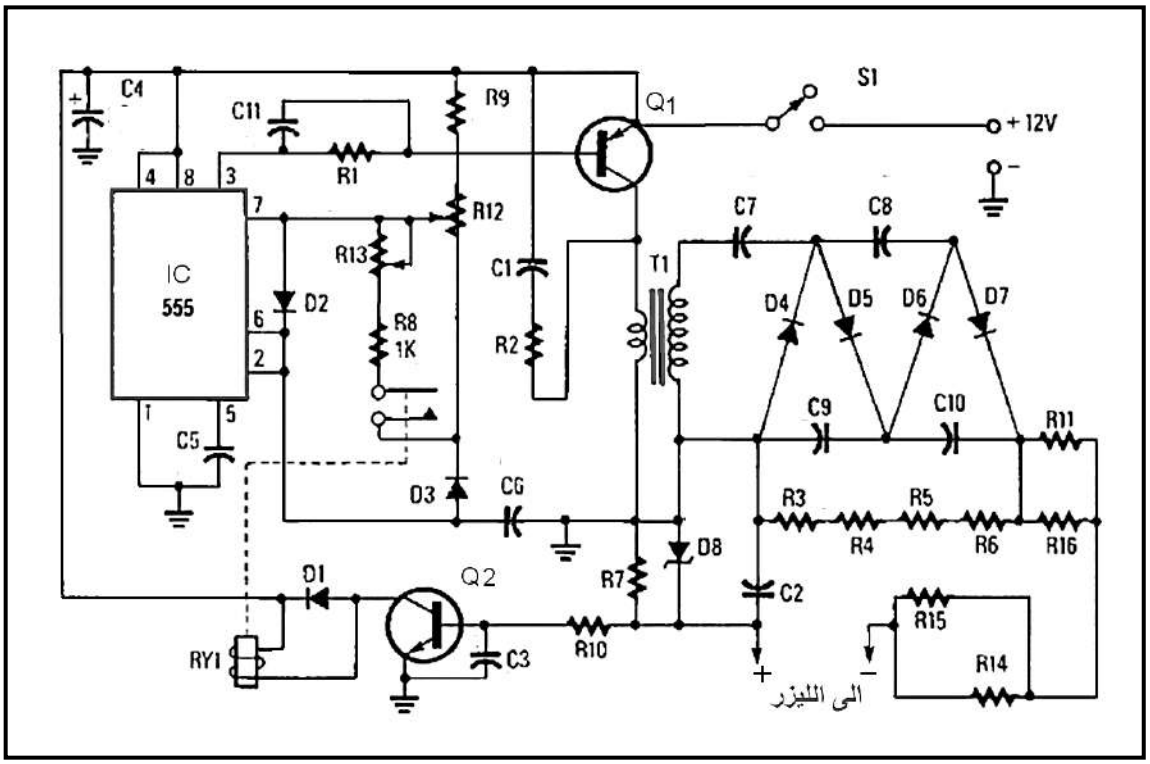
يبين الشكل (١ – ٩) مخطط دائرة الكترونية مبسطة لمجهز القدرة لهذا النوع من الليزر He-Ne مبين فيها قيم المقاومات والمتسعات .



الشكل(١ - ٩) مخطط دائرة الكترونية لمجهز قدرة ليزر Ne-He

المطلوب رسم الدائرة بمقياس رسم مناسب

يبين الشكل (١- ١٠) مخطط للدائرة الالكترونية لمجهز قدرة رباعي مستمر لضخ الليزر الغازي ، إذ يولّد هذا المجهز فرق جهد عالي أولي وفي هذه الدائرة الالكترونية نستخدم الدائرة المتكاملة IC٥٥٥ كمؤقت.

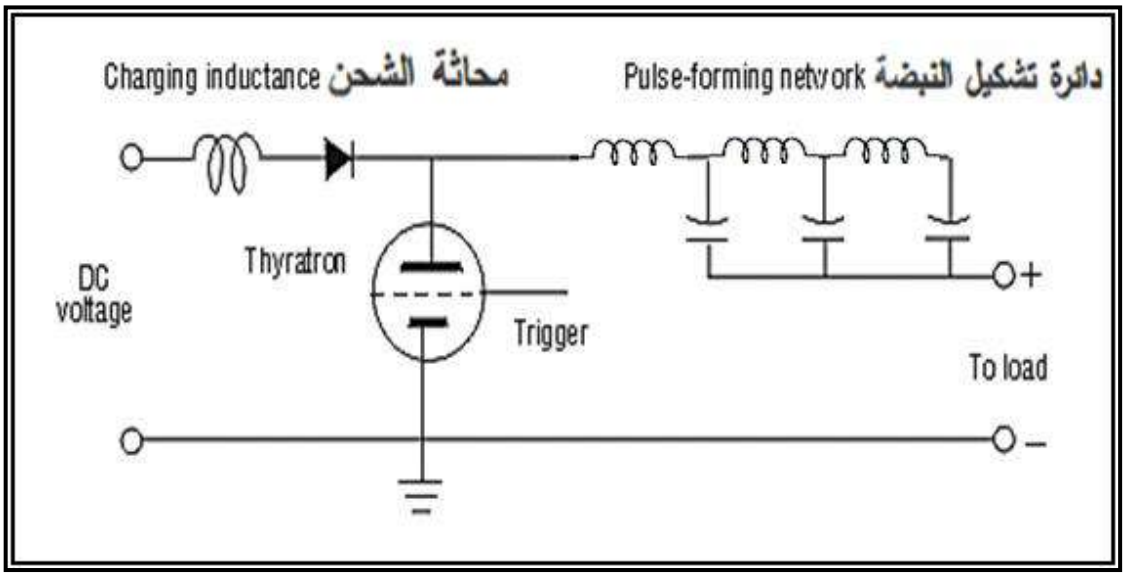


الشكل (١- ١٠)مخطط لدائرة كهربائية لمجهز قدرة لضخ الليزر الغازي باستعمال دائرة متكاملة (ترسم بمقياس رسم مناسب مع تثبيت قيم المكونات)

١- ٤ دوائر القدح الالكترونية Trigger Electronic Circles

كما مر سابقا فهناك أنماط تشغيل مستمرة ومتناوبة لليزر بشكل عام ولليزر الغازي بشكل خاص، لذا يتطلب استعمال مفتاح سريع لغرض تفريغ شحنة المتسعة عبر الاقطاب وبزمن قصير جداً في عموم منظومات الليزر ذات التشغيل النبضي ، ولتحقيق استقرارية عالية يتم استعمال مفاتيح للفولتية العالية مثلا الثايرترون (Thyratron) أو الثايرستور وفجوة القدح ثلاثية الاقطاب والمصابيح الوميضية ، وهذه المفاتيح تحتاج دوائر قدح تقوم بتجهيز شرارة كهربائية ذات فولتية عالية (تصل إلى عدة ألاف من الفولتيات) إذ تعمل على تأين الغاز الموجود داخل المصباح أو فجوة القدح ، مولدة بذلك ايونات سالبة وأخرى موجبة قادرة على نقل التيار وإحداث التفريغ الكهربائي بين الاقطاب. وسنتناول رسم بعض دوائر القدح .

يبين الشكل (١ - ١١) رسم دائرة قدح لمفتاح الثايرترون (Thyratron) والذي يكون عبارة عن أنبوبة زجاجية تحتوي على غاز بالإضافة إلى مشبك لأغراض قدح المفتاح (Trigger) باستعمال فولتية قليلة نسبيا.

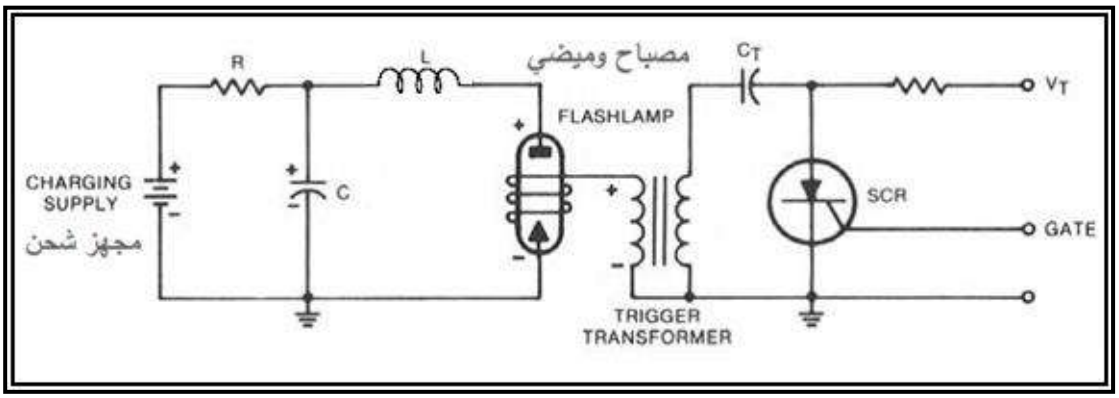


الشكل (١ – ١١) دائرة قدح باستعمال قادح من نوع ثيراترونThyratron

وتعد المصابيح النبضية (Flash lamps) نوع أخر من مفاتيح الفولتية العالية إذ تكون بشكل أنابيب زجاجية تملأ بغاز الزينون أو الكربتون (Xenon and /or Krypton) وتوجد عموما أربعة أنواع وكما يأتي:

١. دوائر القدح الخارجية (External Trigger Circuits):

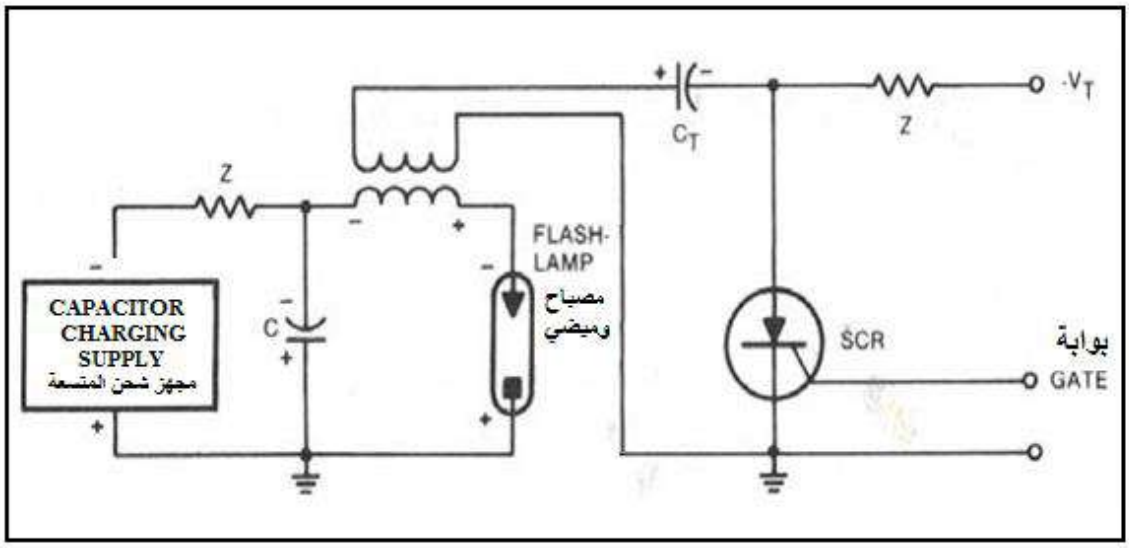
لقدح المصابيح الوميضية ، ويبين الشكل (١- ١٢) مخطط للدائرة الكهربائية الخاصة بهذا النوع .



الشكل (١- ١٢) دائرة القدح من النوع الخارجي ، (ترسم بمقياس رسم مناسب)

٢. دوائر القدح المتسلسلة (Series Trigger Circuits):

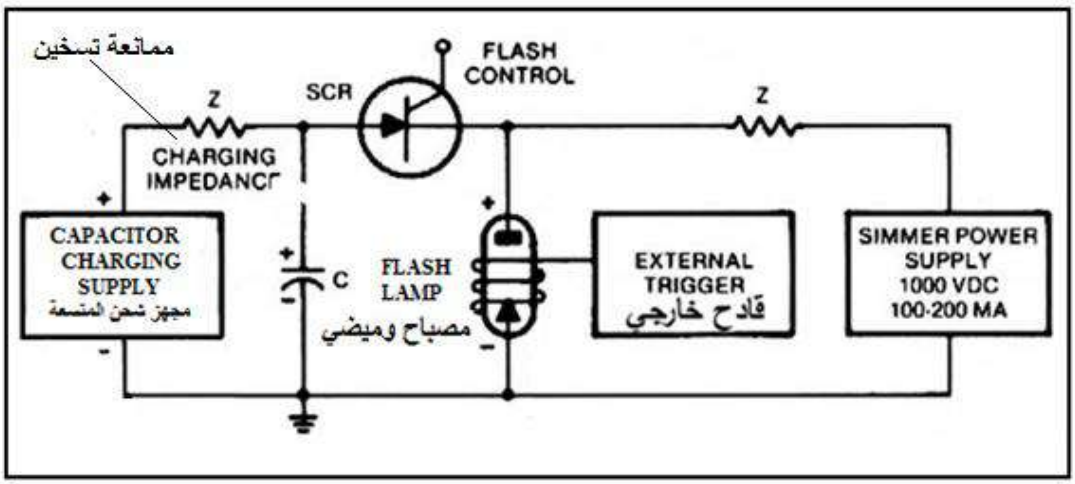
وتستعمل أيضا لقدح المصابيح الوميضية وعلى خلاف دائرة القدح الخارجية، يتم فيها ربط المحول مع المصباح على التوالي ويتميز محوّل القدح بكونه أكبر وأثقل لأن الملفّ الثانوي يجب أن يحمل كل تيار المصباح.



الشكل (١- ١٣) دائرة القدح من النوع المتسلسل (ترسم بمقياس رسم مناسب)

٣. دوائر القدح الهادئة (Simmer Trigger Circuits):

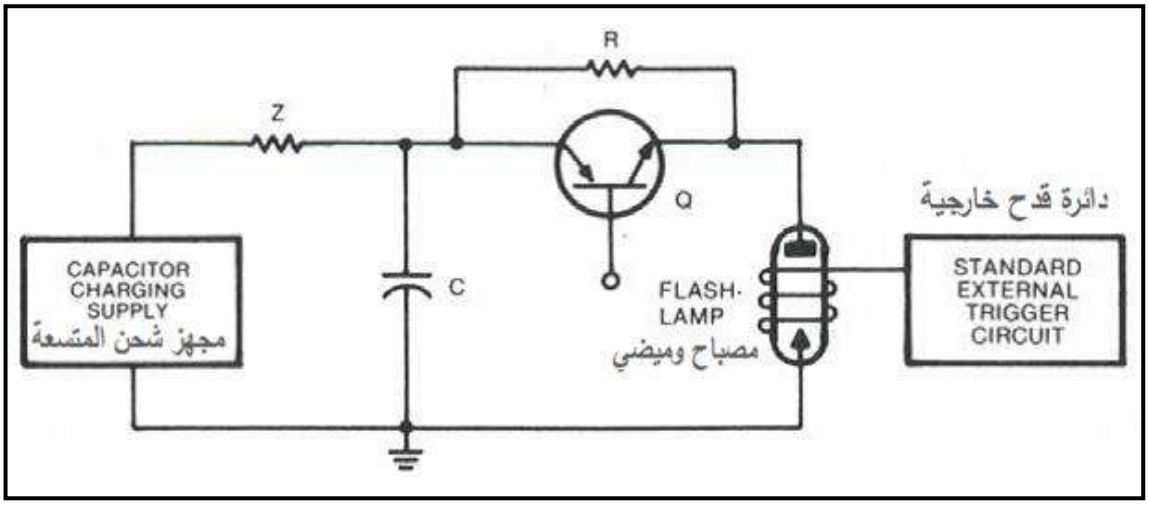
يستعمل في هذه الدائرة مصدر لتيار مستمر DC (مجهز قدرة هادئ) للإبقاء على تيار مستمر يمر من خلال المصباح الوميضي ويكون بحدود (١٠٠-٥٠٠mA) ليبقي المصباح في حالة تأين مستمر بينما يقوم القادح الخارجي بالنبض ، ويبين الشكل (١- ١٤) مخططا للدائرة الكهربائية لهذا النوع .



الشكل (١- ١٤) دائرة القدح من النوع الهادئ (ترسم بمقياس رسم مناسب)

٤. دوائر القدح الهادئ الكاذب(Pseudo-Simmer trigger circuits):

تستعمل في شكلها النموذجي مقاومة عالية ومفتاح ترانزستور بدلا عن مجهز القدرة الهادئ ، وبالرغم من بساطة نظرية العمل الا إن هذه الدائرة قادرة على تشتيت عشرات الواطات من القدرة الكهربائية، ويبين الشكل (١- ١٥) مخططا للدائرة الكهربائية لهذا النوع.



الشكل (١- ١٥) دائرة القدح من النوع الهادئ الكاذبة (ترسم بمقياس رسم مناسب)

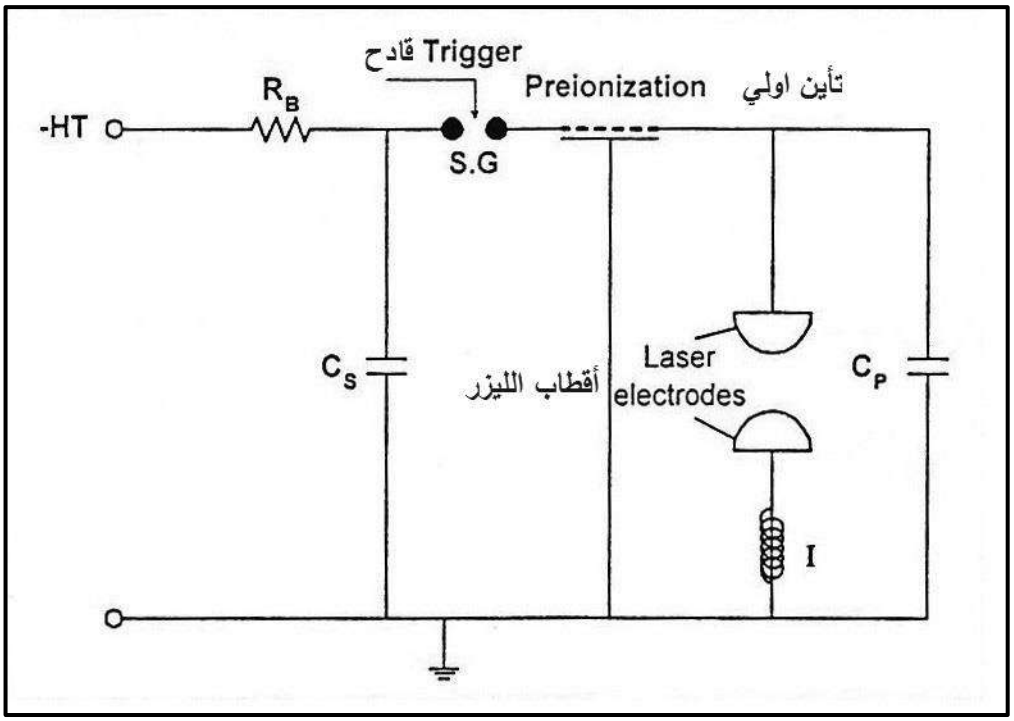
ملاحظة: ترسم الإشكال الواردة في موضوع دوائر القدح الالكترونية ضمن لوحة واحدة بمقياس رسم مناسب.

١- ٥ منظومات السيطرة ومجهزات القدرة لليزر CO_2 المستعرض

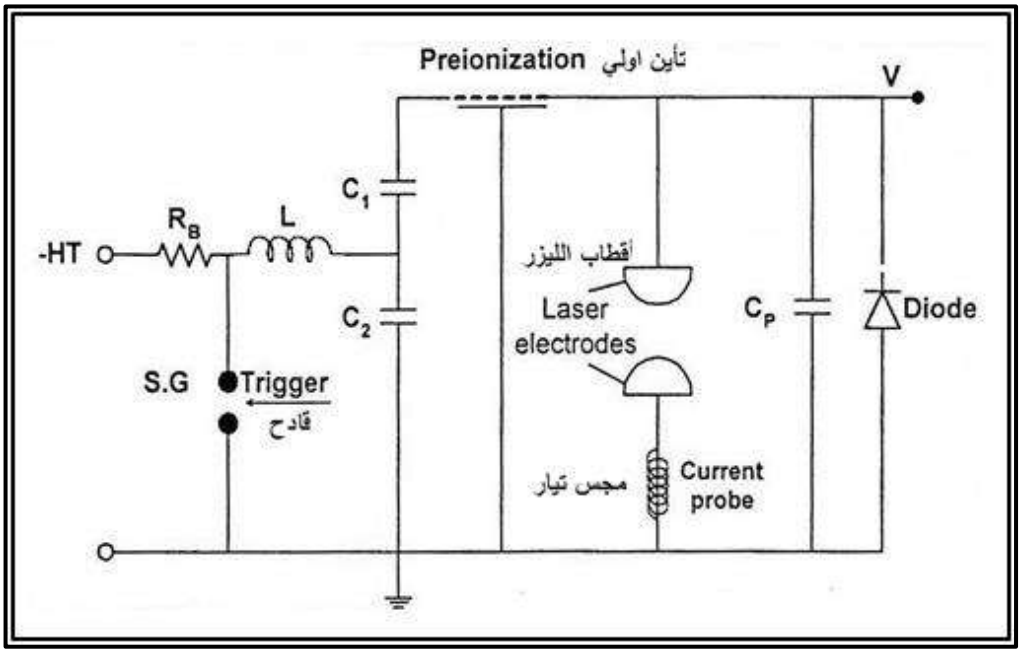
Control Systems & Power Supply for Transverse CO_2 Laser

يتضمن تصميم الليزر الغازي منظومات سيطرة الكترونية وكهربائية متنوعة وهي تؤدي عدة إغراض منها تجهيز الجهد العالي للمنظومة والسيطرة على دوائر الشحن ودوائر القدح وأحيانا دوائر التذبذب، وتختلف دوائر السيطرة باختلاف نوع منظومة الليزر الغازي ونمط تشغيله. ففي ليزر ثاني أوكسيد الكربون النبضية توجد أربعة أنواع شائعة من دوائر التفريغ للأقطاب الرئيسة والثانوية وهي :

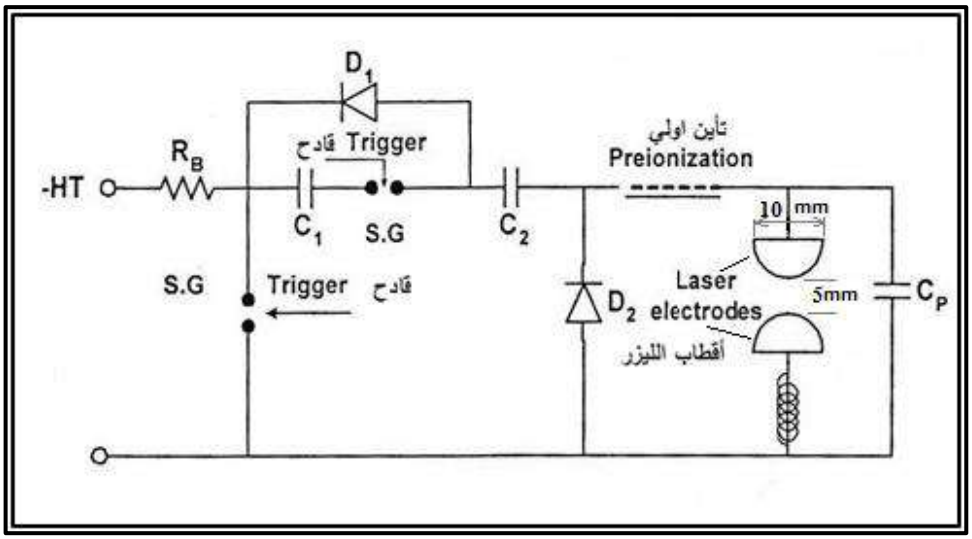
- **دائرة التفريغ المباشر وتسمى أحيانا دائرة الشحن ذات المتسعة الواحدة .**
- **دائرة المحاثة - متسعة .**
- **دائرة المتسعة - محاثة أقطاب التأين الأولي .**
- **دائرة مولد ماركوس .**



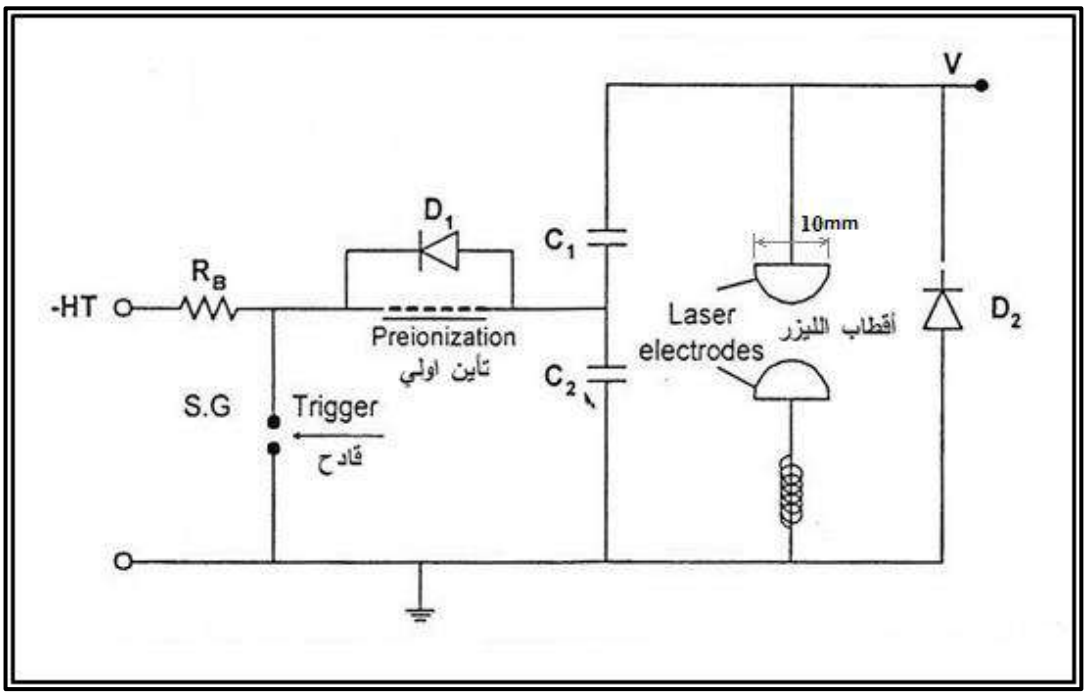
الشكل (١- ١٦) دائرة التفريغ المباشر (المطلوب الرسم بمقياس مناسب)



الشكل (١ – ١٧) دائرة المحاثة – متسعة (المطلوب الرسم بمقياس مناسب)

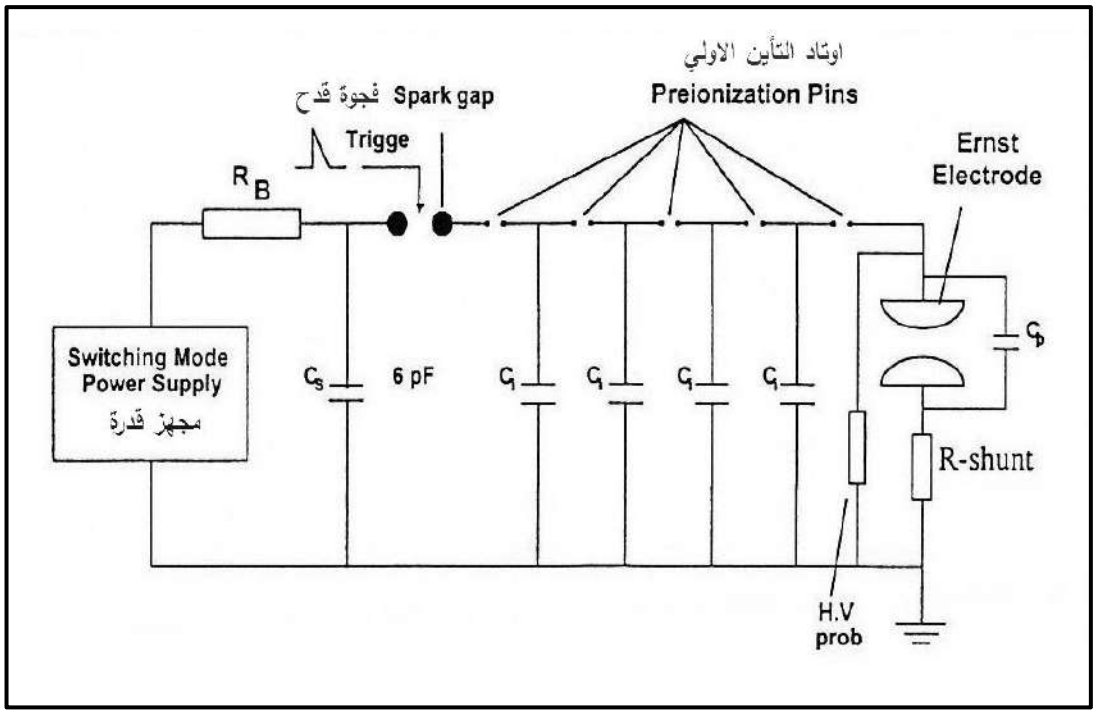


الشكل (١- ١٨) دائرة المتسعة – محاثة أقطاب التأين (المطلوب الرسم بمقياس مناسب)



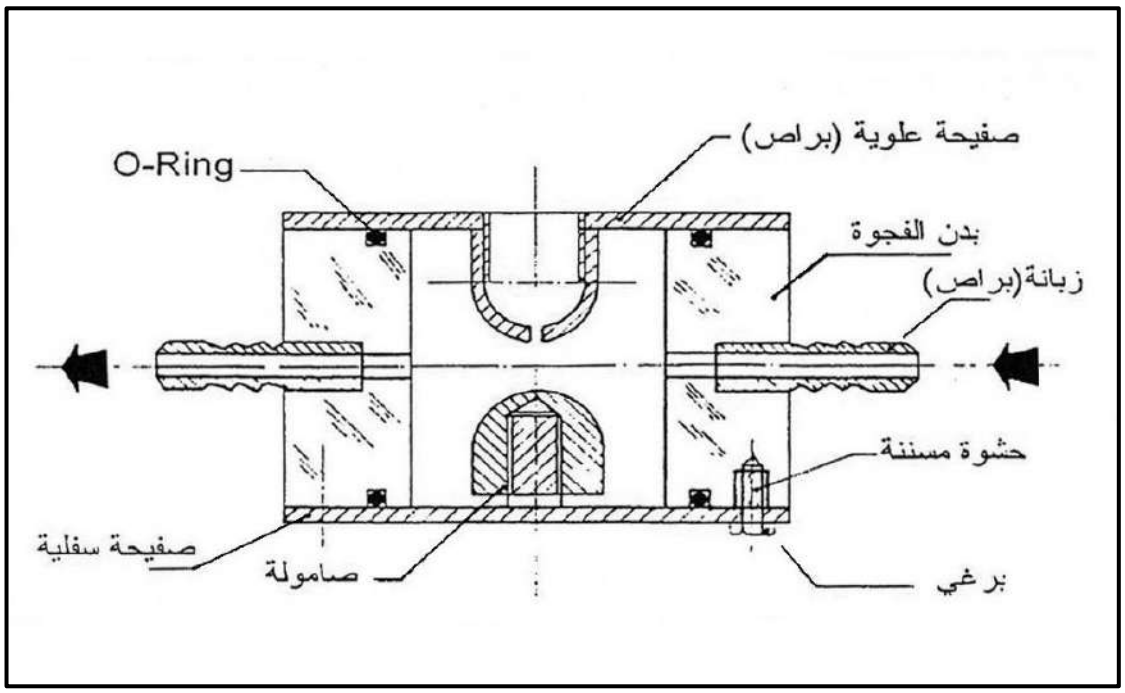
الشكل (١ - ١٩) دائرة مولد ماركوس (المطلوب الرسم بمقياس مناسب)

تحتوي منظومات ليزر ثاني أوكسيد الكربون على مصفوفة خطية لأقطاب التفريغ الرئيسة ومصفوفة أخرى لأقطاب التأين الأولي والتي تدعى بالأوتاد وتتوزع بشكل أزواج بالقرب من الاقطاب الرئيسة،كما تحتوي المنظومة أيضا على فجوة قدح والتي تعمل كمفتاح للجهد العالي .



الشكل (١ – ٢٠) دائرة كهربائية تبين توزيع الأوتاد وفجوة القدح

(المطلوب الرسم بمقياس مناسب)



الشكل (١ - ٢١) مقطع عرضي يوضح أجزاء فجوة القدح (المطلوب الرسم بمقياس مناسب)

الفصل الثاني

رسم مساقط معدات الليزر

Drawing Views of Laser Equipments

أهداف الفصل

بعد الانتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادراً على أن يرسم :

١. المساقط الثلاثة لموحد يستعمل في تطبيقات الليزر .

٢. المساقط لأنبوب ليزر هليوم نيون .

٣. التركيبة المثالية لبناء أنبوب الليزر لغاز الهيليوم نيون .

٤. قطاع في أنبوبة الليزر هليوم نيون مع المخطط للتوصيلات الكهربائية .

٥. أنبوب لليزر الهليوم نيون من نوع الاستقطاب الأحادي .

٦. التركيبة المثالية لبناء أنبوب الليزر النبضي لغاز الهليوم نيون .

٧. المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لماسك أنبوبة الليزر.

٨. منظومة ليزر ثاني أوكسيد الكربون ذات التدفق الغازي المحوري مع الدائرة الإلكترونية.

٩. المساقط لجسم ليزر ثاني أوكسيد الكربون عند نقاط تثبيته على المنضدة البصرية.

١٠. التركيبة المثالية لبناء ليزر الغاز المتعدد النبضي مع الملحقات.

١١. التركيبة والمساقط لليزر ثاني أوكسيد الكربون ذات التهيج المستعرض .

١٢. أجزاء منظومة ليزر أيون الاركون .

١٣. المخطط التفصيلي لليزر الصبغة مع التجهيزات الكهربائية والالكترونية اللازمة لتشغيله .

١٤. التركيبة المثالية لمنظومة ليزر كلوريد النحاس .

١٥. التركيبة المثالية لمنظومة ليزر الهليوم زئبق .

١٦. منظومة ليزر النيديموم ياك YAG:Nd وملحقاتها والدائرة الالكترونية والتركيب الداخلي .

١٧. المساقط الثلاثة لبعض أنواع من حاضنات مرآة الليزر القابلة للحركة والضبط.

١٨. مساقط حامل موسع الحزمة، ومسقطا أماميا نصفه الأعلى مقطوع لحاوية التلسكوب البصرية.

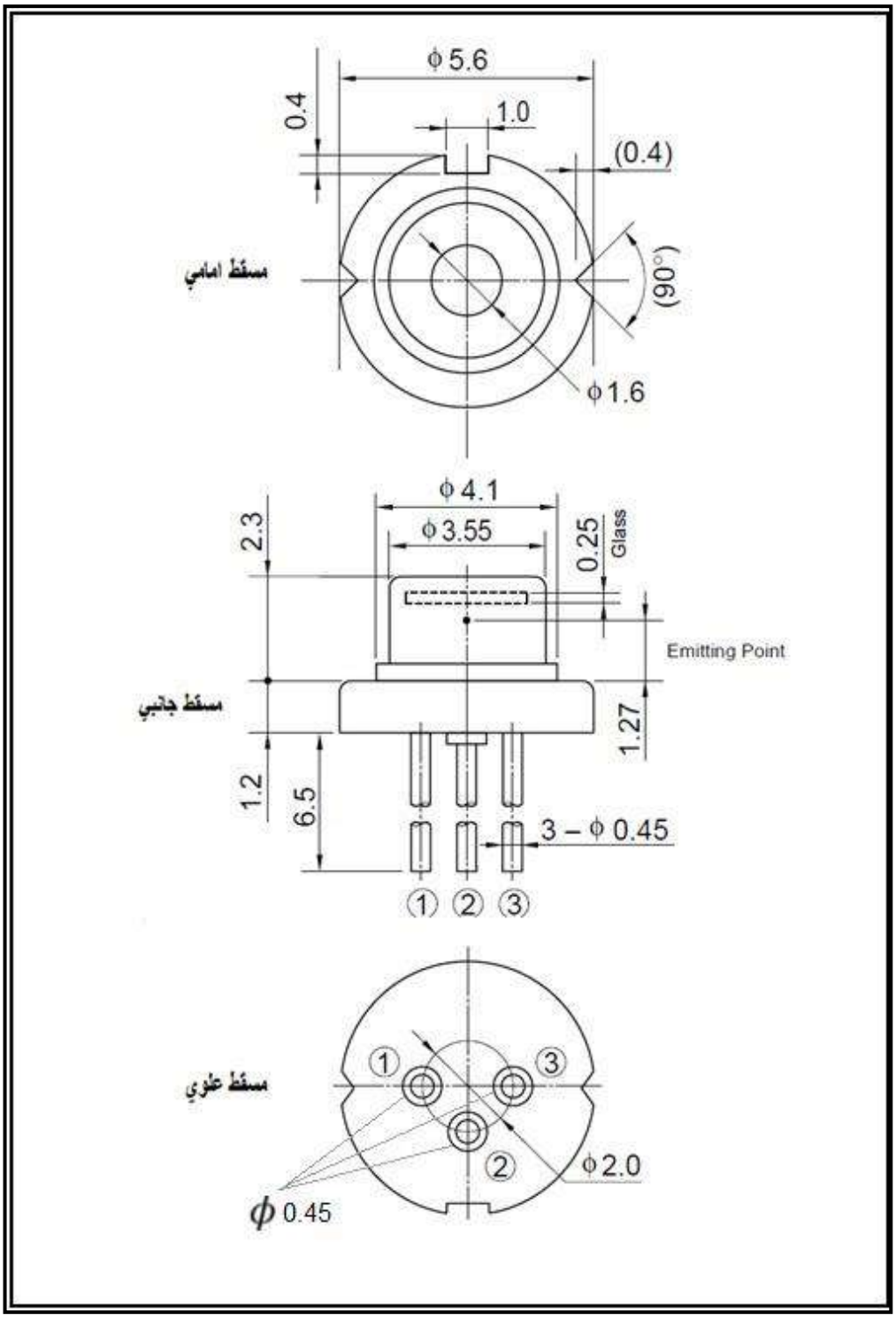
٢ - ١ تمهيد

تتكون كل أجهزة توليد شعاع الليزر من الوسط الفعال أو البلورة المنتجة لأشعة الليزر ومصدر الضخ(كهربائي أو بصري أو بتيار السوق) لضخ الوسط الفعال على توليد أشعة الليزر الضوئية والمرنان (المرايا) ويتكون من مرآتي : مرآة خلفية بانعكاسية عالية ١٠٠%، وأخرى أمامية (مرآة الخرج الليزري) وتكون ذات انعكاسية جزئية لخروج الشعاع وهناك تصاميم عديدة لمرنان الليزر تم تناولها في كتب المرحلة الأولى، بالإضافة إلى هذه الأجزاء الرئيسة لمنظومات الليزر، هناك ملحقات بصرية ضرورية لعمل الليزر في التطبيقات العديدة، من هذه المحلقات : موسع الحزمة **(Beam Expander والتلسكوب البصري (Optical Telescope** ، لذا سنتناول في هذا الفصل رسم بعض التراكيب الميكانيكية لأغلب تصاميم منظومات الليزر الشائعة الاستعمال وملحقاتها البصرية .

٢ – ٢ مساقط ليزر أشباه الموصلات Semiconductor Laser Views

ويطلق عليه أحياناً بليزر الدايود أو ليزر الصمام الثنائي ويعتمد على المواد شبه الموصلة ويمتاز بحجم واستهلاك طاقة قليلة للغاية (مقارنة بالأنواع الأخرى) هو يستخدم على نطاق واسع في العديد من التطبيقات والأجهزة الدقيقة، يتكون الليزر بشكل رئيسي من ثلاثة مكونات شبه موصل موجب وشبه موصل سالب وبينهما شبه موصل ذاتي وبهذا تختلف عن الوصلة الثنائية والتي تحول التيار المتردد (AC) الذي تتغير قطبيته باستمرار إلى تيار مستمر (DC) أحادي القطبية .

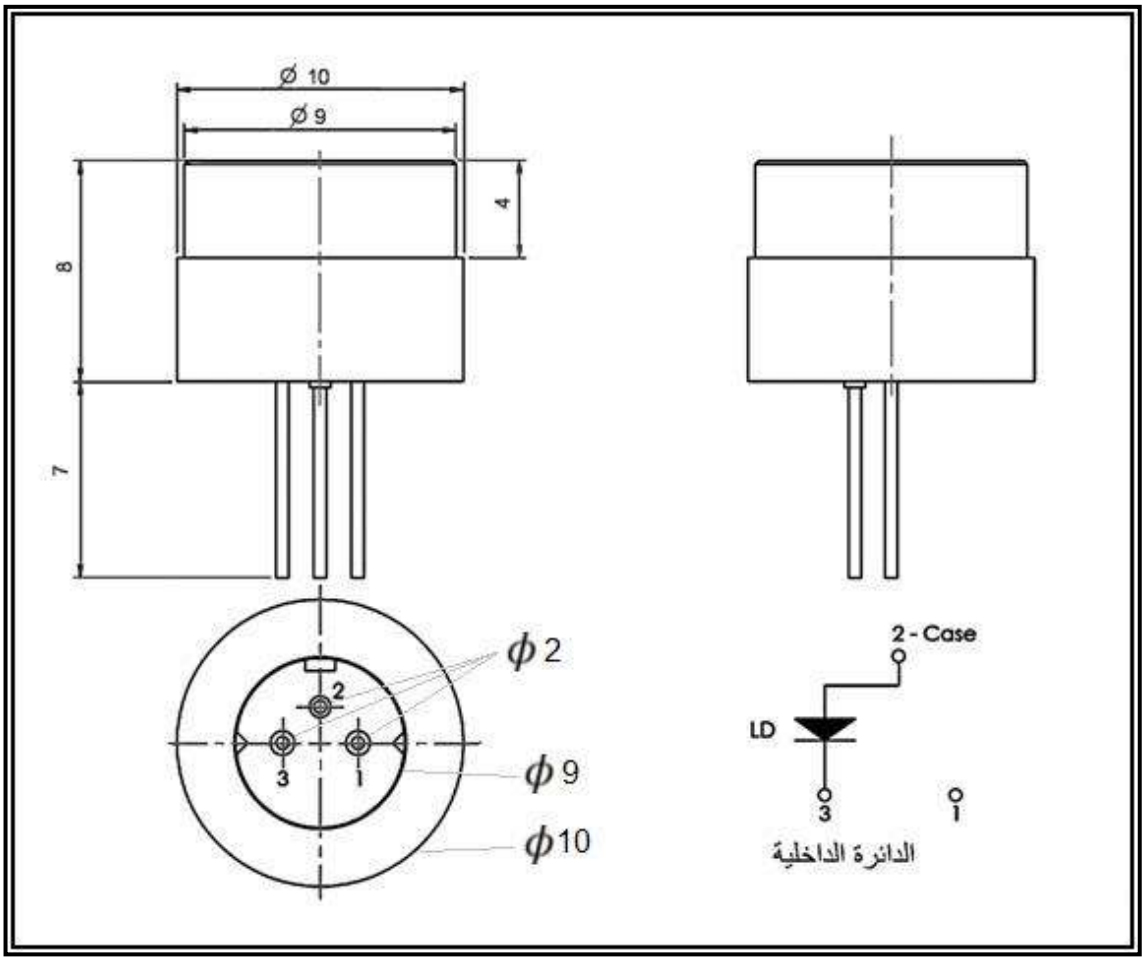
يبين الشكل (٢ – ١) رسم المسقط الأمامي والمسقطين العلويين (من الأعلى ومن الأسفل) ، المطلوب رسم المساقط بمقياس رسم تكبير ١٠ : ١.



الشكل (٢ - ١) المساقط الثلاثة لموحد يستعمل في تطبيقات الليزر

(مطلوب رسم اللوحة بمقياس رسم تكبير ١٠:١)

ويبين الشكل (٢ - ٢) نوعا آخرا من تركيب ليزر شبه الموصل المستعمل لضخ ليزر الحالة الصلبة ويدعى بليزر الضخ للحالة الصلبة (Diode Pump Solid State DPSS) المطلوب رسم المساقط الثلاثة لليزر الضخ بمقياس رسم تكبير ١:٥ مع الدائرة الكهربائية الداخلية له .



الشكل (٢ - ٢) المساقط الثلاثة والدائرة الداخلية لدايود DPSS

(مطلوب رسم اللوحة بمقياس رسم تكبير ٥ : ١)

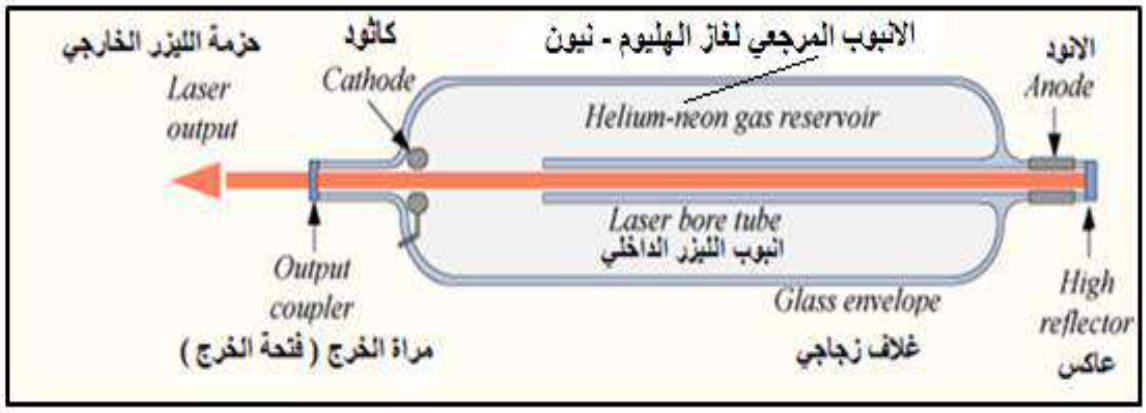
٢ - ٣ ليزر الحالة الغازية (التركيب الميكانيكي) Gas Laser (Mechanical design)

يوجد العديد من ليزرات الحالة الغازية منها الذرية مثل ليزر الهليوم– نيون (Helium Neon laser) والجزيئية مثل ليزر ثاني أوكسيد الكربون (CO_2) والأيونية مثل ليزر أيون الاركون (Ar-ion Laser) والبخارية مثل ليزر بخار النحاس (Cupper Vapor Laser) .

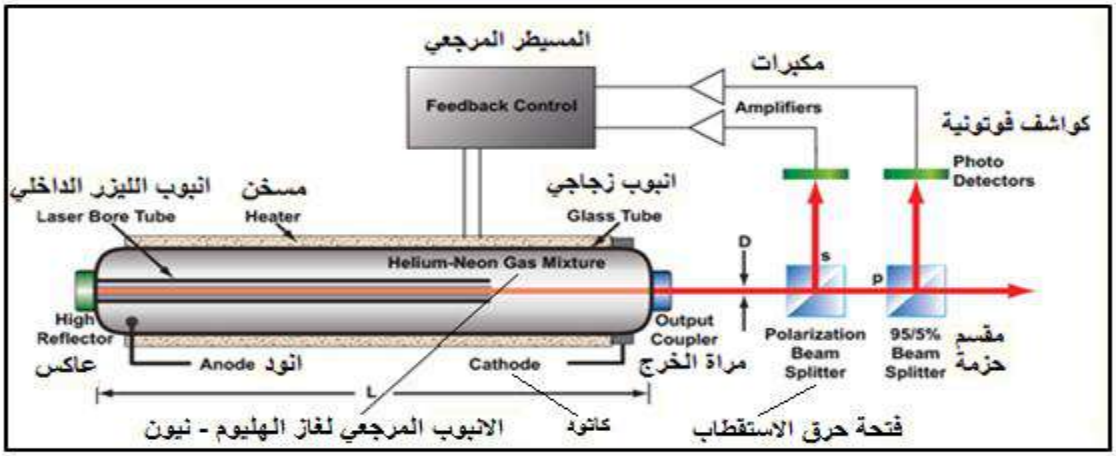
٢ – ٣ – ١ منظومة ليزر الهليوم – نيون He-Ne Laser

يتكون من أنبوب زجاجي (زجاج الكوارتز) فيه خليط من غازي الهليوم والنيون بنسبة ١:١٠ تحت ضغط (٠.٦ mmHg) ومرآتان مستويتان متوازيتان ومتعامدتان على محور الأنبوبة إحداهما عاكسة كلياً (High Reflector (HR)) والأخرى عاكسة جزئيا وتمثل مرآة الخرج ((OC) Output Coupler mirror) بنسبة٩٠% ونافذة بنسبة ١٠% ، وعادة يكون ليزر He-Ne صغيرا ، إذ يتراوح طول تجويفه الزجاجي حوالي من١٠cm إلى ١m.علما إن عمل الليزر وميكانيكية تهيجه موضحة بكتب الليزر للمرحلة الأولى والمرحلة الثالثة .

ويبين الشكل (٢ - ٣) مخططا توضيحيا لتركيب ليزر الهليوم –نيون. والإشكال (٢- ٤ , ٢- ٥ , ٢- ٦) توضح رسم مقاطع لتركيب ليزر الهليوم - نيون بتصاميم مختلفة.

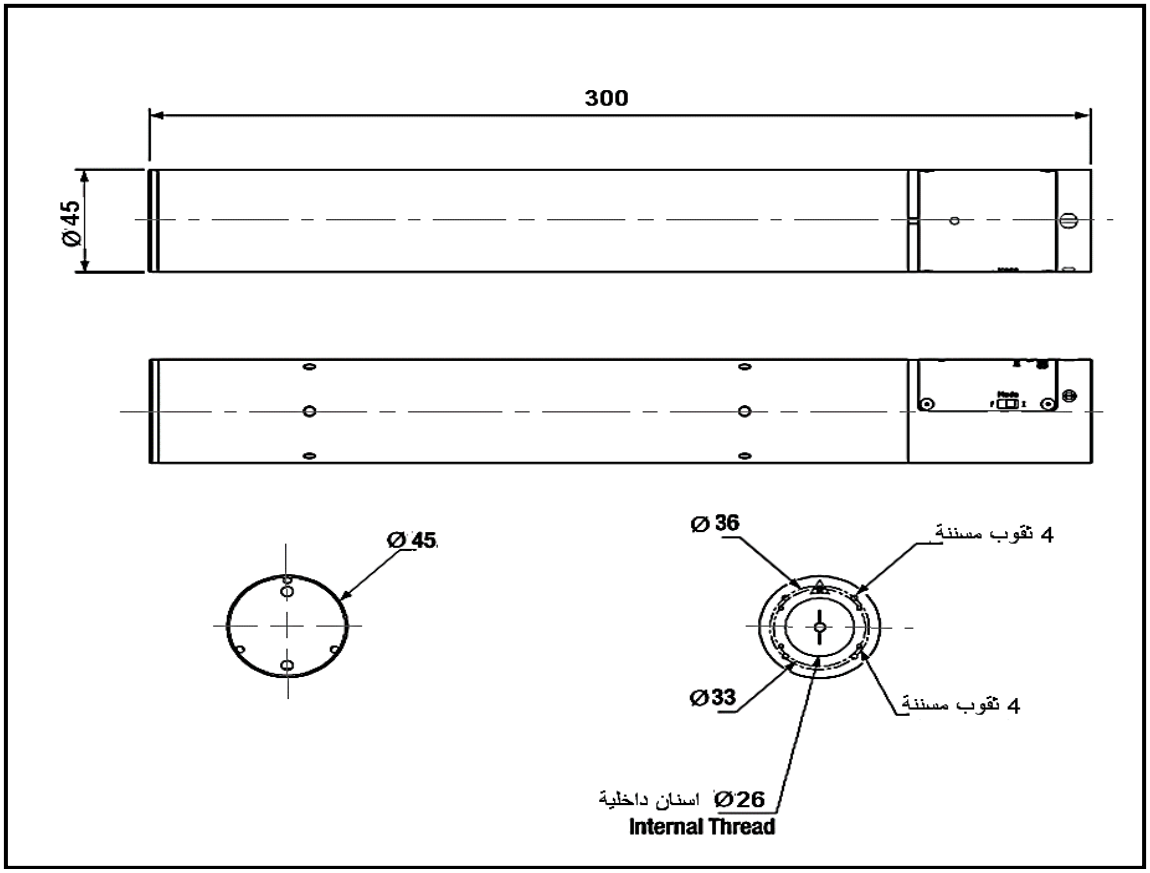


الشكل (٢ - ٣) رسم توضيحي لعمل ليزر غاز الهليوم نيون (رسم توضيحي)



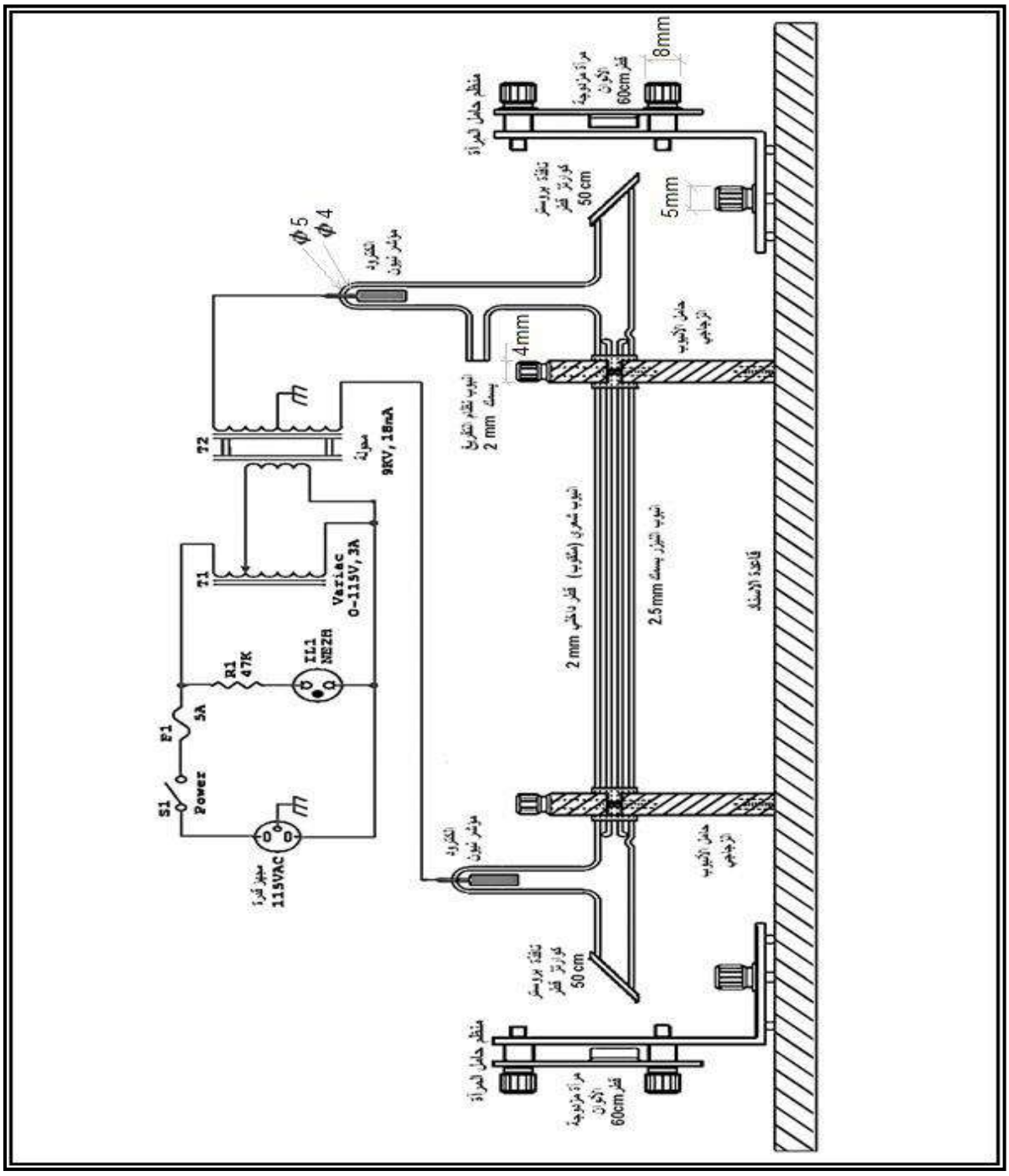
الشكل (٢ – ٤) توصيلات أنبوب الليزر He-Ne . (رسم توضيحي)

يبين الشكل (٢ - ٥) المساقط لأنبوبة ليزرهليوم نيون (He-Ne) مطلوب رسمها بمقياس رسم صغير ٢:١ مع مراعاة توزيع المساقط على ورقة الرسم .

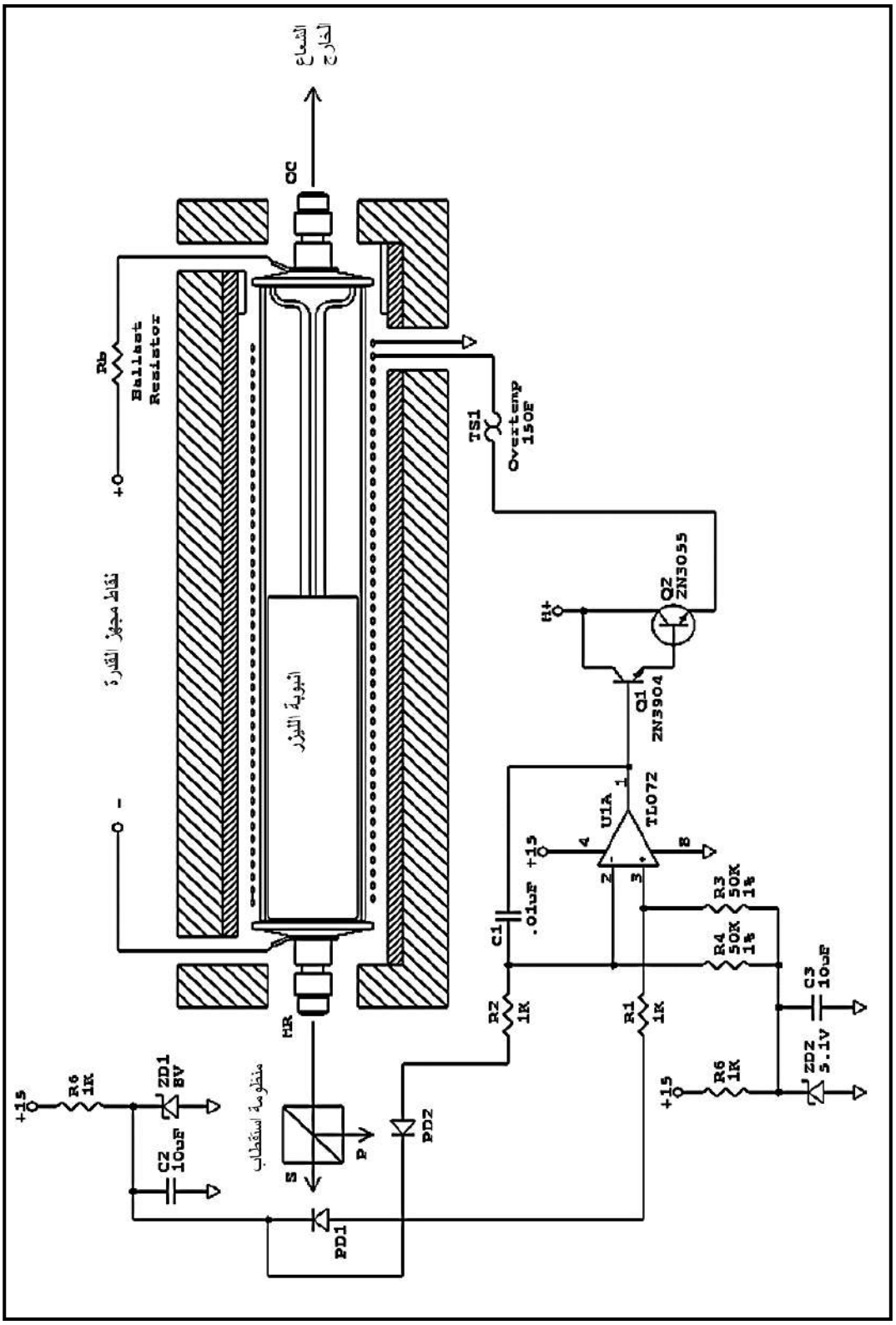


الشكل (٢ – ٥) المساقط لأنبوب ليزر هليوم نيون He_Ne ، مطلوب رسم اللوحة بمقياس رسم تصغير ٢:١، مع وضع الأبعاد

الشكل (٢- ٥) والشكل (٢- ٦) والشكل (٢ - ٧) يوضحان الأجزاء الرئيسة في منظومة ليزر مثالية لغازHe-Neمع التركيبات الزجاجية ودائرة مجهز القدرة وحواضن المرايا، مطلوب رسمهما بمقياس رسم ١:١.

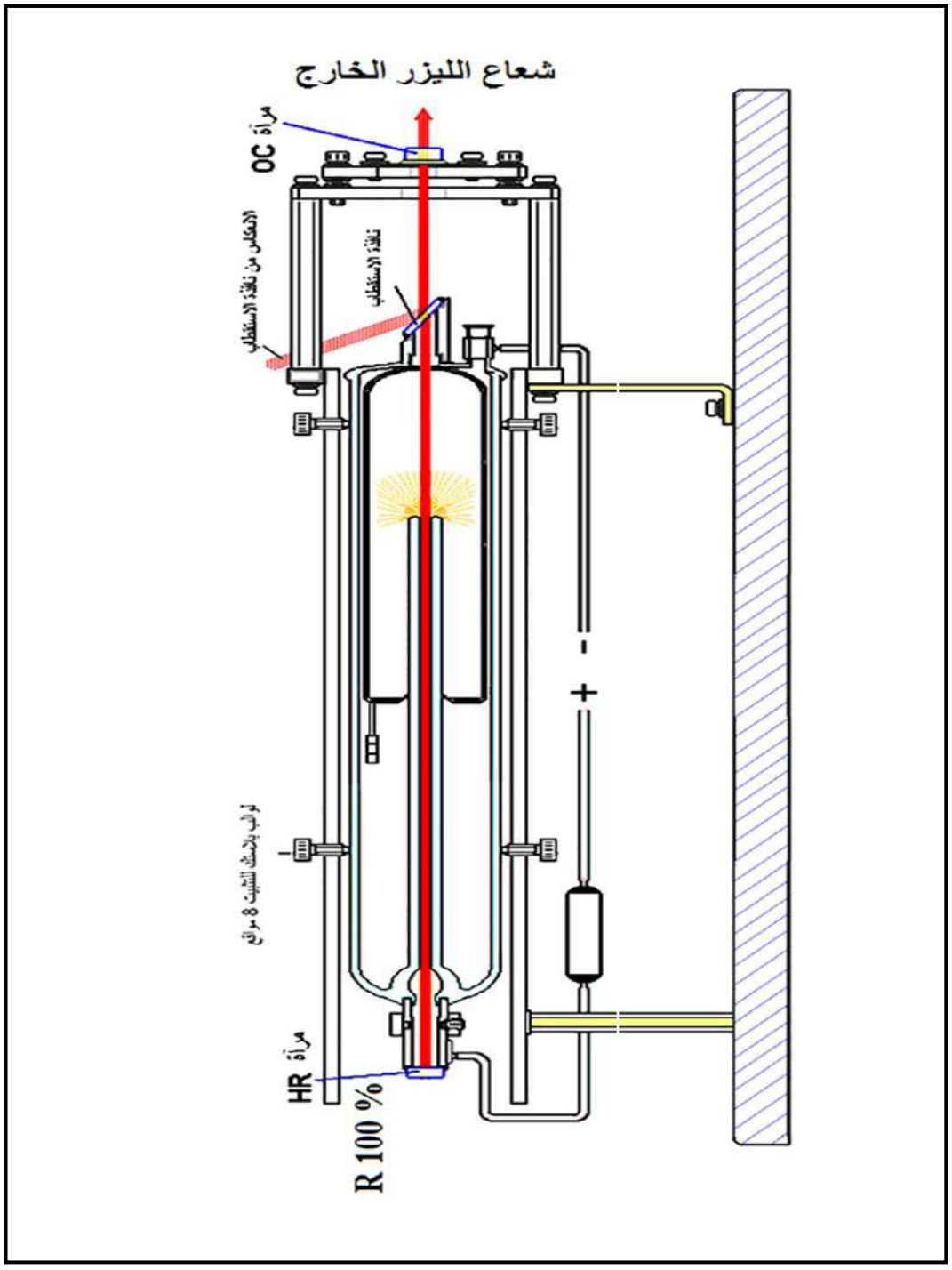


الشكل (٢ – ٦) التركيبة المثالية لبناء أنبوب الليزر لغاز الهليوم - نيون، مطلوب رسم اللوحة بمقياس رسم١:١وتؤخذ القياسات من الرسم مع التأشير على ألأجزاء



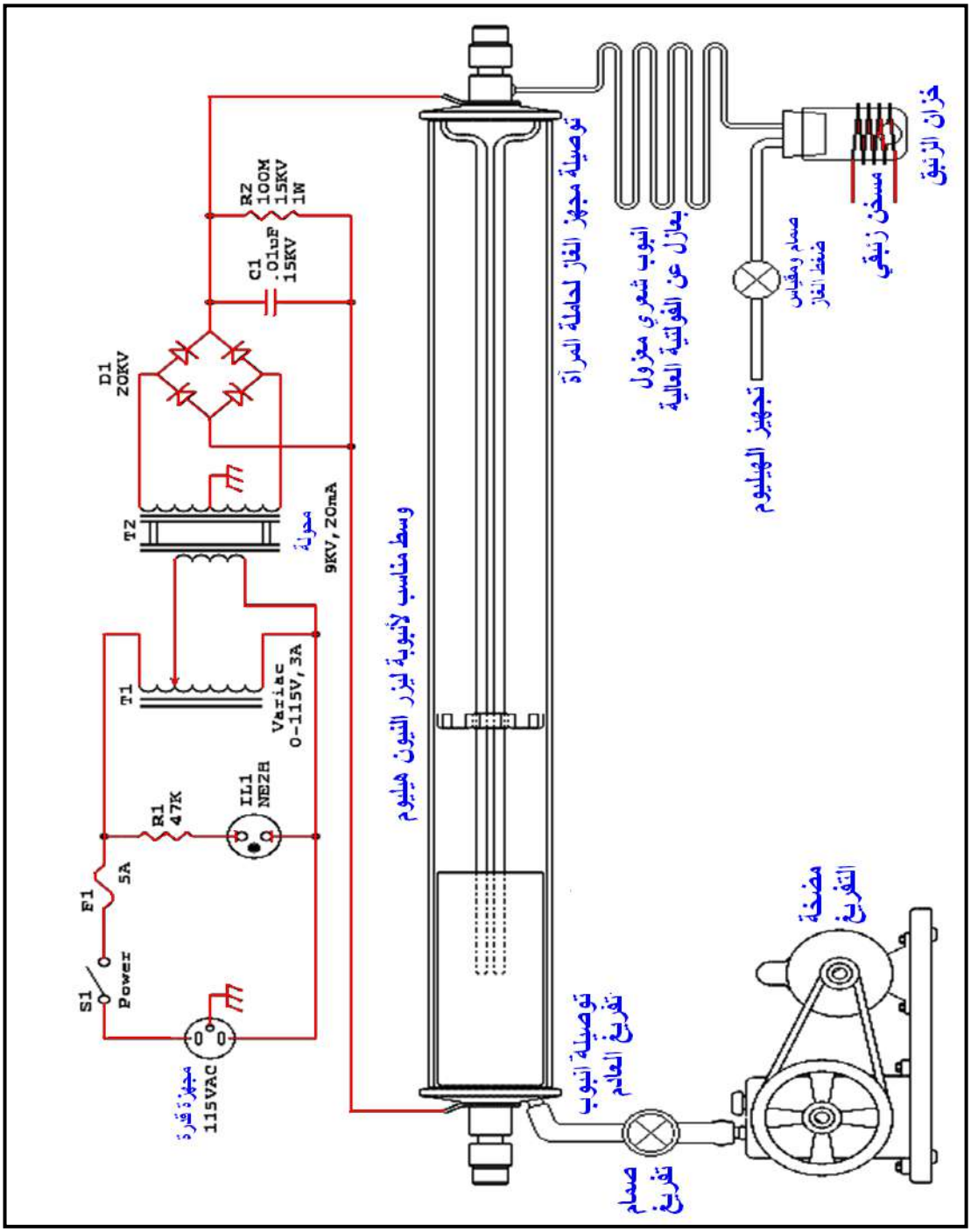
الشكل (١ – ٧) قطاع في أنبوبة الليزر He-Ne مع المخطط للتوصيلات الكهربائية اللازمة لعمله المطلوب الرسم بمقياس رسم ١:١

يبين الشكل (٢ - ٨) أنبوب ليزر الهليوم نيون من نوع المرايا الخارجية بزاوية بروستر مع نوافذ الاستقطاب الأحادي (One - Brewster Windows) مثبت على محمل الاختبار. المطلوب رسم اللوحة بمقياس رسم ١:١ وتؤخذ الأبعاد من ورقة الرسم .



الشكل (٢ - ٨) أنبوب ليزر الهليوم - نيون من نوع الاستقطاب الأحادي One-Brewster مثبت على محمل الاختبار ، مطلوب رسم اللوحة بمقياس رسم ١:١

يبين الشكل (٢- ٩) التركيبة المثالية لبناء أنبوب الليزر النبضي لغاز الهليوم نيون ، وتظهر فيه المنظومة الكهربائية مع ملحقات التفريغ للمنظومة (مضخة التفريغ) مطلوب رسم اللوحة بمقياس رسم ١:١ وتؤخذ القياسات من الرسم مع التأشير على ألأجزاء .



الشكل (٢ - ٩) التركيبة المثالية لبناء انبوب الليزر النبضي لغاز الهليوم – نيون ، مطلوب رسم اللوحة بمقياس رسم ١:١ وتؤخذ القياسات من الرسم مع التأشير على ألأجزاء

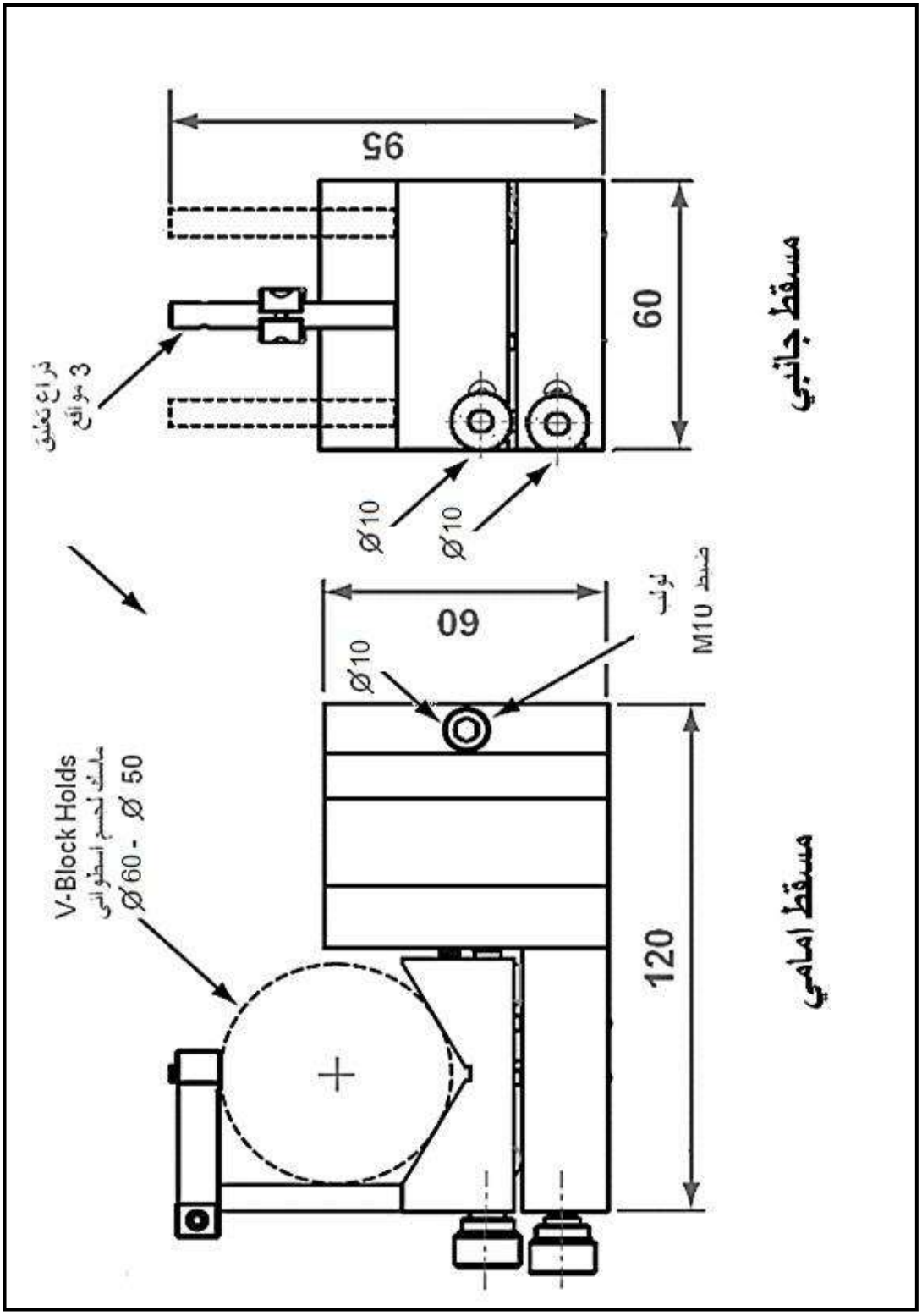
٢ – ٣ – ٢ ترصيف ليزر الهليوم– نيون Alignment of laser He-Ne

لغرض إجراء الترصيف الدقيق لرأس الليزر (Laser Head Mounting) في المختبر أو في التطبيقات الأخرى ، فإن التركيب الاسطواني لرأس الليزر يسمح بتركيبه بشكل سهل في حاضنة حلقية، أو في حامل على شكل الحرف (V) ، أو ما يماثلها من الأجهزة والمعدات بدون تأثير على ترصيف (Alignment) أشعة الليزر، ومن الضروري أخذ الحذر عند استعمال الماسكات في تثبيت الليزر تجنبا للضغط الزائد عن اللازم والذي من الممكن أن يتلف الغلاف المعدني (الألمنيوم) والذي يتسبب في عدم استقامة للأشعة ، إذ يتم التحكم بالترصيف عن طريق اللوالب المسننة (البراغي) .

يبين الشكل (٢ - ١٠) وسائل تثبيت جهاز الليزر من نوع He -Ne عن طريق الماسك المفرد والمزدوج .

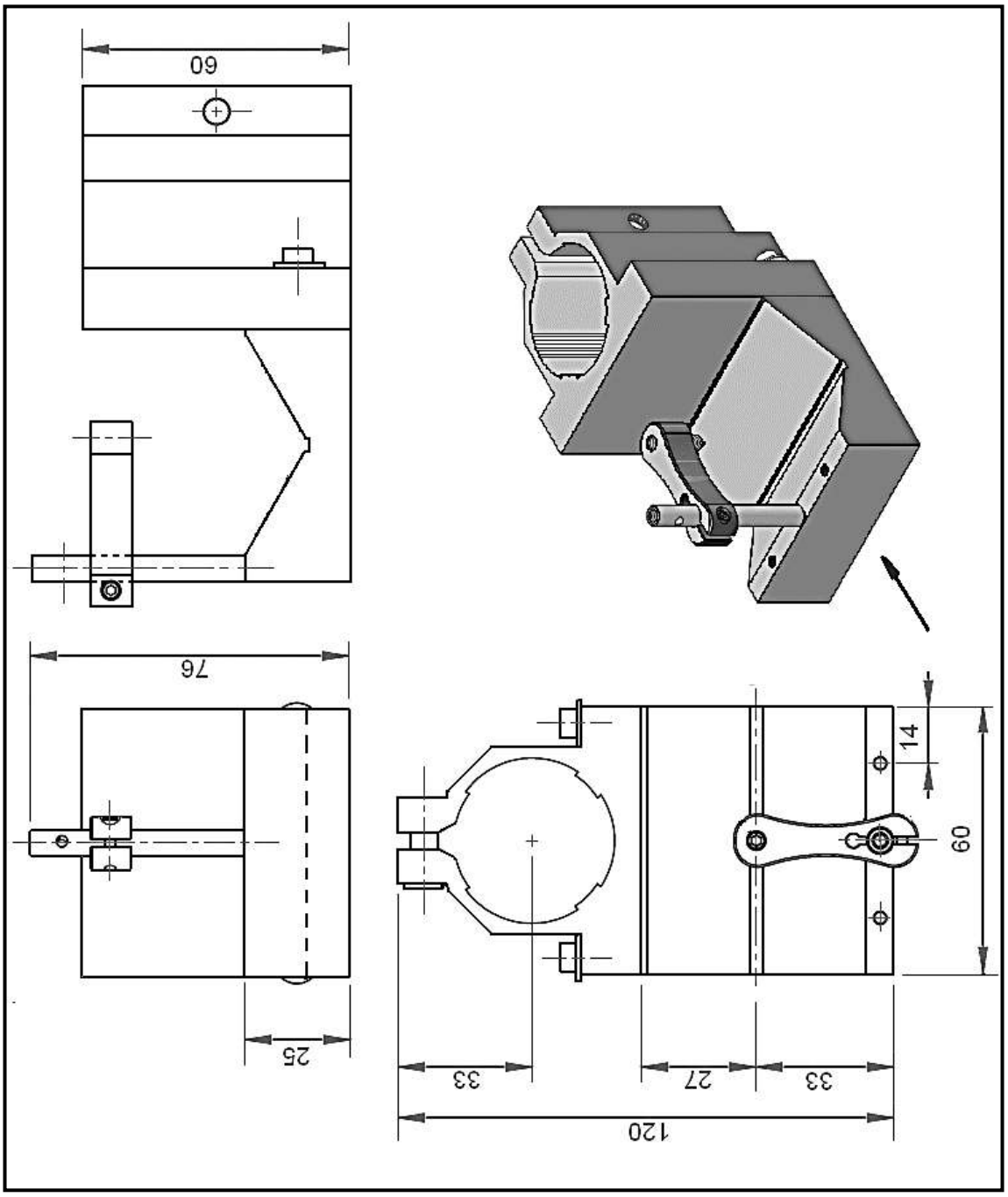
الشكل (٢ – ١٠) صور لنوع من الماسكات (الحوامل البصرية) القابلة للحركة لأجهزة الليزر

يبين الشكل (٢- ١١) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لماسك رأس الليزر، المطلوب رسمها بمقياس رسم ١:١ مع التأشير على الأجزاء .



الشكل (٢ - ١١) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لماسك أنبوبة الليزر ، ترسم اللوحة بمقياس رسم ١:١ وتقدر الأبعاد الناقصة بحسب نسبتها إلى الأبعاد المثبتة على الرسم

ويبين الشكل (٢- ١٢) المنظور والمساقط الثلاثة لماسك أنبوبة الليزر (باتجاه آخر)، المطلوب إعادة رسم اللوحة بمقياس رسم ١:١ مع وضع الأبعاد كافة وتقدر بقية الأبعاد حسب تناسبها في الرسم .



الشكل (٢ – ١٢) المساقط الثلاثة لماسكة ليزر الهليوم نيون (للإطلاع)

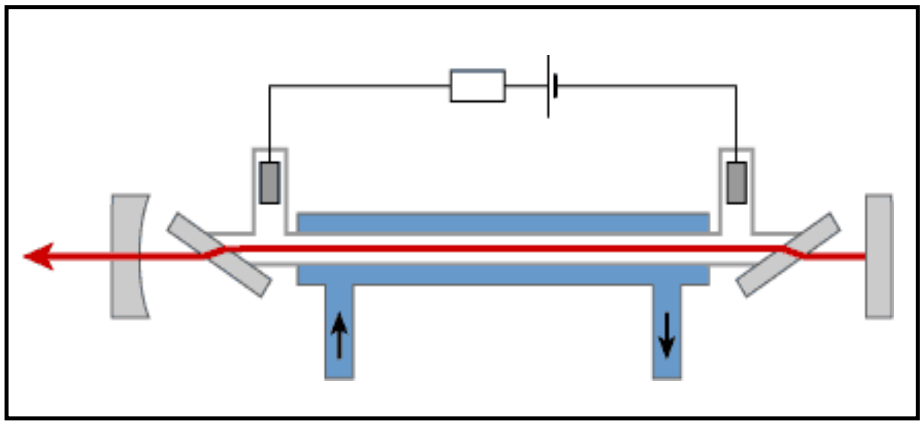
٢-٣-٣ليزر ثانيأوكسيدالكربونCarbon Dioxide (CO_2) Lasers

يتكون من خليط من الغازات كماده فعالة والتي تحتوى على ثاني أوكسيد الكربون (CO_2) والهليوم (He) والنيتروجين (N_2) ومن الممكن في بعض الأحيان الاستعاضة عن غاز الهليوم بغاز الهيدروجين (H_2) وبخار الماء (H_2O Vapor) أو الزينون للحصول على قدرات عالية، ويتم تضخيم الضوء بواسطة جزيئات ثاني أوكسيد الكربون، مثل هذا النوع من الليزر تتم عملية الضخ فيه كهربائيا. ان القدرة المنتجة من ليزر CO_2 تتراوح بين (١٠ -١٠٠kW) ويكون إنتاجها ضمن الطوال ألموجي(١٠.٦um) الذي يقع في منتصف المنطقة تحت الحمراء (IR)، ويكون شعاع ليزر CO_2 المنتج أطول موجيا بحوالي (١٠إلى ٣٠) مرة من أشعة الليزر الأخرى ، وغالبا ما يعد مصدرا حراريا أكثر من كونه شعاعا ضوئيا. ويعمل بطريقة مستمرة (Continuous) أو بشكل نبضات قصيرة (Pulses) ويتم امتصاصه بشكل جيد من الماء والعديد من المواد بما في ذلك الخشب والورق والبلاستيك والمواد المركبة ، والسطوح المعدنية لها القابلية على امتصاص موجة ليزر CO_2 مما يجعله فعالا في التعليم (وضع العلامات) والقطع ، واللحام ، والمعالجة الحرارية.

هناك عدة أنواع من ليزر ثاني أوكسيد الكربون تعتمد بالدرجة الأساس في اختلافها على كيفية ضخ الغاز أو عملية التهيج أو التحفيز (Excitation) والتي تكون إما بالتفريغ الكهربائي المباشر (Direct Electrical Discharge DC) أو بتردد الراديو (Radio Frequency RF) وكما يأتي :

عن طريق تفريغ الغاز(Gas Discharge) والتي يمكن تنفيذها على تيار مستمر أو تيار متردد . تتم إثارة ذرات النيتروجين ضمن المزيج الغازي عن طريق هذا التفريغ لتنتقل إلى المستوى المهتز وشبه المستقر (Stable Vibrational Level) وعندما تتصادم مع جزيئات ثاني أوكسيد الكربون تنقل إليها طاقة الإثارة.

الشكل (٢- ١٣) توضيح لتركيب جهاز ليزر ثاني أوكسيد الكربون ، أنبوبة الغاز التي تحتوى على المادة الفعالة والتي يتم ضبطها عند زاوية بروستر والتي يبلغ مقدارها حوالي (٤٥ - ٦٠) درجة حسب معامل انكسار المادة المصنعة منها النافذة . علما إن المادة المصنعة منها مادة مرآة الخرج تكون عادة إما معدنية مطلية بالذهب وتثقب بقطر ١ملم في المركز لغرض الخرج الليزري وأما من مادة ذات نفاذية معينة للطول ألموجي لليزر ثنائي اوكسيد الكاربون مثل الجرمانيوم. واما المرآة الخلفية فعادة ما تكون معدنية وذات انعكاسية ١٠٠ %.



الشكل (٢- ١٣) مخطط مبسط لأنبوبة ليزر غاز ثاني أوكسيد الكربون (توضيحي)

توجد عدة انواع من ليزرات ثاني أوكسيد الكربون تعتمد بالدرجة الاساس في اختلافها على كيفية جريان الغاز أو عملية ضخ الغاز أو عملية التهيج أو التحفيز (Excitation) والتي تكون اما بالتفريغ الكهربائي المباشر (Direct Electrical Discharge DC) أو بالتردد الراديوي (Radio Frequency RF) وكما ياتي :

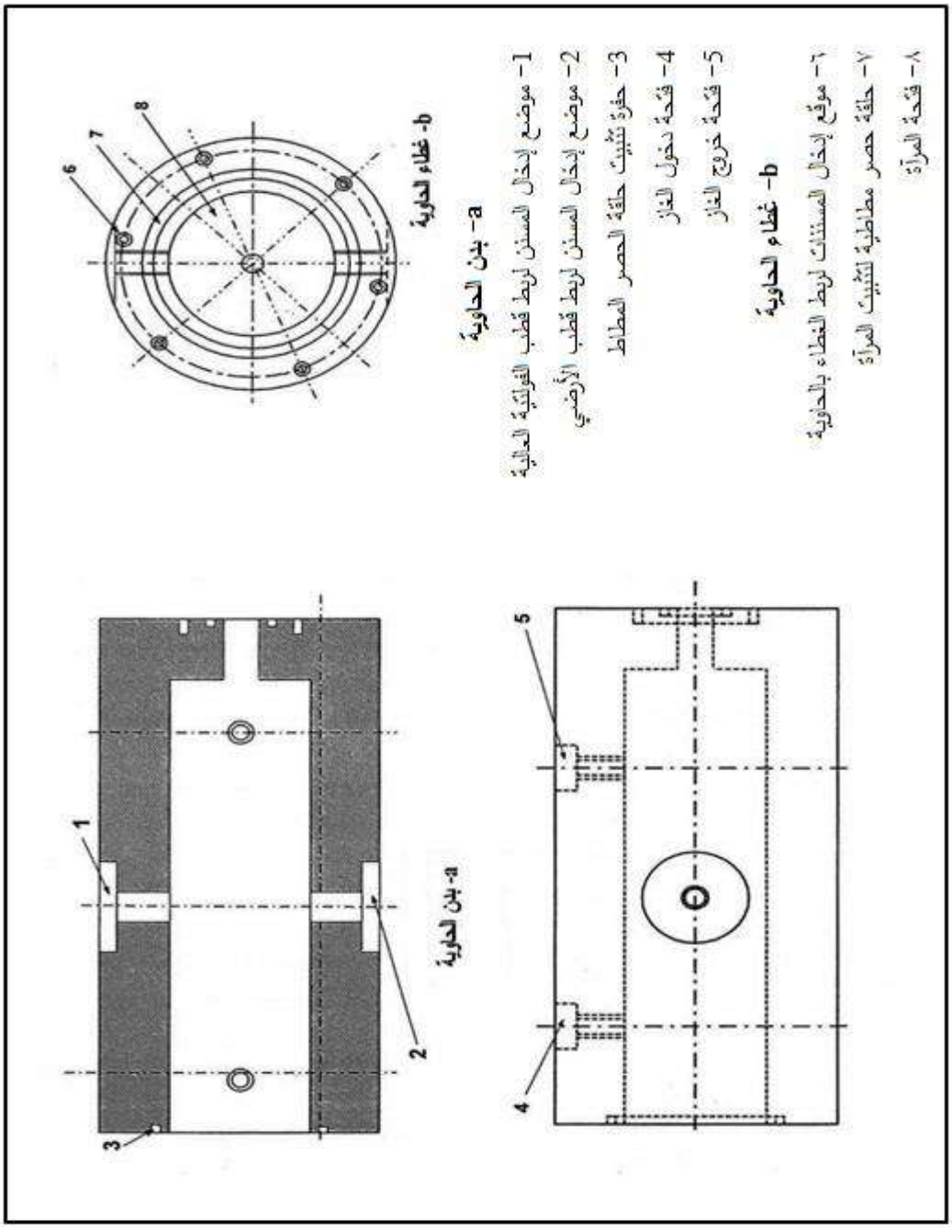
١. جريان الغاز المحوري (Axial gas flow):

يتكون من انبوب زجاجي مزدوج مفتوح النهايتين وتغلق بحاضنات المرايا. يدخل الخليط الغازي (الوسط الفعال) في واحدة من نهايات الأنبوب ليخرج من النهاية الأخرى لتوفير جزيئات جديدة من الغاز لتحل محل (CO_2) المتحلل نتيجة لتفكك جزيئات الغاز. وتوجد في الانبوب الثاني العلوي فتحتان لدخول وخروج الماء لتبريد المنظومة. وهناك نقاط توصيل الفولتية العالية مع حوامل المرايا وتكون بشكل اصبعي.

٢. جريان الغاز العرضي او المستعرض (Transverse gas flow):

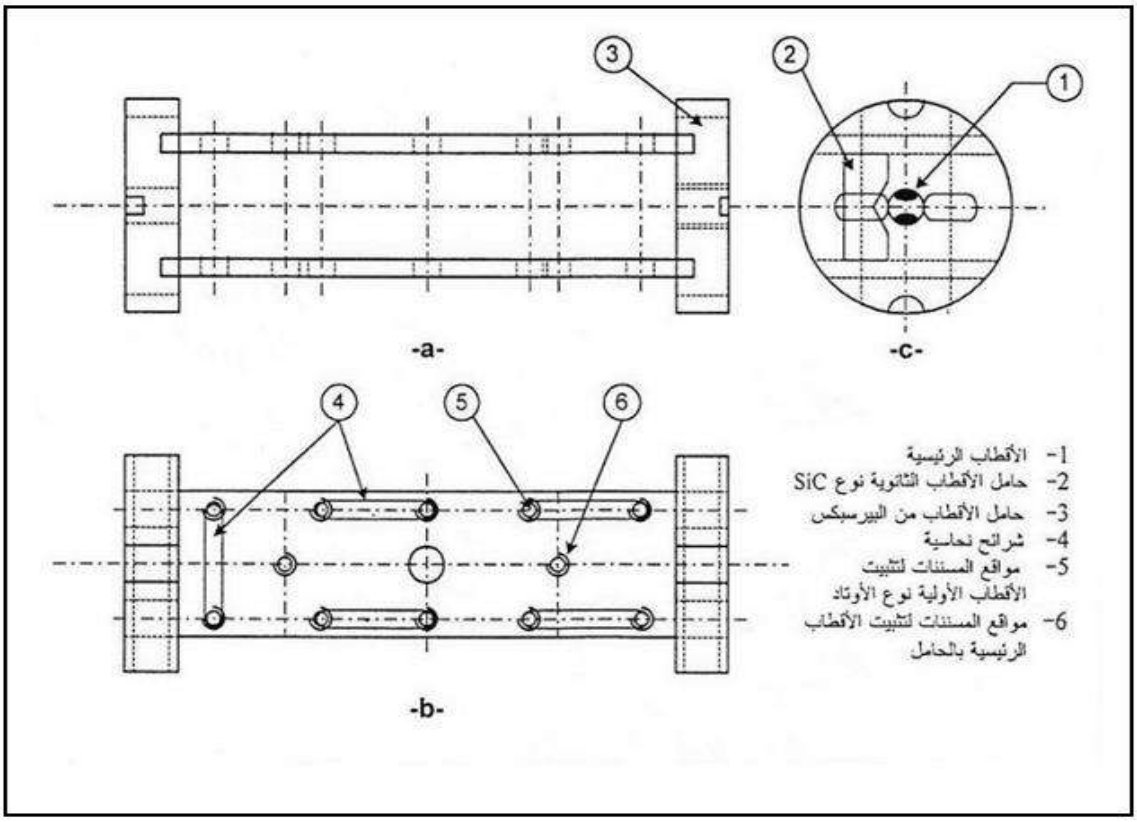
وفي هذا النوع يكون جريان الغاز عبر الانبوبة بشكل عمودي على محور المرايا بدلا من أن يتدفق من أسفل الأنبوب وذلك لتوفير أعلى معدلات توازن في انتاج الليزر المستمر CO_2 . ان انتاج الطاقة في هذا النوع يكون عادة ١٠ كيلو واط لكل متر مع تصاميم المحفز الجوي العرض (TEA)(Transverse Excited Atmospheric). تتناسب القدرة المنتجة طرديا مع الضغط الجوي اي كلما يكون الضغط المنتج أعلى كلما تزداد القدرة المنتجة. في هذا النوع يتدفق الغاز عبر الانبوب (وليس من اسفله كما في النوع الأول) وذلك لتوفير أعلى معدلات التوازن في انتاج الليزر، وتتناسب القدرة المنتجة طرديا مع الضغط الجوي، ويعد هذا النوع من ليزر الغاز الديناميكي والذي يعمل بأسلوب النبضات بتطبيق النبضات الكهربائية بدلا من إثارة للتيار المستمر.

ولكون أجهزة الليزر بالأنظمة المحورية تعطي نبضات من الطاقة الضوئية العالية ضمن فترات قصيرة المدّة عند الضغط العالي للغاز.وتتكون الحجرة الليزرية لليزر ثنائي اوكسيد الكاربون ذات التهيج المستعرض من اسطوانة من الزجاج او البيرسبكس تحتوي على فتحات لدخول وخروج الغاز وعلى فتحات اخرى للتوصيلات الكهربائية بالاضافة الى حامل الاقطاب الرئيسة والثانوية وحامل المرايا. والشكل التالي يبين مقطع نموذجي لحجرة ليزر ثاني اوكسيد الكربون.

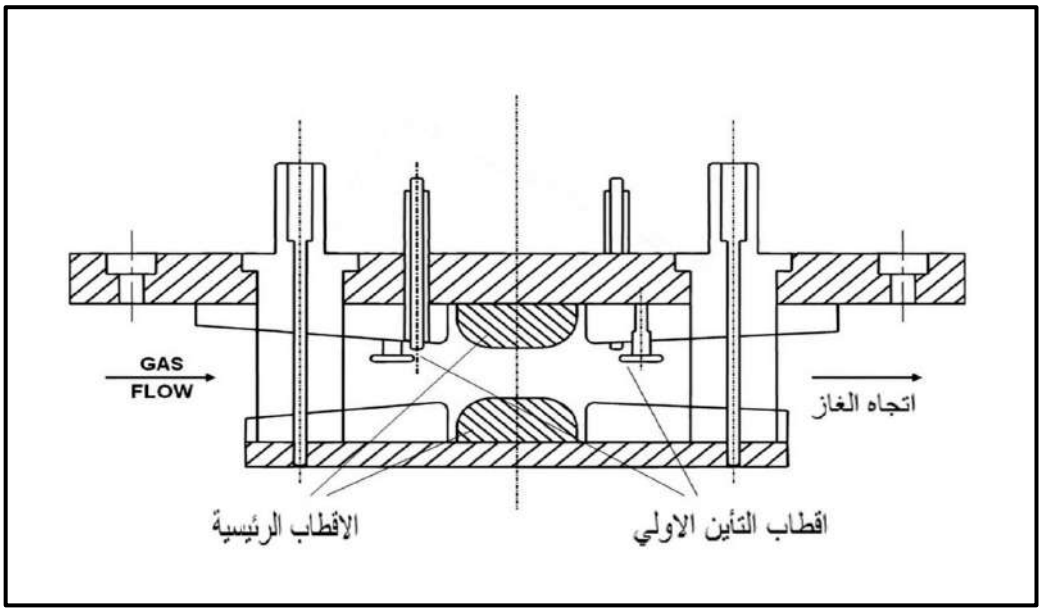


الشكل (٢ ـ ١٤) مقطع لحاوية ليزر مع الغطاء الخارجي (المطلوب الرسم بمقياس مناسب)

بينما يبين الشكلان التاليان مساقط ومقاطع لحامل الأقطاب الرئيسة والاقطاب الثانوية المصنوعة من ماده شبه موصلة تدعى كاربيد السيليكون. ويتم التحكم بالمسافة بين الاقطاب باستخدام براغي خاصة.

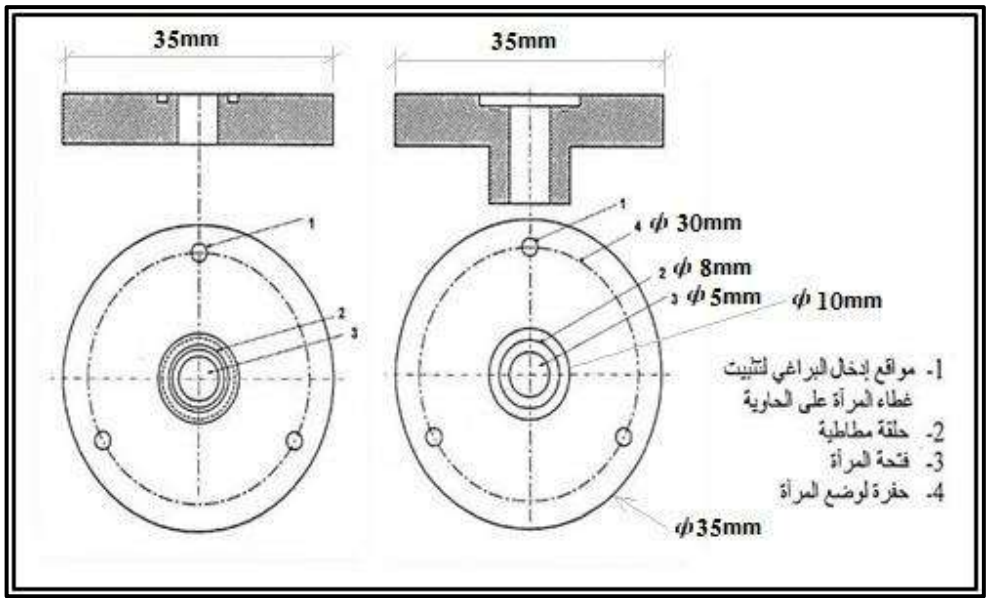


الشكل (٢ ـ ١٥) حامل الاقطاب الرئيسة والثانوية (المطلوب الرسم بمقياس مناسب)

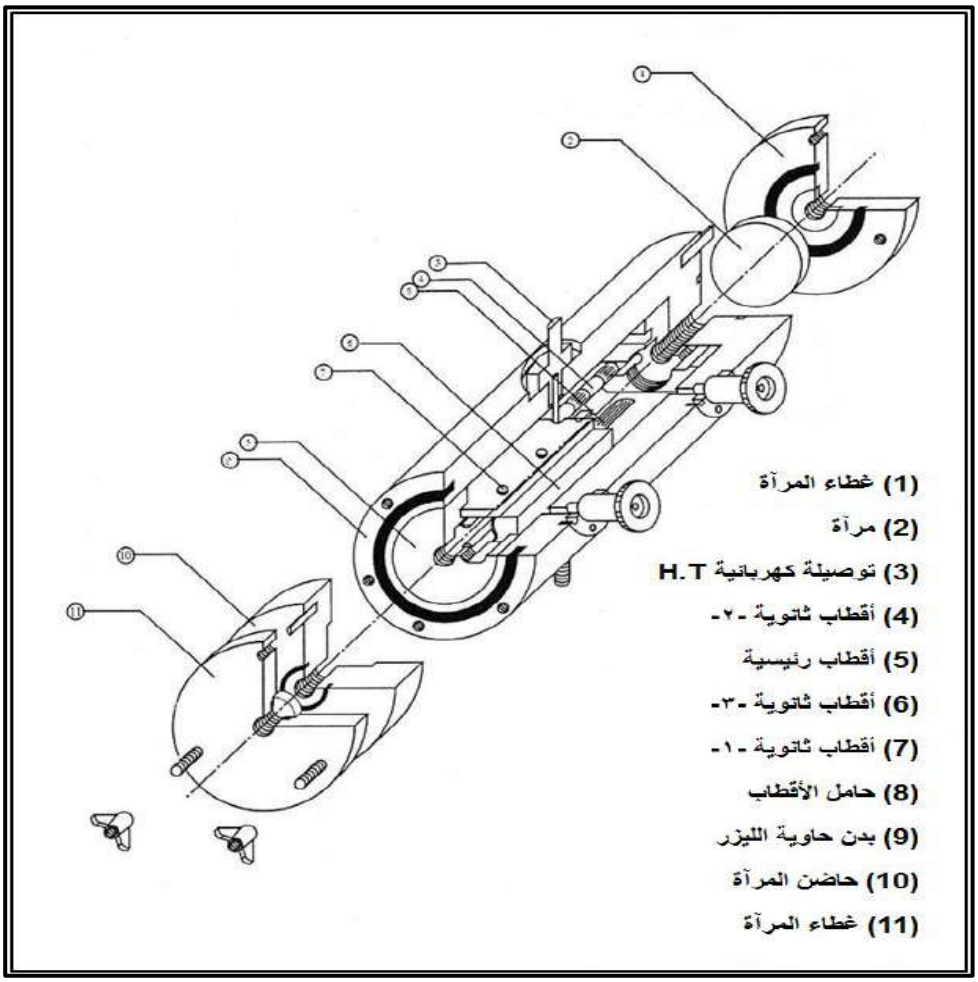


الشكل (٢ ـ ١٦) مقطع عرضي للاقطاب الرئيسة واقطاب التاين الاولي

(المطلوب الرسم بمقياس مناسب)



الشكل (٢ – ١٧) حامل المرايا الأمامية والخلفية (المطلوب الرسم بمقياس مناسب)



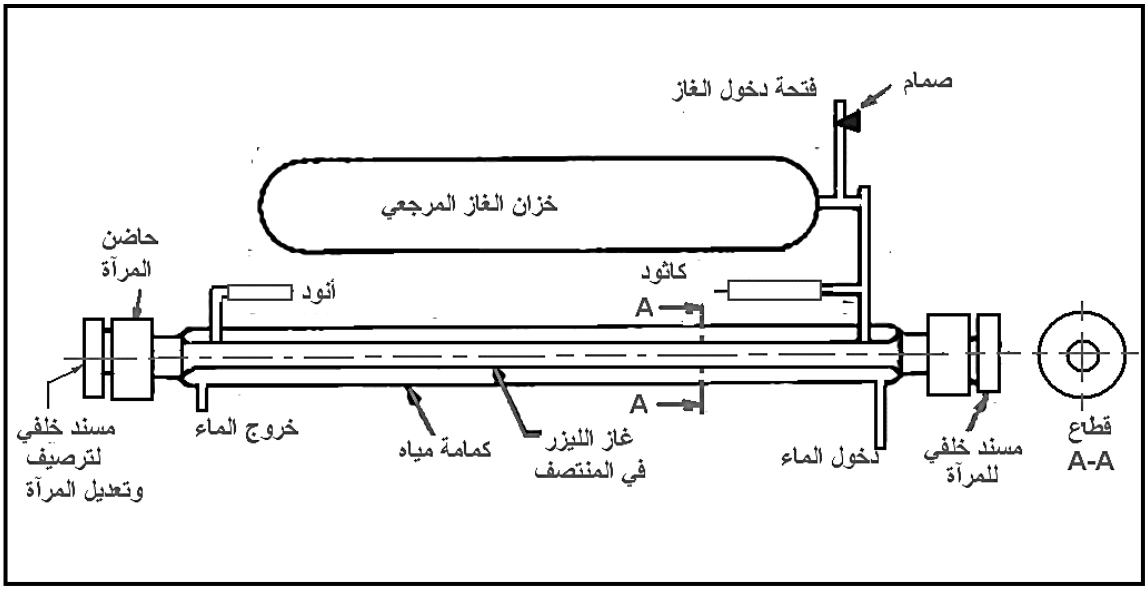
الشكل (٢ – ١٨) التركيب العام لمنظومة ليزر CO_2 مغلقة (للاطلاع)

٣. ليزر ثنائي أوكسيد الكربون المغلقة (Sealed off Tube) :

أنبوب الليزر يعمل هنا بضغط ثابت وبنسبة خلط للغازات ثابتة، ويكون هيكل الانبوب هنا مختوم (محكم الإغلاق) . يتشابه مع هيكل أجهزة ليزر Ne -He المغلقة او ليزر ايون آركون- كربتون Ar/K r المغلقة، ولكن مع ميزات مختلفة باستخدام انبوب شعري بقطر١mm وطول ١٠cm ويحتوي على خزان جانبي يحتوي على عامل مساعد لتدوير الغاز وإعادة اتحاد غاز أول أوكسيد الكربون مع الأوكسجين لتكوين ثنائي أوكسيد الكربون مرة اخرى. ولا تحتاج الى استعمال غازات من اسطوانات خارجية إثناء التشغيل.

ومن التطبيقات لليزر ثاني أوكسيد الكربون القيام بقطع المواد البلاستكية والخشب وما شابهها وفي هذه الحالة نحتاج إلى قدرة ما بين ٢٠٠ - ٢٠ Watt ، قطع ولحام المعادن مثل الصلب الذى لا يصدأ والألمنيوم والنحاس عن طريق تسليط بضع كيلوواطات ، التعليم والتحديد بالليزر (Laser Marking) وتطبيقات اخرى تتمثل TD العمليات الجراحية وفي تحديد المسافات بالليزر Laser (Range Finding) .

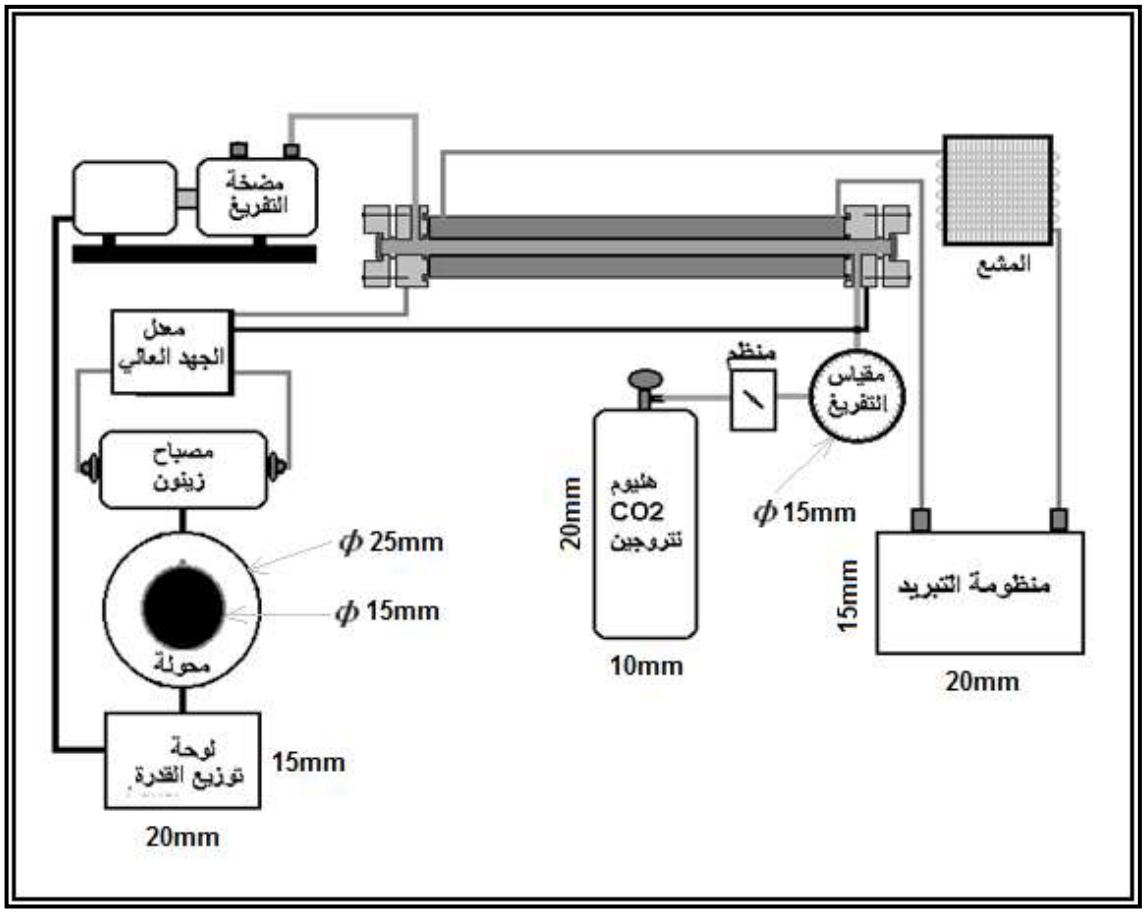
يوضح الشكل (٢ - ١٩) الأجزاء الرئيسة لمنظومة ليزر ثاني أوكسيد الكربون ذات الانبوب المختوم.



الشكل (٢- ١٩) الأجزاء الرئيسة لمنظومة ليزر ثاني أوكسيد الكربون ذات الأنبوب المختوم

(المطلوب الرسم بمقياس مناسب)

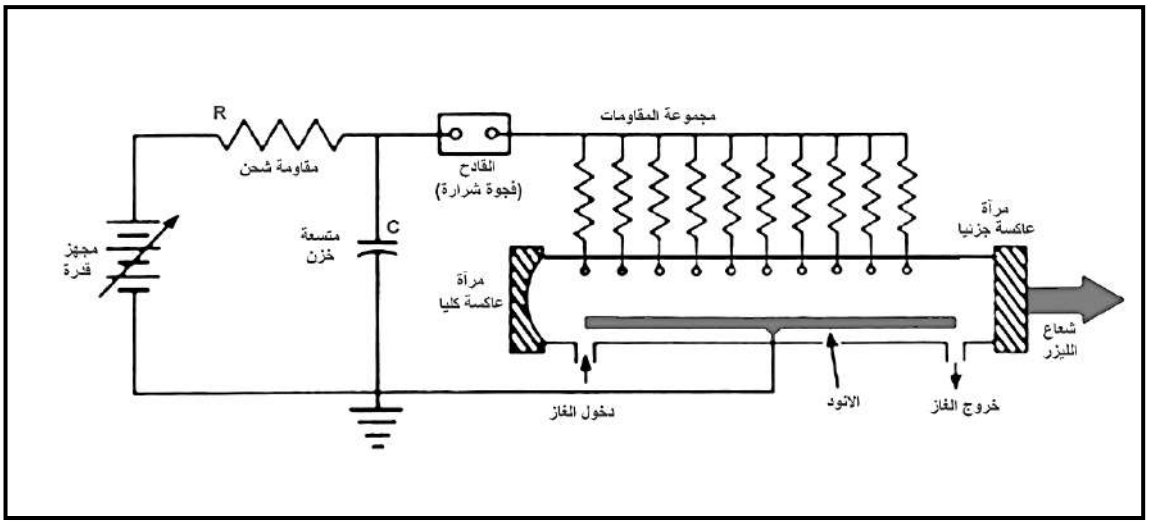
في حين يبين الشكل (٢- ٢٠) منظومة ليزر غاز ثاني أوكسيد الكربون مع مجهز القدرة ومنظومة التبريد، مطلوب رسم اللوحة بمقياس رسم ١:١ وتؤخذ القياسات من الرسم مع التأشير على ألأجزاءالمختلفة.



الشكل (٢- ٢٠) منظومة ليزر ثاني أوكسيد الكربون ذات الانبوب المختوم مع مجهز القدرة ومنظومة التبريد (مطلوب رسم اللوحة بمقياس رسم ١:١)

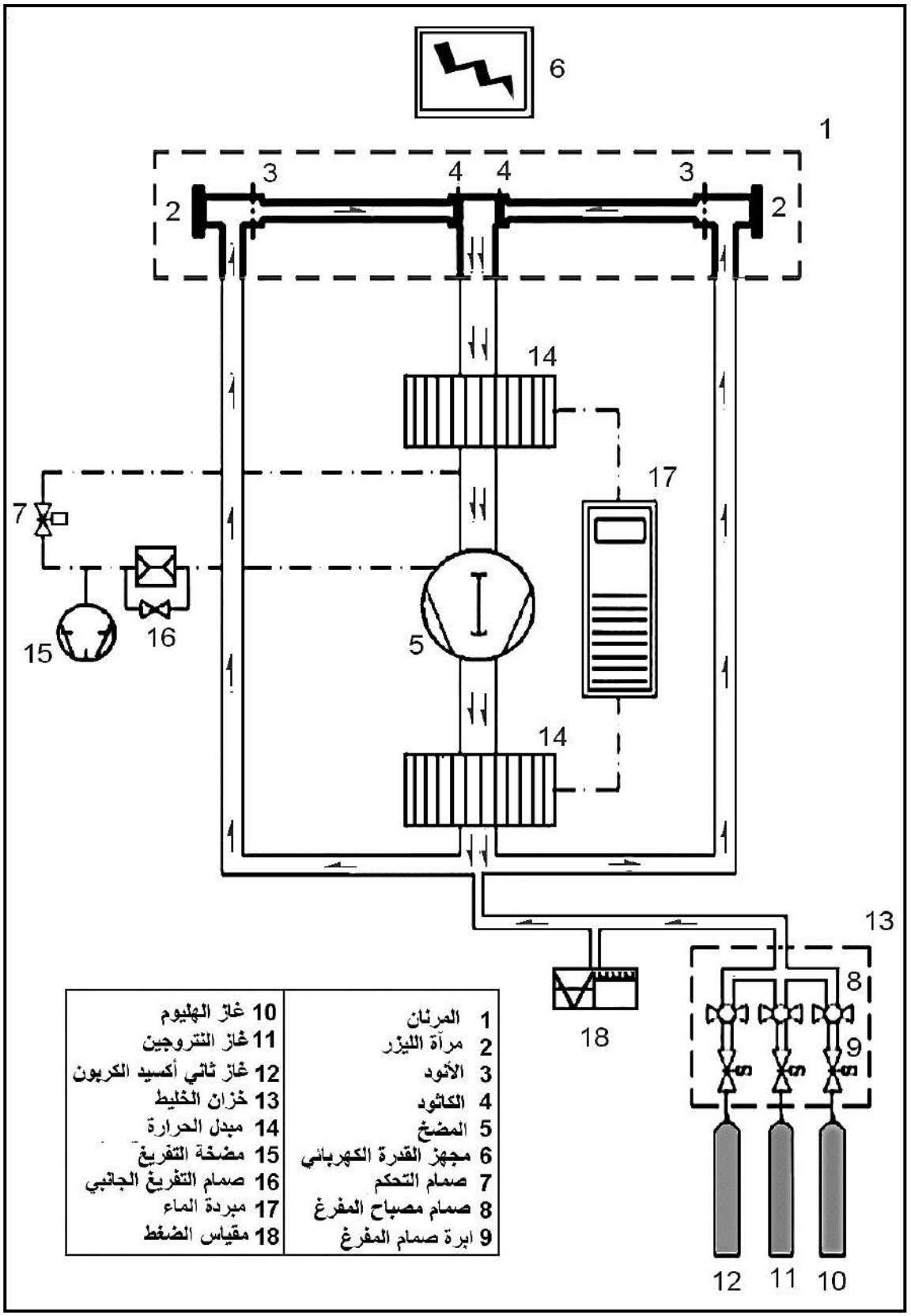
إنّ مجهز القدرة الأساسي لتشغيل ليزر ثاني أوكسيد الكربون والمبسط في المستويات الكهربائية نسبيا يشمل تجهيز فولتية كبيرة ومقاومة عالية لتحديد التيار

ويبين الشكل (٢ - ٢١) مخططا لليزر ثاني أوكسيد الكربون ذي التدفق المستعرض. المصدر في هذه الحالة قد يكون ببساطة مجهز قدرة بسيط لفولتية عالية يصل لعدة عشرات من الكيلو فولتات ، مطلوب رسمها بمقياس رسم مناسب مع تسمية الأجزاء.



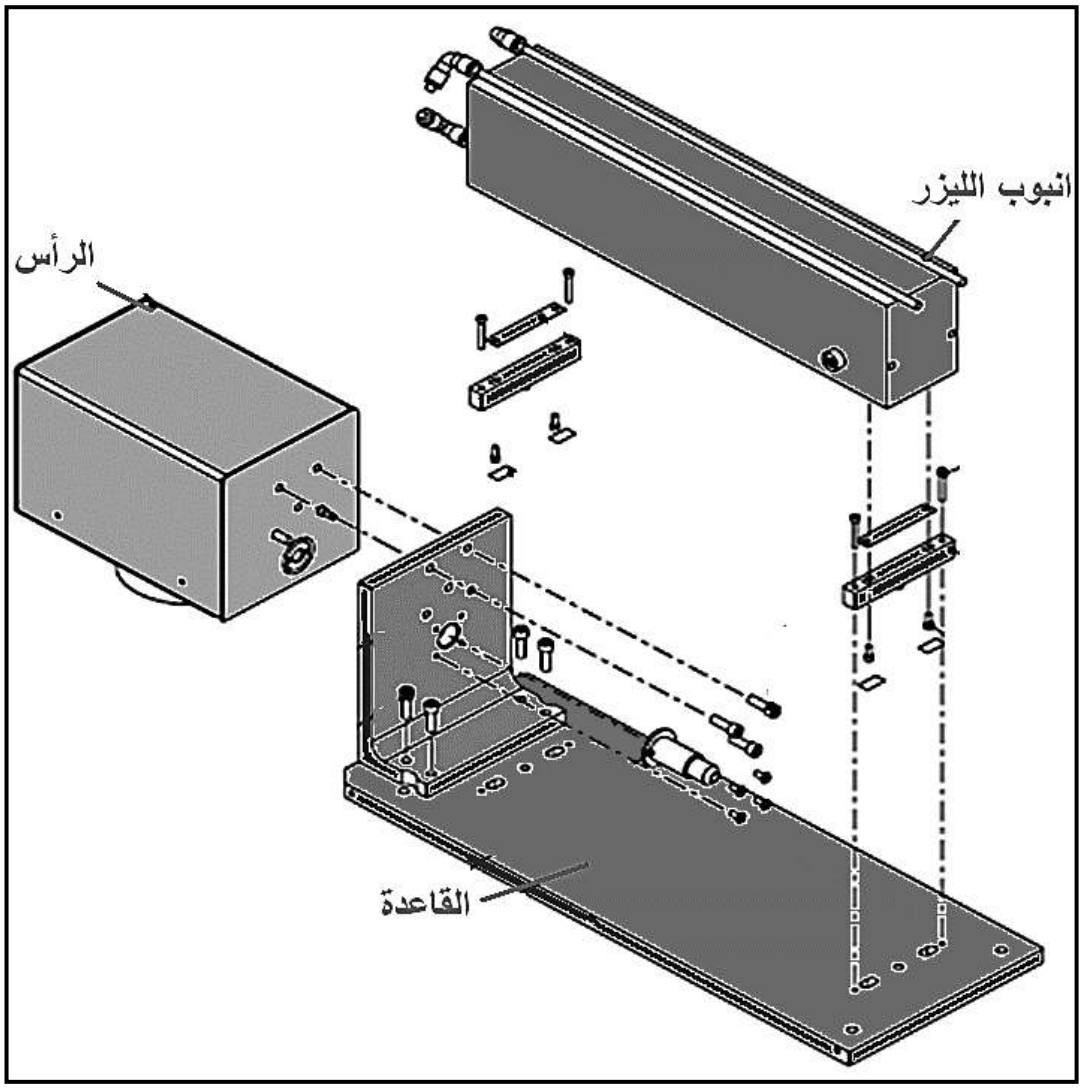
الشكل (٢ – ٢١) مخطط يوضح منظومة ليزر ثاني أوكسيد الكربون ذات التدفق الغازي المستعرض مع دائرة مجهز القدرة، مطلوب رسمها بمقياس رسم مناسب مع تسمية الأجزاء

ويبين الشكل (٢- ٢٢) مخططا يوضح منظومة ليزر ثاني أوكسيد الكربون ذات التدفق الغازي المحوري مع مجهز القدرة ومنظومة التبريد وموضح عليها أجزاء المنظومة ، مطلوب رسمها بمقياس رسم ١:١مع ترقيم الأجزاء وتسميتها.



الشكل (٢ - ٢٢) مخطط يوضح منظومة ليزر ثاني أوكسيد الكربون ذات التدفق الغازي المحوري مع الملحقات، مطلوب رسمها بمقياس رسم ١:١ مع ترقيم الأجزاء وتسميتها

ولغرض تثبيت رأس وجسم منظومة الليزر مع المنضدة البصرية يبن الشكل (٢- ٢٣) الرسم التجميعي ثلاثي الأبعاد للمنظومة (مفككة) والتي تتضمن رأس وجسم إحدى منظومات الليزر وطريقة تثبيتها عن طريق اللوالب على المنضدة البصرية.



الشكل (٢- ٢٣) مخطط لراس وجسم ليزر ثاني أوكسيد الكربون عند نقاط تثبيته على المنضدة البصرية (الرسم توضيحي)

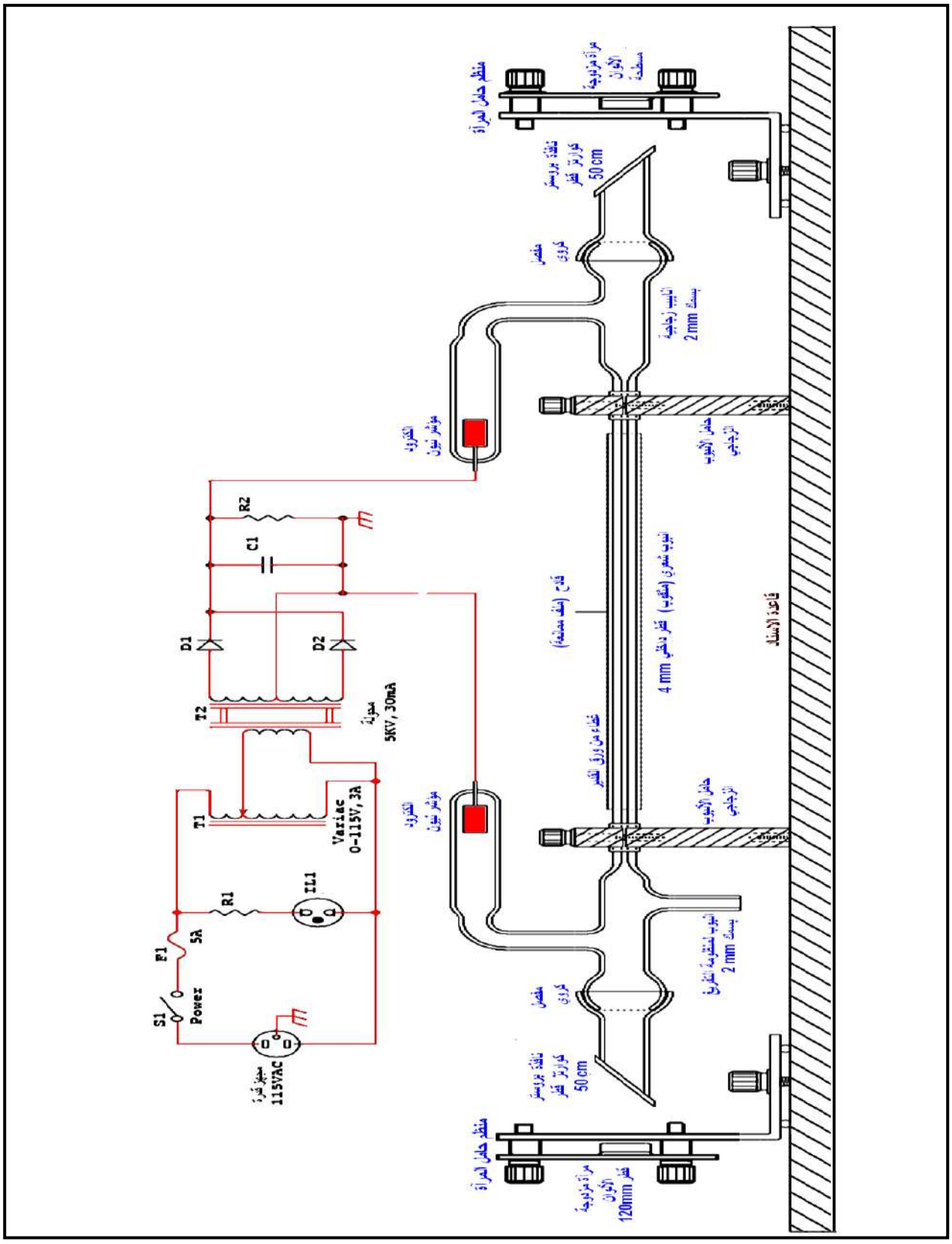
٢ – ٣ – ٤ ليزر الغاز النبضي متعدّد المراحل Multi-Stages Gas Laser

يمثل ليزر غازي الاركون كربتون (Ar / Kr) احد أنواع الليزرات الغازية الأيونية ، وبشكل مطور متعدد المراحل، ويستعمل فيه نفس تصميم المرايا الليزر CO_2 الغازية الجزيئية لملائمتها ، لكن الاختلافات الرئيسة تتعلق بمجهز القدرة الكهربائي الذي غالبا ما يكون أكثر تعقيدا وبسيطرة أفضل على عرض وطاقة النبضة ، "نظام التعاقب" للحصول على قدرة خرج أكبر ومماثل بشكل من الأشكال إلى الذي يستعمل لتشغيل ليزر الحالة الصلبة. وعند استعمال غاز النيون الصافي (Ne), سينتج ليزر الغاز المتعدّد النبضي ضوء باللون البرتقالي بطول موجي ٦١١.٩nm وأصفر بطول موجي ٥٩٤.١nm .

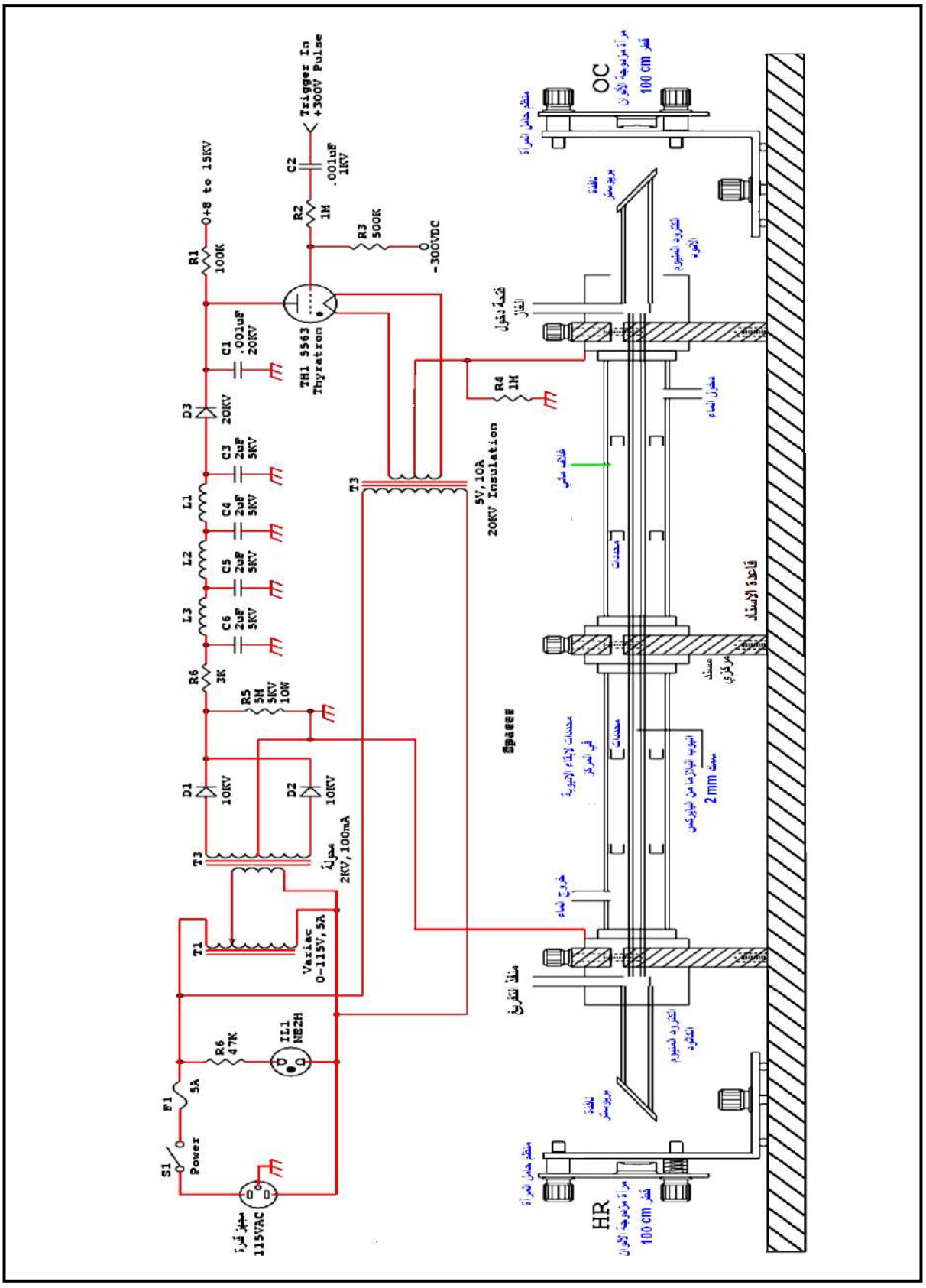
يحتوي النظام على مضخّة ميكانيكية من جهة من أنبوب الليزر مع السيطرة على صمام التسرب الغازي في النهاية الأخرى ويزود الليزر بنظام تفريغ متوسط ومجموعة الأنابيب الزجاجية.

يبين الشكل (٢ - ٢٤) أجزاء منظومة ليزر أيون الاركون وقد ثبتت التسميات عليها، مطلوب رسم المنظومة بمقياس رسم ١:١ وتسمية الأجزاء، تؤخذ القياسات من الرسم .

ويبين الشكل (٢ - ٢٥) التركيبة المثالية لبناء ليزر الغاز المتعدد المراحل النبضي مع مجهز القدرة ومنظومة المرايا وموضح عليها أجزاء المنظومة (للإطلاع) .



الشكل (٢- ٢٤) أجزاء منظومة ليزر أيون الاركون وقد ثبتت التسميات عليها، مطلوب رسم المنظومة بمقياس رسم ١:١ وتسمية الأجزاء ، تؤخذ القياسات من الرسم



الشكل (٢- ٢٥) التركيبة المثالية لبناء ليزر الغاز المتعدد المراحل النبضي مع مجهز القدرة ومنظومة المرايا وموضح عليها أجزاء المنظومة (للإطلاع)

٢ - ٤ ليزر الحالة السائلة (ليزر الصبغة) Dye Laser

يدعى بليزر الصبغة أو ليزر التوليف او التنغيم (Tuning laser) ويصنف ضمن ليزر مستويات الطاقة الرباعية(Four Energy Level) وتستعمل المادة الفعالة فيهاصبغة عضوية معقدة التركيب مذابة في محلول مثل الكحول على الغالب، ليكون وسطا فعالا لتوليد الليزر وبذلك يساعد على حل المشاكل التي تواجه تصميم ليزر الحالة الصلبة فضلا عن ان الكثافة الجزيئية للمواد السائلة معتدلة مقارنة بالمواد الصلبة والسائلة والغازية.

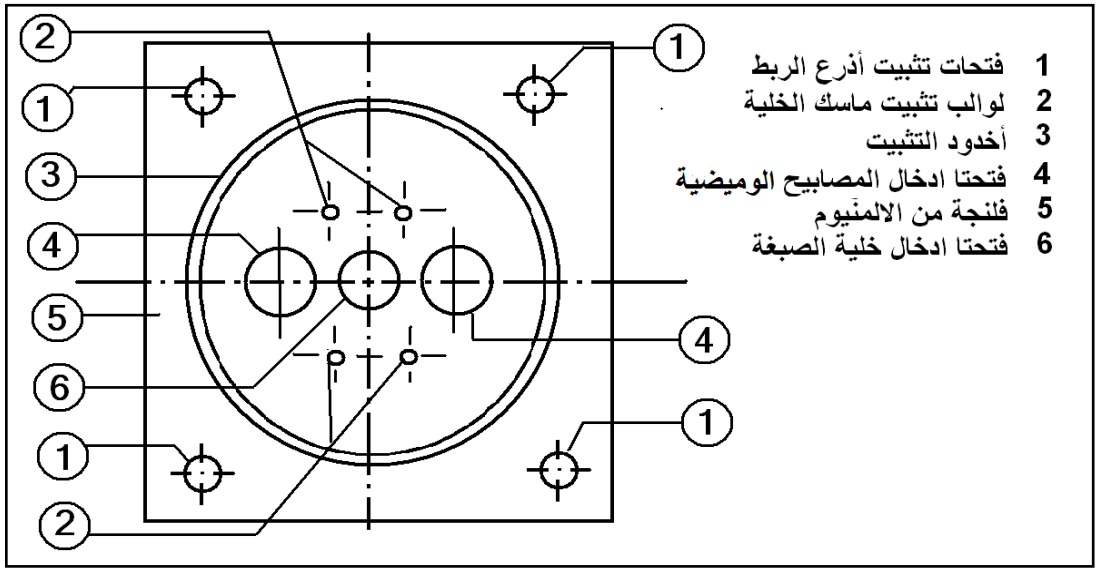
يمتاز ليزر الحالة السائلة بكونه قابل للتنغيم عن طريق استعمال محزز (Grating) او موشور (Prism) في فجوة المرنان لحساب طول موجة التذبذب والحصول على مدى واسع من الترددات تمتد من الأشعة فوق البنفسجية (UV) إلى الأشعة تحت الحمراء (IR) على الرغم من أن اغلب أنواع ليزر الحالة السائلة تقع ضمن المدى المرئي . ينقسم ليزر الحالة السائلة بحسب عملية الضخ الى ثلاثة انواع هي ليزر السائل نبضي (Pulse d dye laser) والذي يضخ عن طريق المصباح الوميضي والذي يملئ أما بغاز الزينون (Xenon) او بغاز الكربتون (Krypton). والنوع الثاني (ruby laser) ذو الطول الموجي (٦٩٣.٣nm) وليزر الاكزايمر الذي يكون ليزر متناغم ذو نبضة ضيقة جدًا في حدود (١٠ نانو ثانية). يكون شكل المصباح الوميضي المستخدم في عملية الضخ خطي كما يمكن استخدام مصباح أو مصباحين في عملية الضخ مع استعمال عاكسات اهليجية تحيط به لتعكس الضوء الساقط الى السائل وبذلك تتم عملية الضخ بكفاءة عالية ، ويكون موقع المصباح الوميضي محاذي للأنبوب الحاوي على السائل , والشكل (٢ – ٢٦) يوضح أجزاء المصباح الوميضي .

شكل (٢ -٢٦)المصباح الوميضي الخطي المستخدم في منظومة ليزر الصبغ

٢ ــ ٢ ــ ٤ الاجزاء الميكانيكية لمنظومة ضخ ليزر الصبغة (السائل) :

تتكون هذه المنظومة من الأجزاء التالية:

١- فلنجة عدد (٢) من الألمنيوم وبأبعاد محفور في كـل منهما من الداخل أخدود دائري يستقر فيه العاكس , فضلا عن احتواء كل منهما على فتحة في منتصفها بقطر تستقر فيها خلية الصبغة وتثبت فـــي أعلى هذه الفتحة وأسفلها ماسكات خلية الصبغة والتي تثبت بوساطة أربعة لوالب. كما أنَّ لكل فلنجة فتحتين جانبيتين على طرفي الفتحة المركزية كل منهما بقطر تخترقها المصابيح الوميضية الخطية التي تقع عـــلى جانبي خلية الصبغة ، فضلا عن ذلك يتم إدخال الهواء المضغوط من هاتين الفتحتين لتبريد المصابيح الوميضية . وتوجد في أركانها الأربعة ، أربعة ثقوب كل منها بقطر لتثبيت أذرع الربط للمنظومة، كما موضح في الشكل (٢- ٢٧) .



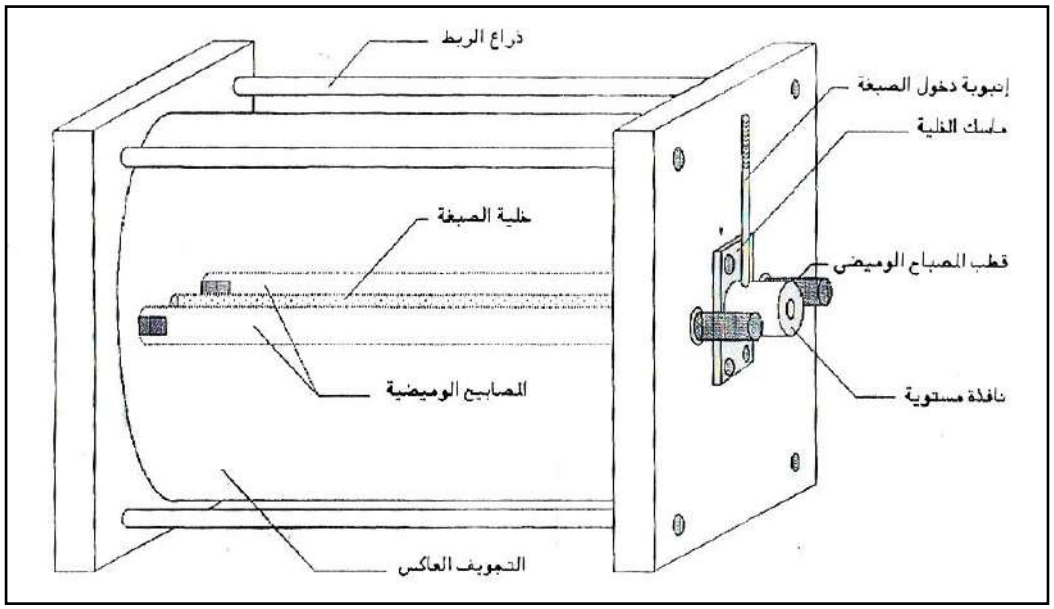
شكل (٢ -٢٧) مقطع عرضي للفلنجة في منظومة ليزر الصبغة

٢- أذرع الـربط لتثبيت الفلنجات والعاكس بعضها إلى بعض لضمان قوة ربط للمنظومة وعددها (٤ اذرع).

٣- ماسكات الخلية، وهي شفتين من مادة الزجاج البلاستيكي (البيرسبكس) تتيح لنا التحكم في مستوى خلية الصبغة (رفعها أو خفضها) وبالتالي تسهيل عملية الترصيف الضوئي.

٤- قطعة كبيرة مـن الزجاج البلاستيكي تحتوي على ثقوب لتثبيت فجوة الليزر عليها، وتم إجراء التسليك الكهربائي عبرها، وهذا يتيح للباحث في المنظومة الأولي أن يكون بمـأمن من التماس الكهربائي وبالتالي يكون جانب الأمان عاليا وبخاصة أن الفولتيات الكهربائية العاملة فيها عالية نسبيا.

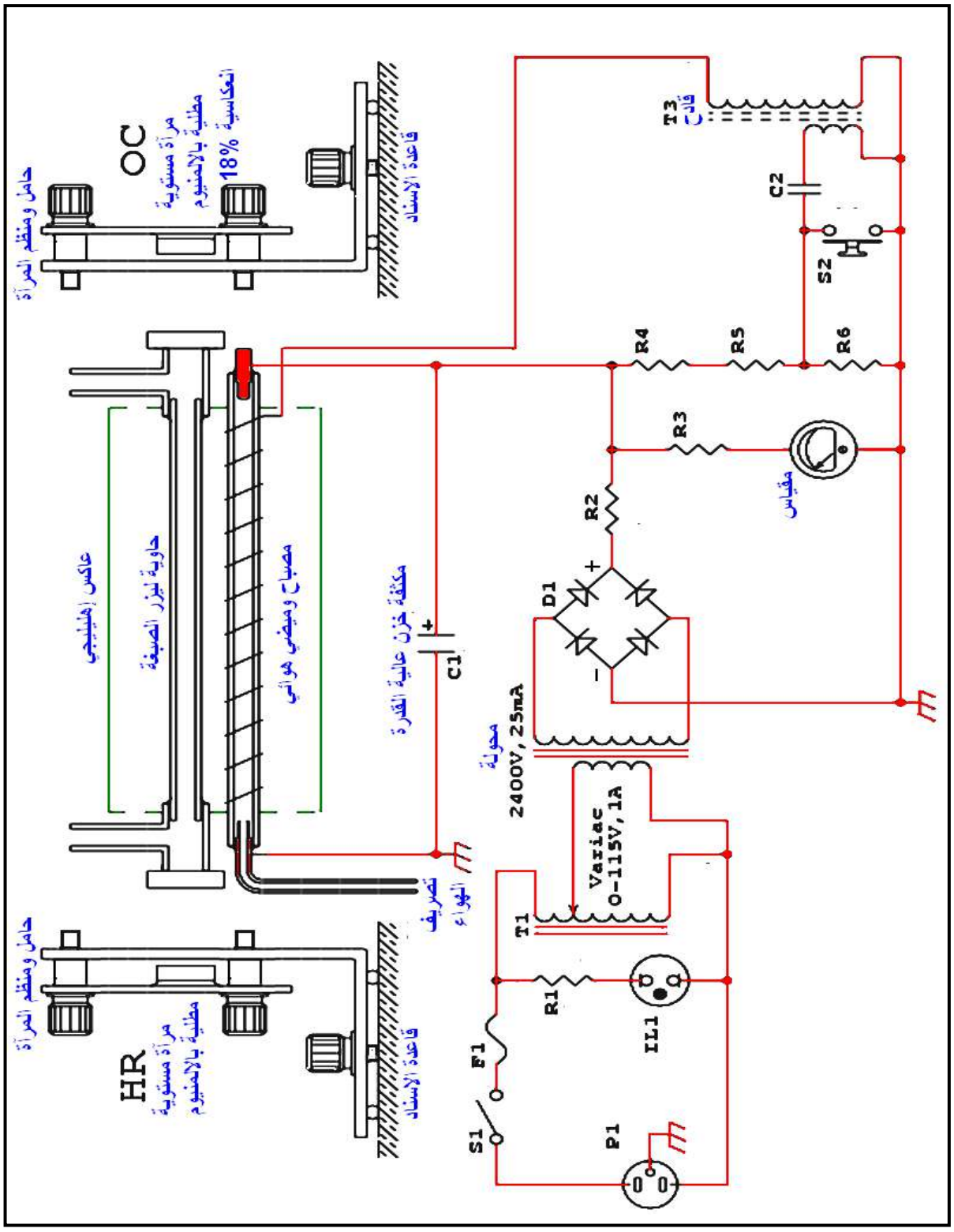
٥- حوامل مجموعة المرايا والأقطاب وعددها (٦). كما موضح في الشكل (٢ - ٢٨).



الشكل (٢ - ٢٨) يوضح الأجزاء الميكانيكية لمنظومة ليزر الصبغة (للإطلاع)

أما النوع الثالث فيستعمل فيه مصباح ومضي محوري إذ يلتف حول الأنبوب الحاوي على السائل ويمكن استعمال مصباح ومضي بشكل صفيحة من مادة زجاجية ذات معامل انكسار يختلف عن معامل انكسار الانبوب الحاوي على السائل للحصول على انعكاس داخلي كلي للضوء داخل التجويف وبذلك ينتج لدينا مسار ضوئي طويل داخل ذلك التجويف وهذا يؤدي الى عملية تضخيم جيدة للشعاع .

ويبين الشكل (٢ – ٢٩) المخطط التفصيلي لليزر الصبغة مع التجهيزات الكهربائية والالكترونية اللازمة لتشغيله، مطلوب رسم المنظومة بمقياس رسم ١:١ وتسمية الأجزاء، تؤخذ القياسات من الرسم.



الشكل (٢- ٢٩) المخطط التفصيلي لليزر الصبغة مع التجهيزات الكهربائية والالكترونية اللازمة لتشغيله، مطلوب رسمه بمقياس رسم ١:١ ، وتؤخذ القياسات من الرسم

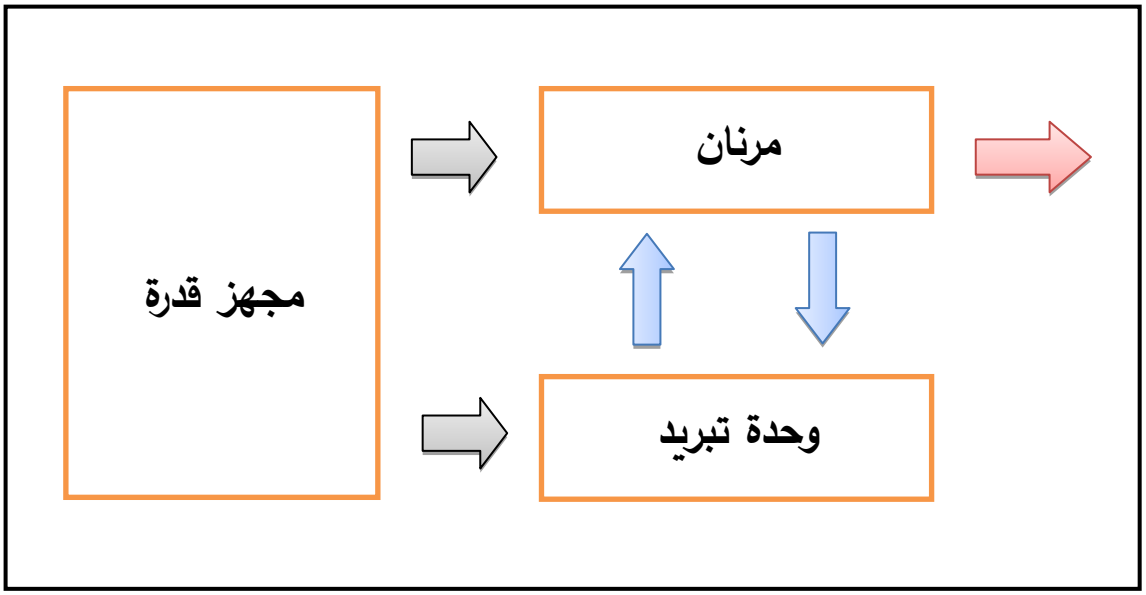
٢ ـ ٥ ليزر الحالة الصلبة Solid-state laser

تشتمل هذه المجموعة على مدى واسع من الليزرات مثل الليزرات البلورية والليزرات الزجاجية وليزرات الصبغة في الحالة الصلبة وليزر المراكز اللونية وليزر أشباه الموصلات والليزرات البوليمرية. تشترك جميع هذه الليزرات في كونها تتألف بشكل رئيسي من عناصر رئيسية هي الوسط الفعال وهو على هيئة اسطوانة صلبة موضوعة داخل حجرة بصرية تحتوي على مرايا متقابلة، وتكون المرايا متوازية مع بعضها وعمودية على محور الوسط الفعال كما تحتوي الحجرة على الية للضخ البصري. وعند مرور الضوء في الوسط الفعال فانه يتضخم بالية الانبعاث المحفز مما ينتج حزمة ضوئية ذات شدة واتجاهية عالية.

ومن اشهر هذه الليزر هو ليزر النديوم – ياك (Nd-YAG) والذي يحوي على بلورة كارنيت الالمنيوم ايتريوم تستبدل فيها نسبة قليلة من ايونات الايتريوم بايونات الانديوم ، ان الطول الموجي لهذا الليزر هو (١٠٦٤nm) وهو يستخدم على نطاق واسع في العديد من التطبيقات الصناعية والطبية.

يتالف الليزر عموما من ثلاثة أجزاء رئيسية هي:

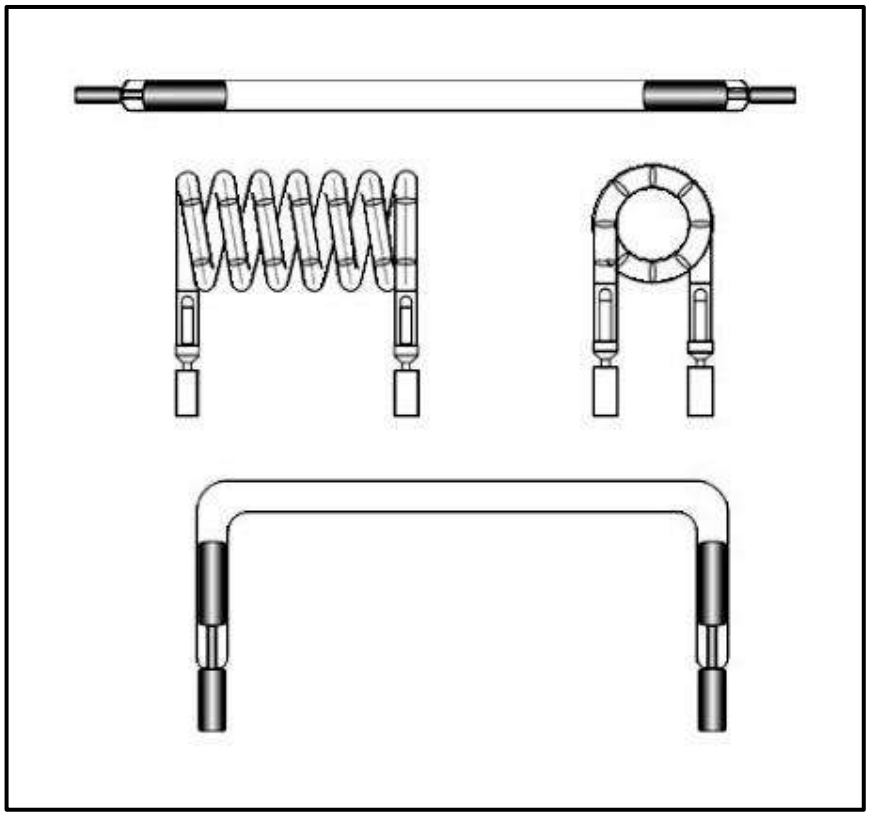
- **المرنان .**
- **مجهز القدرة .**
- **وحدة التبريد .**



الشكل (٢-٣٠) مخطط يبين الأجزاء الرئيسة لليزر الحالة الصلبة

٢-٥-١المصابيح الوميضية Flash Lamps

تستعمل المصابيح الوميضية في عمليات الضخ البصري لأشعة الليزر النبضية، وتكون هذه المصابيح مملوئة بغاز نبيل اما تصاميمها الهندسية فهي متنوعة فقد تكون خطية او حلزونية، الا إن الشكل الأكثر شيوعا هو الخطي ويكون على هيئة انبوب زجاجي طويل بسمك بحدود (١ – ٢ mm) وقطر داخلي يتراوح بين (٣ – ١٩ mm) وطول يتراوح بين (٥cm) وقد يصل إلى (١m) ، يملأ الأنبوب بغاز الزينون بضغط بحدود (٧٠٠ – ٣٠٠) تور .



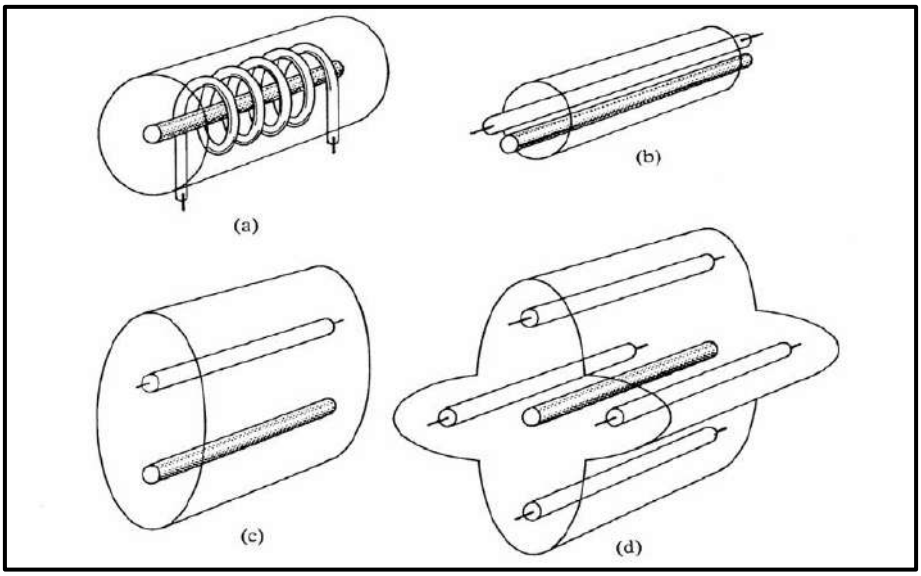
الشكل(٢ - ٣١) مصابيح وميضية بإشكال هندسية مختلفة

(مخطط توضيحي)

٢ – ٥ – ٢ حجرة الليزر Laser Cavity

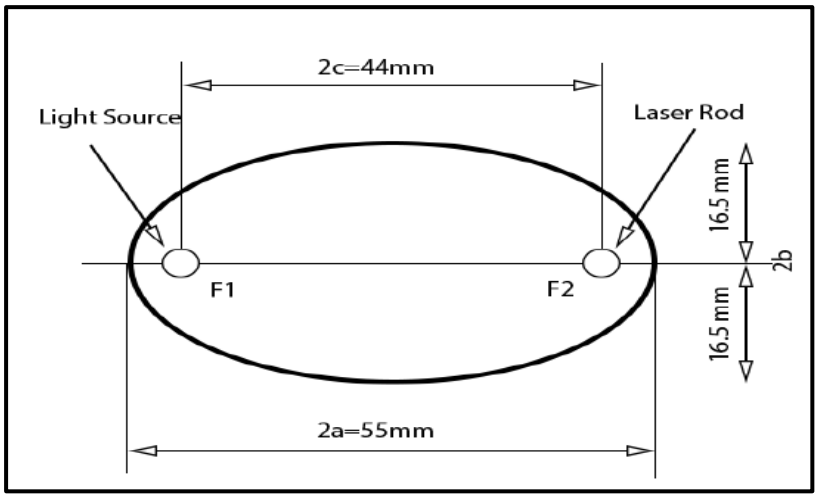
تعد كفاءة الضخ البصري إحدى أهم العوامل المؤثرة في كفاءة الليزر والتي يمكن حسابها من خلال النسبة بين قدرة الضوء المسلط على الوسط الليزري الى القدرة المنبعثة من الليزر. وتوجد تصاميم هندسية مختلفة للحجر الليزرية تعتمد على نوع القضيب الليزري(الوسط الفعال) والشكل الهندسي للمصباح ومتطلبات التبريد.

والشكل (٢ - ٣٢) يوضح الأشكال الهندسية المختلفة لحجرة الليزر حيث يمثل (a)(حجرة الليزر بقضيب ليزري مع مصباح ضخ حلزوني) و(b) (حجرة ليزر بقضيب ومصباح ضخ خطي) و(c) حجرة ليزر بقضيب واحد وأربع مصابيح وميضية خطية) و(d) (حجرة ليزر بقضيب ليزري واحد مع مصباح ضخ خطي وبشكل حجرة بيضوي) .



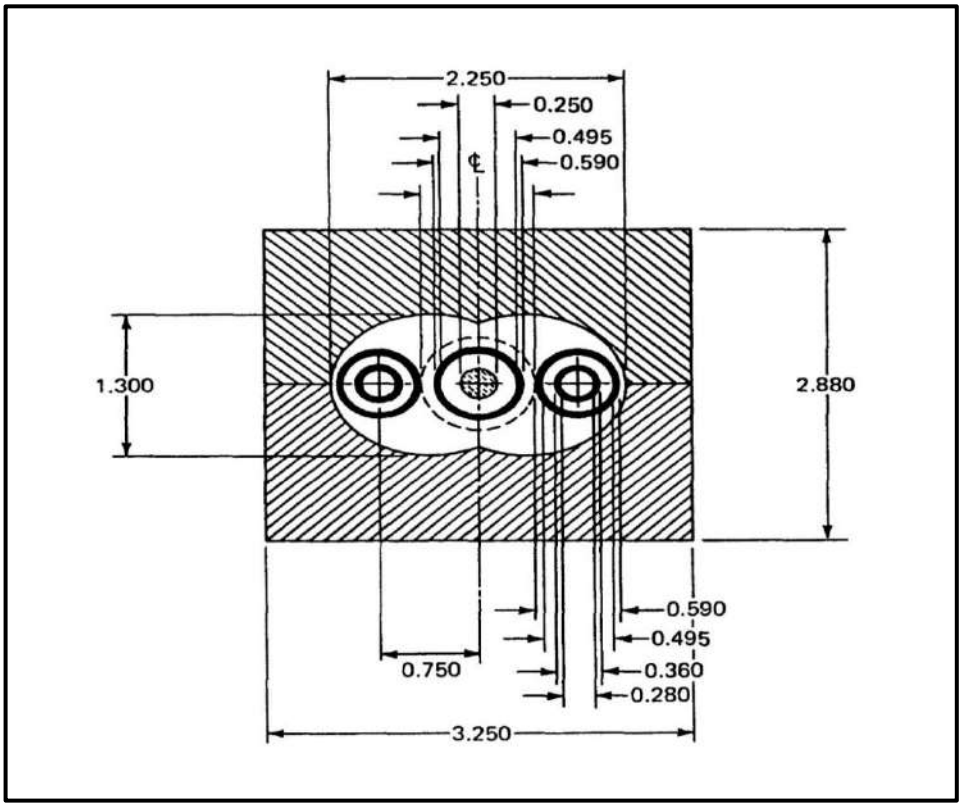
الشكل (٢- ٣٢) إشكال هندسية مختلفة لحجر الضخ . (مخطط توضيحي)

الشكل التالي يبين مقطعا عرضيا لحجرة بيضوية مصنوعة من الألمنيوم تحتوي مركزين احدهما للقضيب الليزري والأخر للمصباح الوميضي . إما الشكل (٢ - ٣٤) فيبين مقطع عرضي لحجرة ضخ تحتوي على مصباحين (حجرة مزدوجة)



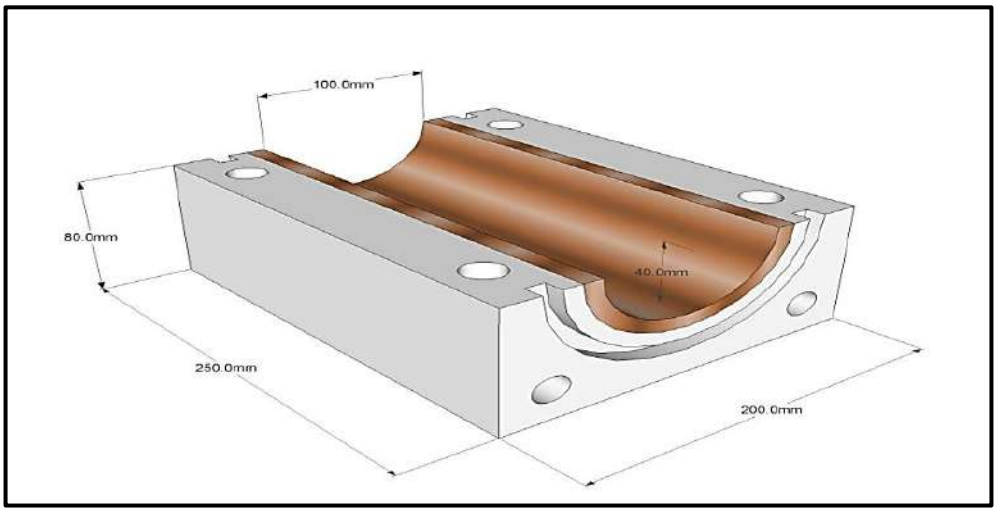
الشكل (٢ - ٣٣) مقطع عرضي لحجرة ضخ بيضوية (حجرة مزدوجة)

(المطلوب الرسم بمقياس تصغير ٢:١)

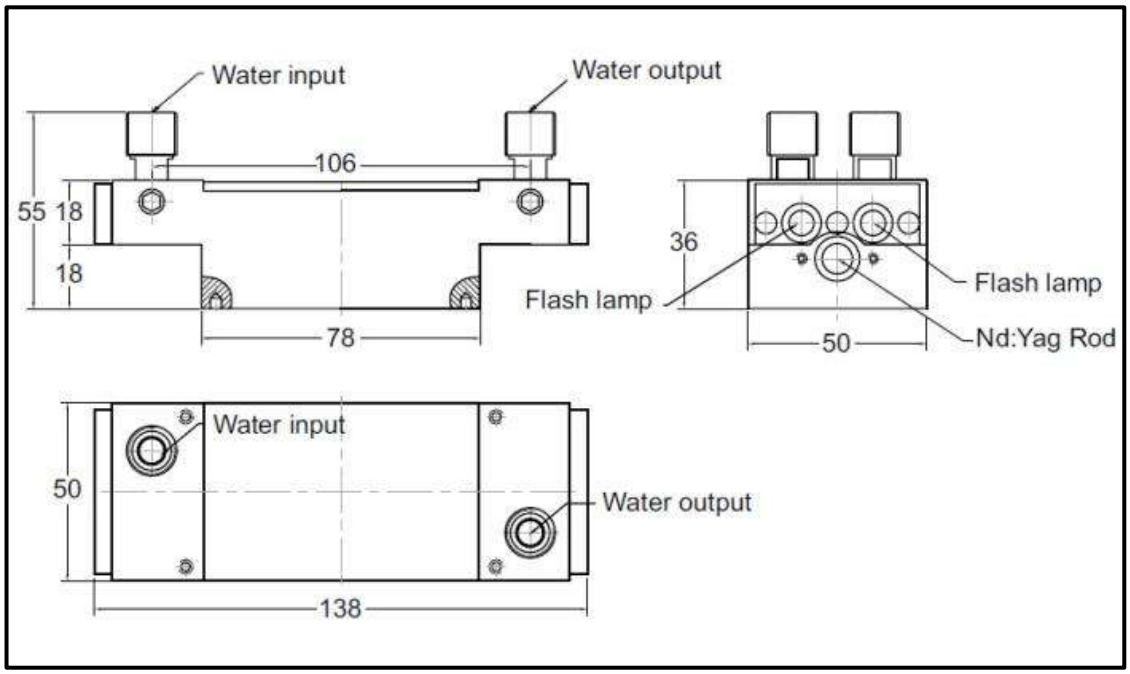


الشكل (٢- ٣٤) مقطع عرضي لحجرة ضخ تحتوي مصباحي ضخ (المطلوب الرسم بمقياس ١:١٠)

وأما الأجزاء المختلفة لباقي أجزاء منظومة ليزر الحالة الصلبة فهي موضحة بالشكل (٢ - ٣٥) (٢-٣٦) فيما يبين الشكل (٢ - ٣٧) مقطع عرضي حامل للقضيب الليزري مزود بالية تبريد .

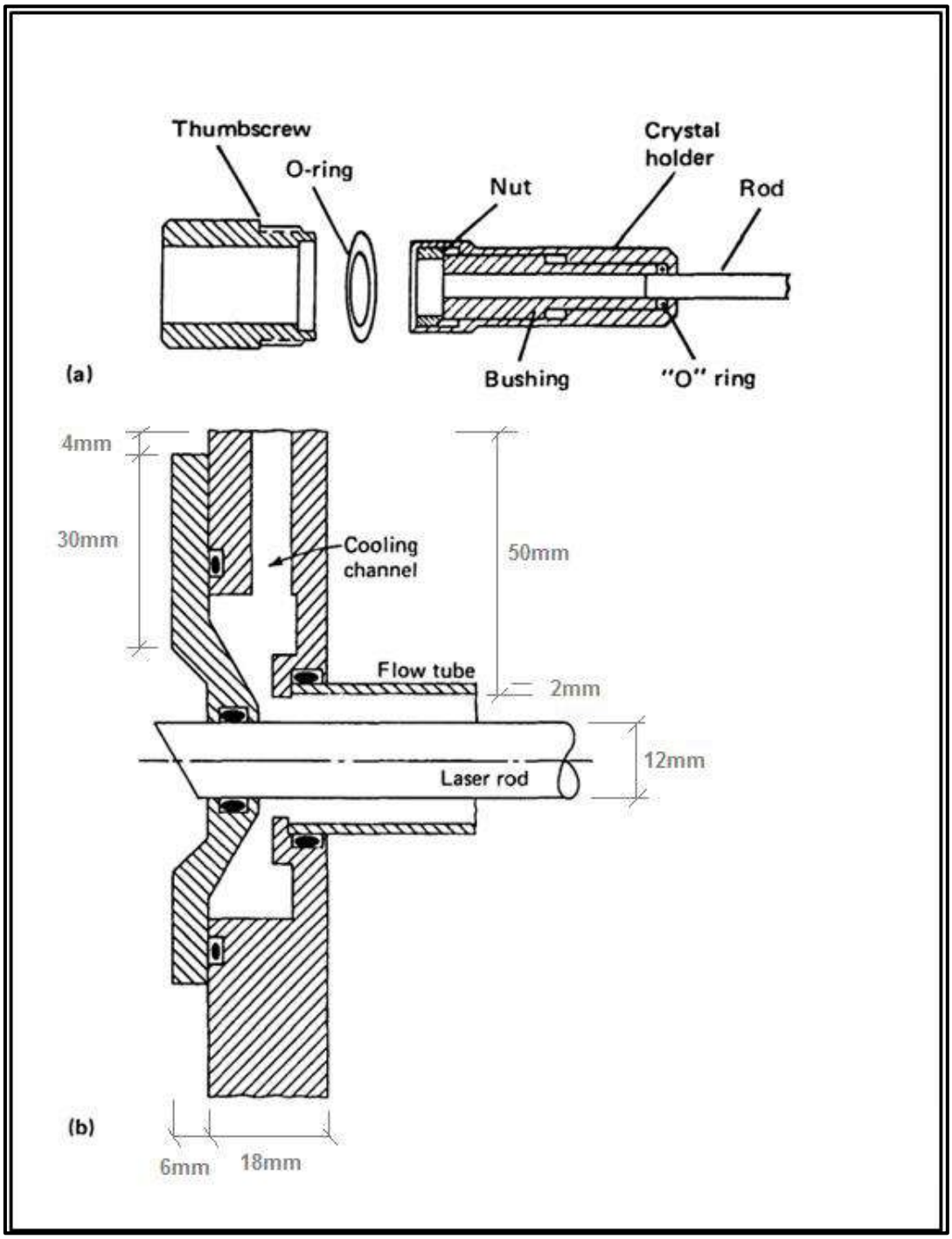


الشكل (٢- ٣٥) الجزء السفلي لحجرة ضخ بيضوية الشكل (مخطط توضيحي)



الشكل (٢- ٣٦) حامل طرفي للمصابيح الوميضية والقضيب الليزري مزود بالية تبريد

(المطلوب الرسم بمقياس ١:١)



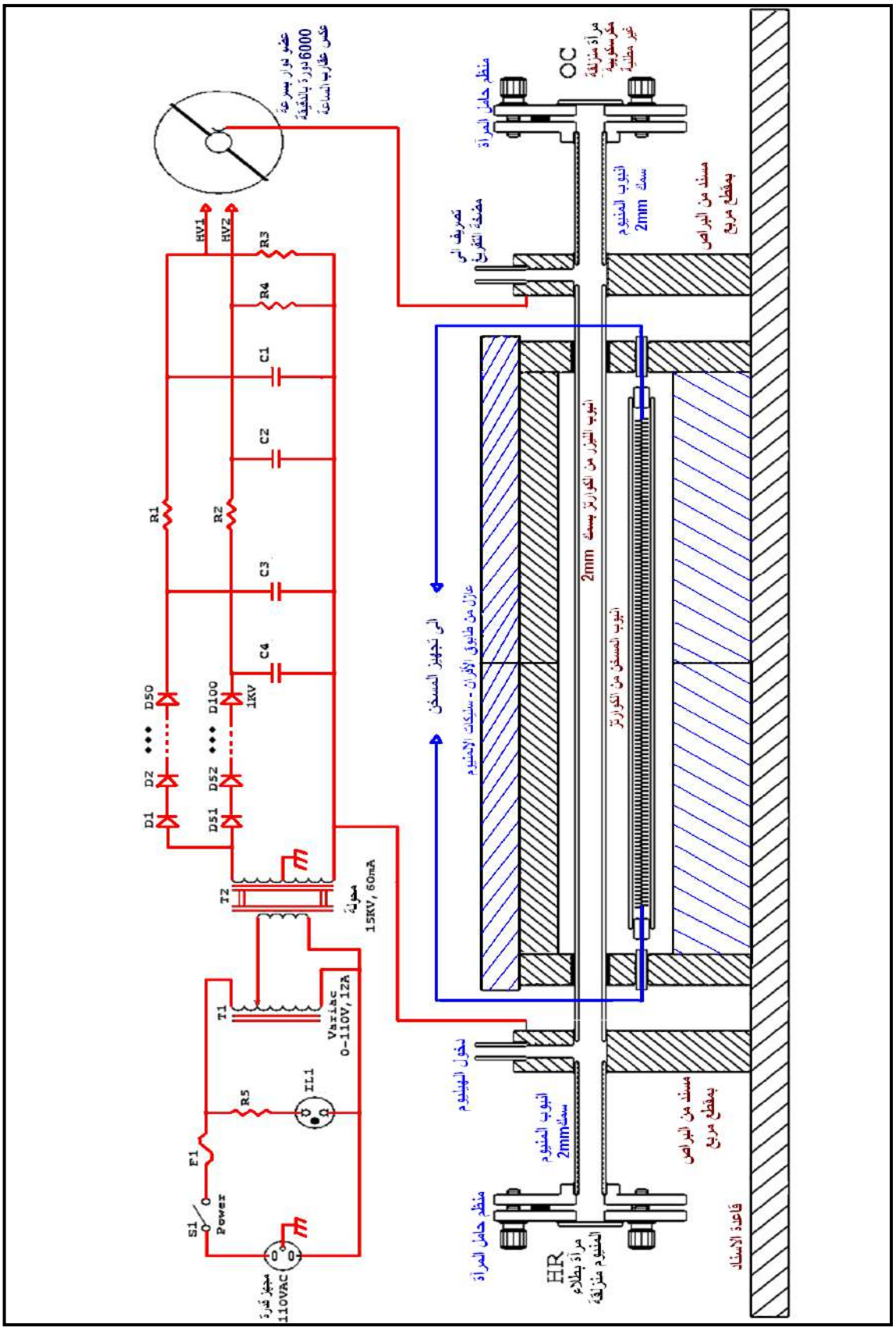
الشكل (٢-٣٦) مقطع عرضي لحامل القضيب الليزري مزود بالية تبريد

(المطلوب الرسم بمقياس ١:١)

٢ – ٦ ليزر كلوريد النحاس Copper Chloride Laser

يعتمد هذا النوع من الليزر على توليد بخار النحاس من كلوريد النحاس (CuCl) وبروميد النحاس (CuBr) عند درجة حرارة عالية بحدود ١١٠٠C° وبفعل تسليط فرق جهد نبضي عالي القيمة بحدود (١٠kV)، ويمتاز بمعدل تكرار من ٨-١٠ kHz وبطولين موجيين الأخضر ٥١٠nm والأصفر ٥٧٨nm ، كما يجب أن يعزل النحاس من ذرّات هالوجينية عن طريق تكرار نبضات مزدوجة لفرق الجهد العالي ليتم فصل ايونات النحاس من ايونات الكلور اولاً ثم يتم ضخ ايونات البروم ليكون بروميد النحاس ، ولان عمر الذرّات المنفصلة قصير، يجب أن تكرر العملية لتنشيط الليزر، مما يجعل من تصميم الدائرة الكهربائية ذو خصوصية بحيث يكون التكرار كافي ليصبح الناتج وكأنه مستمر، وهذا يمكن أن ينجز باستعمال محرك ذو قدرة عالية كالذي يستعمل في الإيقاد الآلي ، أو من خلال تقنية التحكم بالترددات الكهربائية kHz لانجاز عملية فصل الذرات.

في تصميم التطبيقات الضوئية تستعمل مرآة في جهة وقطعة زجاجية موازية لسطحها وغير مطلية في الجهة الأخرى لتعطي نسبة عكس بحدود ٤٪ ويبين الشكل (٢ – ٣٨) التركيبة المثالية لمنظومة ليزر كلوريد النحاس والملحقات الكهربائية، مطلوب رسمها بمقياس رسم ١:١ وتؤخذ الأبعاد من الرسم مع التأشير على الأجزاءالمختلفة.

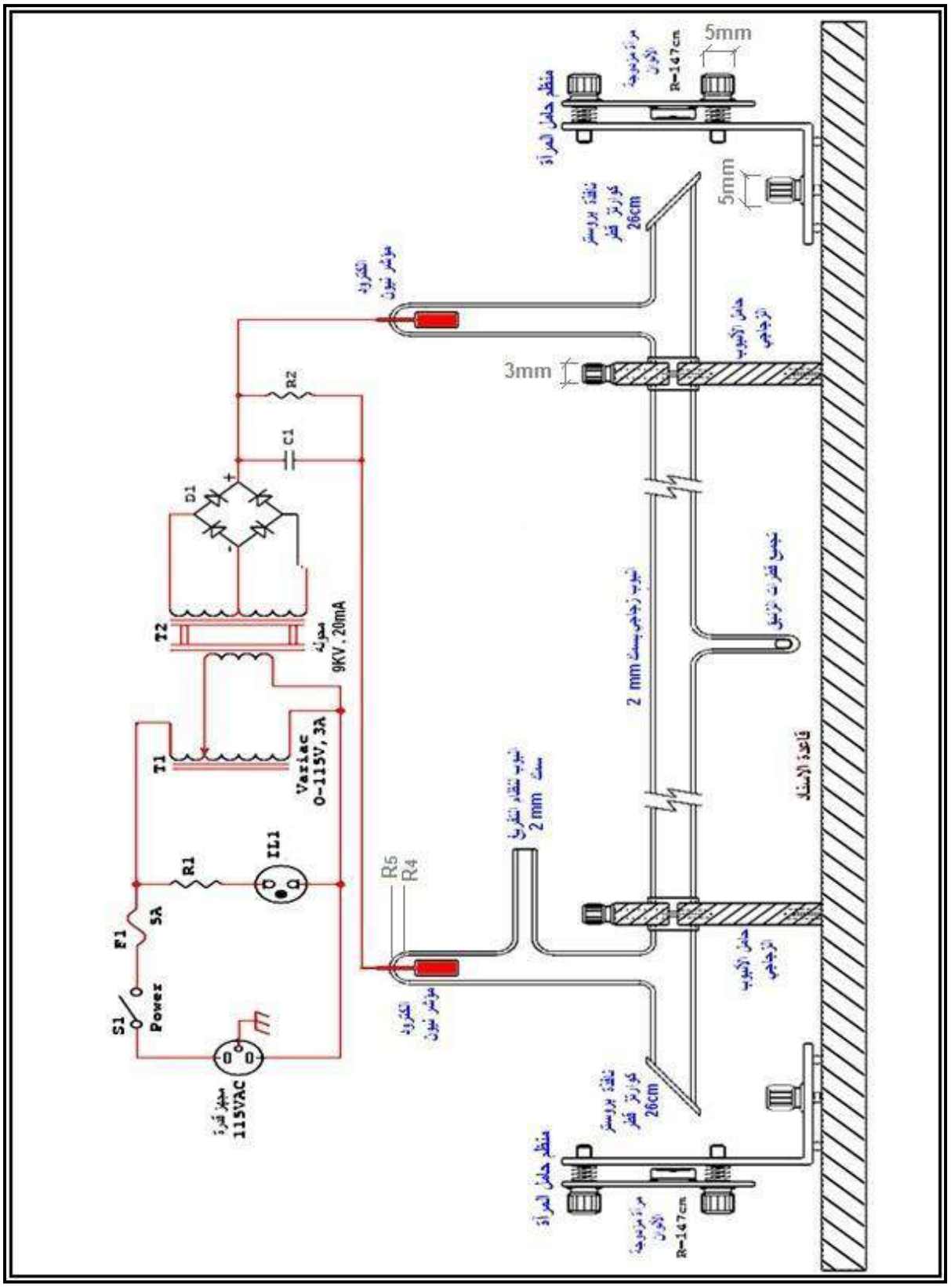


الشكل (٢- ٣٨) التركيبة المثالية لمنظومة ليزر كلوريد النحاس والملحقات الكهربائية ، (للإطلاع)

٢-٧ ليزر الهليوم زئبقHe-Hg Laser

يعد ليزر الهليوم زئبق مماثلا من نواح عديدة إلى ليزر الهليوم كادميوم HeCd وليزر الآركون كروم ArKr أو ليزر بخار النحاس من الناحية العملية وهو من أنواع ليزر الأبخرة المعدنية (Metal-vapor lasers) ، والاسم الآخر لهذا الليزر هو ليزر أيون بخار الزئبق ، لكونه يعمل على أساس انتقال أيون الزئبق والذي يمكنه من توليد نبضات حادّة من الطيف المرئي للضوء الأخضر ٥٦٧nm ونبضات أقل حدة من اللون الأحمر البرتقالي ٦١٥nm ، وقد يكون بنائه أسهل نسبيا من بقية أنواع الليزر من ناحية المادة الكيميائية المطلوبة لتجهيزات الغاز (قطرة فقط من الزئبق والهليوم) وسهولة في اصطفاف المرآة (Mirror Alignment) (لكونها تستعمل أنبوب ذا ثقب عريض) مع ضرورة توفير نظام فراغي متوسّط وبعض المعدات الزجاجية المطلوبة.

يبين الشكل (٢ – ٣٩) منظومة ليزر الهليوم زئبق مع الدائرة الكهربائية لمجهز القدرة، مطلوب رسم اللوحة بمقياس رسم ١:١ ، وتؤخذ الأبعاد من الرسم مع التأشير على الأجزاء.



الشكل(٢- ٣٩) التركيبة المثالية لمنظومة ليزر الهليوم زئبق مع الدائرة الكهربائية لمجهز القدرة (للإطلاع)

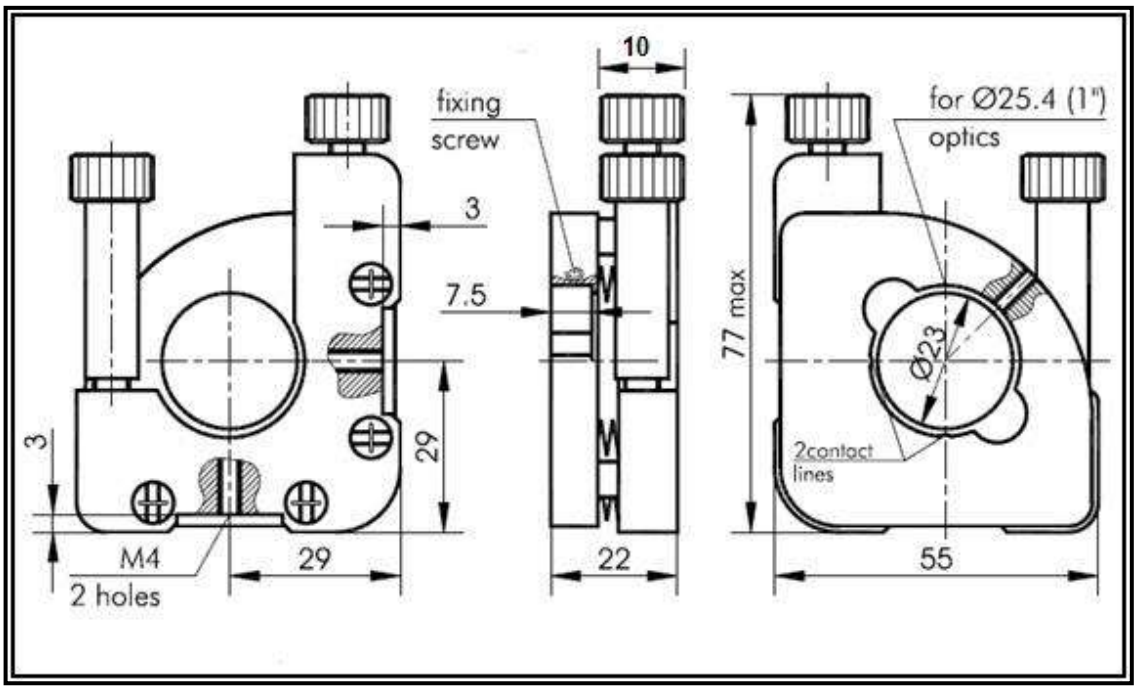
٢ – ٨ تصميم حاضنات المرايالمتحركة Design of Movable Mirror Mount

تشتركمعظمانواع الليزرفي شكل تصميماوتركيبالحاضنات (المحامل) البصرية(Optical Mounts) للمرايا الليزرية المتحركة ، اذ تتكون من إطار دقيق ذو مضبطات (منظمات) تستعمل لتلائم أحجام مختلفة من الصفيحة الامامية (الحاضنة) لحمل البصريات (العدسات، المرايا ، المرشحات ، وغيرها) بمختلف القياسات بسلامة وبدون خطر أو الحركة غير المرغوبة .

تستعمل هذه الحاضنات التي يمكن تعديلها يدويا لتعطي تعديلا دقيقا لاتجاه الليزر الخارج والترصيف البصري المطلوب إذ تحتوي على لوالب مسننة مع نوابض مرنة ذات درجة عالية من الحساسية والسيطرة وتكون بعدد لولبين او ثلاثة بزاوية ١٢٠ درجة اضافة الى لوالب عمودية لتحريك العنصر البصري للاعلى او للاسفل او افقيا ولتحريكه يمينا او يسارا واماما او خلفا، ويبين الشكل(٢ – ٤٠) أنواعا مختلفة من الحاضنات البصرية لتلائم العديد من التطبيقت البصرية ومنها أجهزة الليزر .

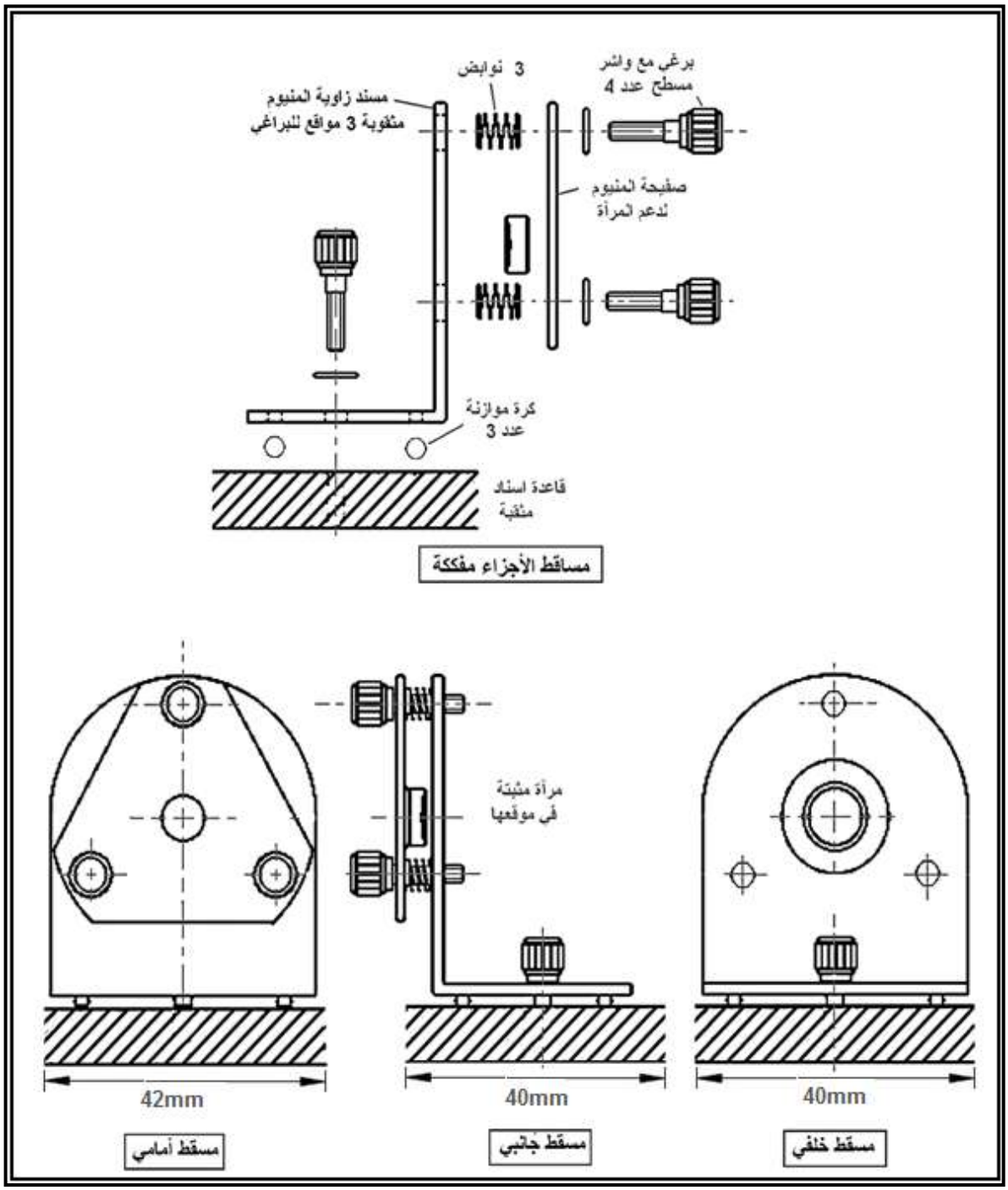
الشكل (٢ – ٤٠) صورتوضيحيةلأنواع مختلفة من الحاضنات البصرية لتلائم العديد من التطبيقات البصرية ومنها اجهزة الليزر

ويبين الشكل (٢ – ٤١) المساقط الثلاثة لحاضنة مرآة قابلة للحركة والضبط ، مطلوب الرسم بمقياس رسم ١:١ مع وضع الأبعادل .



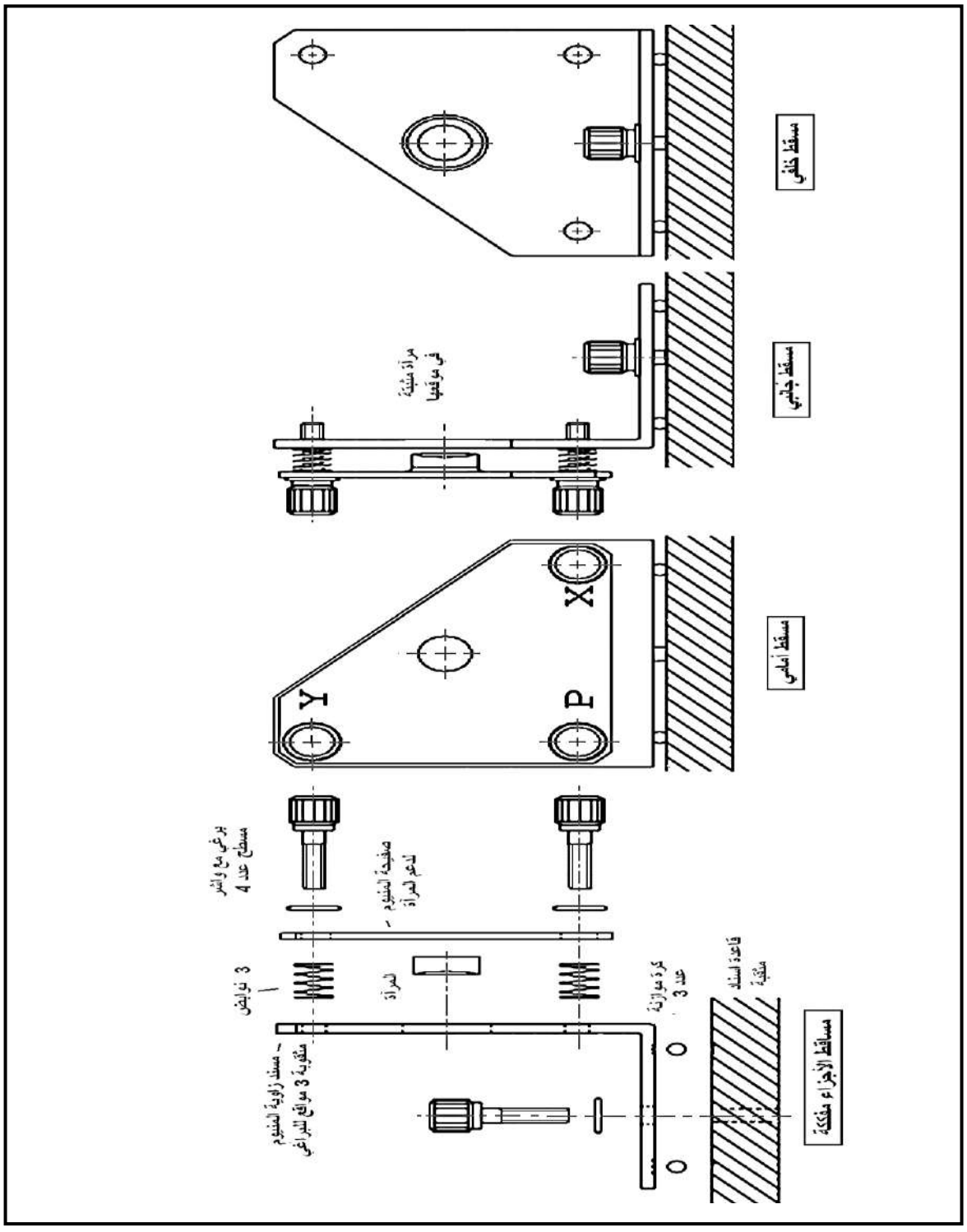
الشكل (٢- ٤١) المساقط الثلاثة لمحمل مرآة قابل للحركة والضبط، مطلوب الرسم بمقياس رسم ١:١

يبين الشكل (٢- ٤٢) حاضن مرآة (دائري) كمساقط للأجزاء بشكل مفصل والمساقط الثلاثة للحاضن مجمع مع المرآة ، مطلوب رسم المساقط كافة بمقياس رسم ١:١ وتؤخذ الأبعاد من الرسم .



الشكل (٢- ٤٢) مساقط لأجزاء محمل المرآة (دائري) بشكل مفصل، والمساقط الثلاثة لأجزاء مجمعةمطلوب رسم المساقط كافة بمقياس رسم ١:١ وتؤخذ الأبعاد من الرسم

في حين يبين الشكل (٢- ٤٣) مساقط لاجزاء حاضن (محمل) مرآة بتصميم آخر وبشكل مفصل والمساقط الثلاثة لأجزاء الحاضن مجمعة، مطلوب رسم المساقط كافة بمقياس رسم ١:١ وتؤخذ الأبعاد من الرسم .



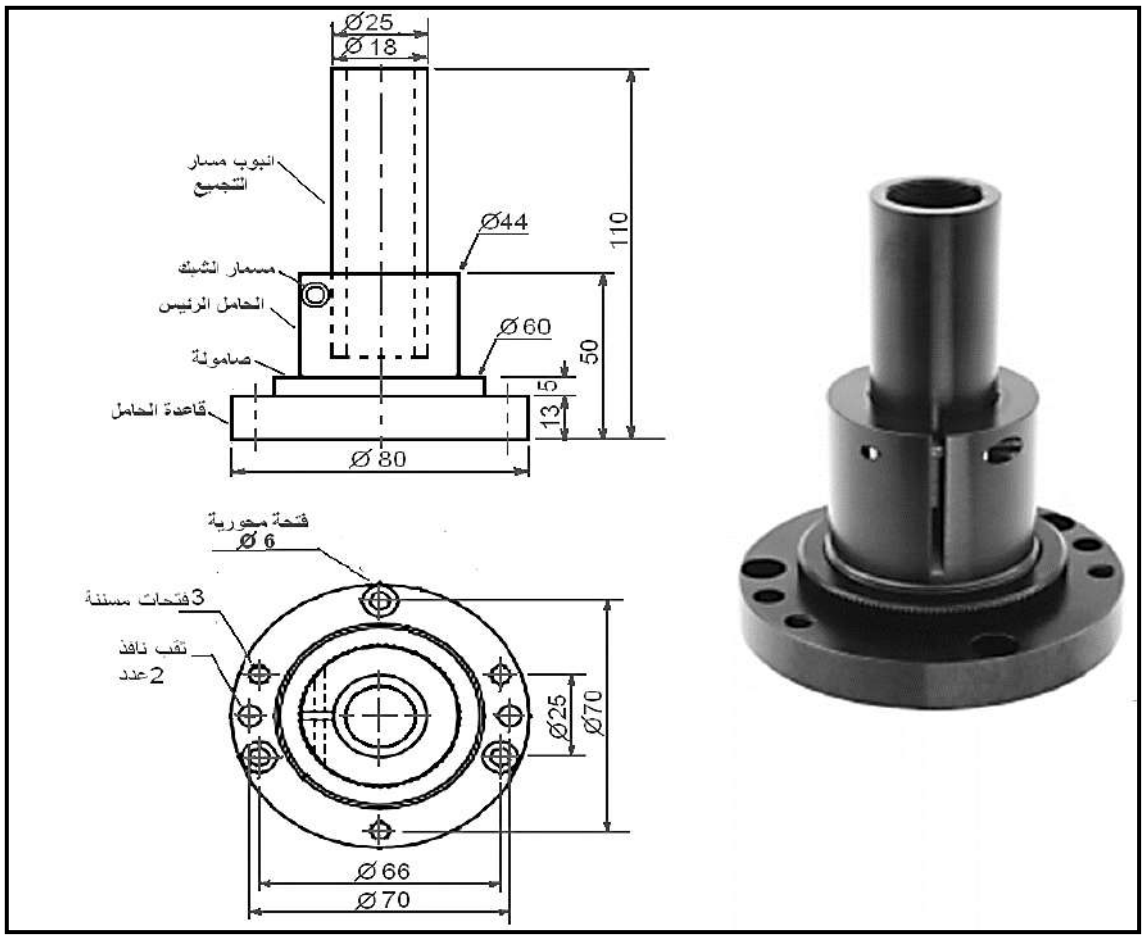
الشكل (٢- ٤٣) مساقط لأجزاء حاضن (محمل) مرآة وبشكل مفصل والمساقط الثلاثة لأجزاء الحاضن مجمعة، مطلوب رسم المساقط كافة بمقياس رسم ١:١ وتؤخذ الأبعاد من الرسم

٢- ٩ تصميم الملحقات البصرية Design ofOptical Accessories

توجد ملحقات بصرية ضرورية ملحقة للمنظومات الليزرية عند التطبيق، اذ لا تتم المعاملة الحرارية لمعدن معين او عمل ثقب معين إلا بوجود منظومة بصرية ملحقة مع منظومة الليزر ومنها ما يأتي :

١- موسع الحزمة (Beam Expander):

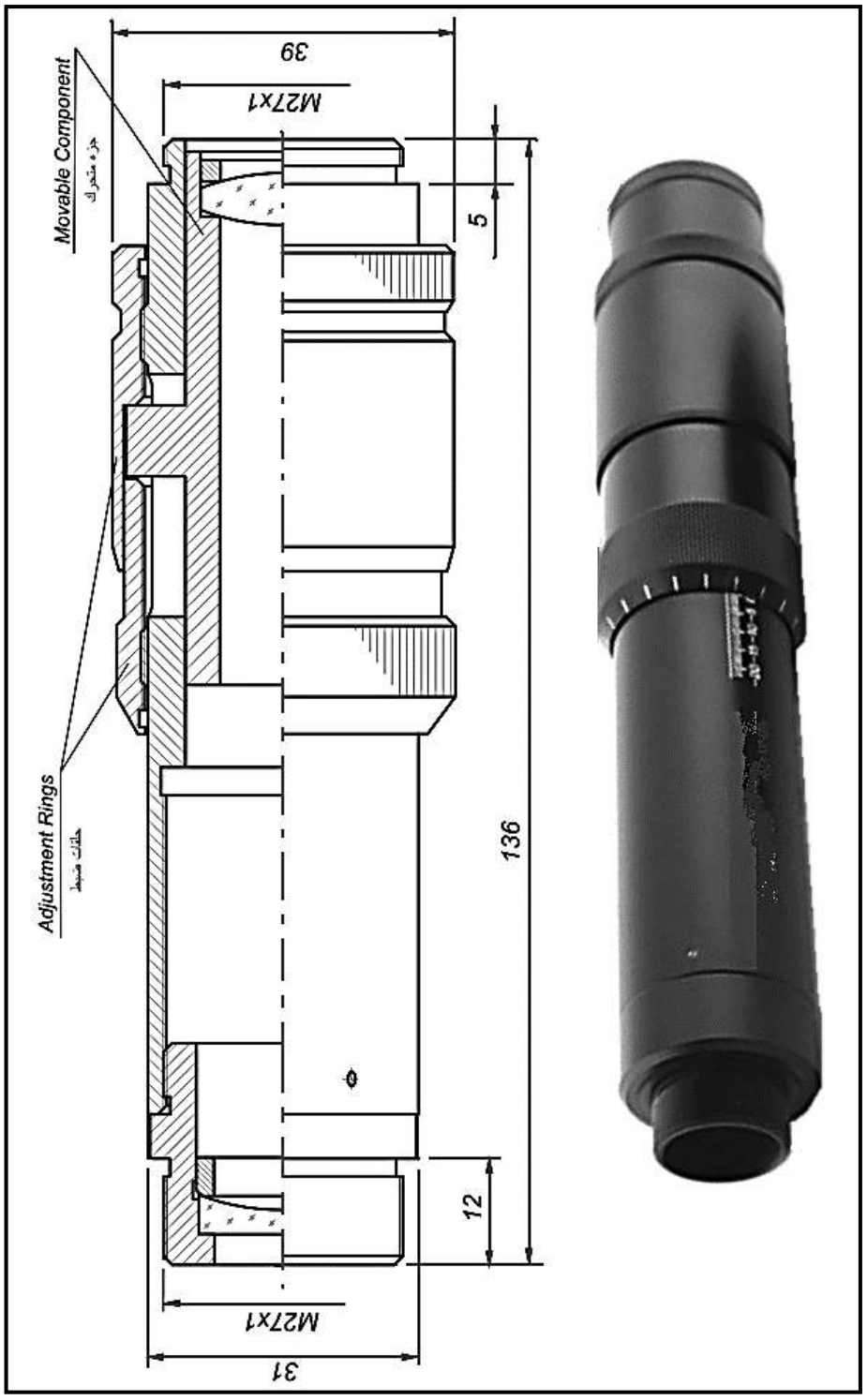
يصمم موسع حزمة الليزر لزيادة قطر الحزمة الموجهة الداخلة وتحويلها الى حزمة موجهة ذات قطر اكبر لإغراض تقليل انفراجية حزمة الليزر، ويستعمل في عدة تطبيقات منها المسح الليزري ، التداخل والتحكم عن بعد إذ تكون الأشعة الصادرة من جسم موضوع في اللانهاية والموازية للمحور البصري عند دخولها موسع الحزمة تخرج منه هذه الأشعة موازية للمحور البصري أيضا. والشكل (٢- ٤٤) يوضح مساقط حامل موسع الحزمة (تم تناول تركيبها الداخلي بالتفصيل في كتاب التدريب العملي)، مطلوب رسم المساقط بمقياس رسم ١:١ مع تسمية الأجزاء المكونة للحامل .



الشكل (٢- ٤٤) مساقط حامل موسع الحزمة، المطلوب رسم المساقط بمقياس رسم ١:١

٢- منظومة التلسكوب البصري (التبئر لحزمة الليزر) (Optical Telescope):

ويستعمل هذا الجزء لتركيز بؤرة حزمة الليزر ببقعة صغيرة جدا إذ يستعمل نظام المرايا والعدسات عادة لتركيز الشعاع الساقط على الكاشف الضوئي او على مكان صغير وذلك لصعوبة الوصول اليه بالطرائق التقليدية في حالة استعمال الليزر من دونه، ومن هذه التطبيقات في الجراحة واستئصال بعض الأورام الخبيثة او في لحام بعض الأجزاء الالكترونية الخاصة بالتطبيقات الالكترونية الدقيقة،يوضح الشكل (٢- ٤٥) مسقطا أماميا نصفه الأعلى مقطوع لحاوية التلسكوب البصرية - مجمع الحزمة البصرية -(تم تناوله بالتفصيل في الكتاب العملي)، المطلوب رسم المسقط المقطوع بمقياس رسم مناسب مع وضع الأبعاد كافة، وتقدر بقية الأبعاد بحسب مقياسها في الرسم .



الشكل (٢- ٤٥) مسقط أمامي نصفه الأعلى مقطوع لحاوية التلسكوب البصرية - مجمع الحزمة البصرية المطلوب رسم المسقط المقطوع بمقياس رسم مناسب مع وضع الأبعاد كافة، وتقدر بقية الإبعاد بحسب مقياسها في الرسم

الفهرست

التسلسل	الموضوع	رقم الصفحة
	المقدمة	٣
الفصل الأول	المخططات الكهربائية لمنظومات الليزر	٥
١-١	الرسم التخطيطي الإلكتروني بالرموز	٦
٢-١	ليزر أشباه الموصلات	٩
١-٢-١	رسم الدوائر الالكترونية لمجهزات القدرة	١٠
٣-١	مجهزات القدرة لليزر الغاز	١٢
٤-١	دوائر القدح الالكترونية	١٥
٥-١	منظومات السيطرة ومجهزات القدرة لليزر المستعرض CO_2	١٨
الفصل الثاني	رسم مساقط معدات انظمة الليزر	٢٢
١-٢	تمهيد	٢٣
٢-٢	مساقط ليزر أشباه الموصلات	٢٣
٣-٢	ليزر الحالة الغازية	٢٦
١-٣-٢	منظومة ليزر هليوم - نيون	٢٦
٢-٣-٢	ترصيف ليزر الهليوم - نيون	٣٣
٣-٣-٢	ليزر ثاني أوكسيد الكربون	٣٦
٤-٣-٢	ليزر الغاز النبضي متعدّد المراحل	٤٧
٤-٢	ليزر الحالة السائلة	٥٠
٥-٢	ليزر الحالة الصلبة	٥٣
١-٥-٢	المصابيح الوميضية	٥٤
٢-٥-٢	حجرة الليزر	٥٤
٦-٢	ليزر كلوريد النحاس	٥٩
٧-٢	ليزر الهليوم - زئبق	٦١
٨-٢	تصميم حاضنات مرايا منظومات الليزر	٦٣
٩-٢	تصميم الملحقات البصرية	٦٧
	الفهرست	٧٠