1- الانبعاث الايوني الحراري (Thermal ionic emission)

الانبعاث الايوني الحراري هي ظاهرة اساسية لجميع الصمامات المفرغة . فيمكن اعتبار الكترونات التكافؤ في معدن ما على انها حرة الحركة في اي اتجاه داخل المعدن ولذا فهي تسلك في كثير من الاحيان سلوك جزيئات غازية داخل وعاء . ففي حالة المعدن يكون سطح المعدن هو الوعاء ومن الممكن ان نتعلم الكثير عن سلوك الكترونات التكافؤ في معدن ما اذا ما نظرنا اليهم على انهم غاز الكتروني ، اي غاز مكون من الكترونات بدلاً من جزيئات سنستخدم مفهوم الغاز الالكتروني لنناقش ظاهرة الانبعاث الايوني الحراري وتحرر الكترونات من معدن محمي لدرجة الابيضاض .

يمكننا حساب طاقة الحركة لالكترونات التكافؤ داخل معدن ما بسهولة ، فمن قانون الغازات الذي يمكن ان يكتب بصورتين مختلفتين

$$PV = v_0 kT \quad \text{و} \quad PV = \frac{2}{3} v_0 (\frac{1}{2} m_0 v^2)$$

حيث ان P هي ضغط v_0 من جزيئات الغاز التي تبلغ كتلة كل منها m_0 محصورة في حجم قدرة V عند درجة حرارة مطلقة T . الكمية $(\frac{1}{2} m_0 v^2)$ هي طاقة حركة جزيء غازي ، k ثابت بولتزمان وهو يساوي $1.38 \times 10^{-23} j/k$ بمساواة هاتين المعادلتين ينتج ان :

$$\frac{1}{2} m_0 v^2 = \frac{2}{3} kT \qquad \text{.....} \qquad (1)$$

تدل هذه المعادلة على ان متوسط طاقة الحركة الانتقالية لجزيء اي غاز مثالي موجود داخل صندوق هو $\frac{2}{3} kT$ تماماً . وهذا الامر يجب ان يكون صحيحا ايضاً بالنسبة لغاز الكترونات التكافؤ داخل كتلة من المعدن بشرط ان تكون هذه الالكترونات قادرة على ان تطفو بحرية داخل المعدن . اذ ما وصلنا الى هذا الحد من التقريب والتصور فان لدينا تلك النتيجة الهامة وهي ان كل الكترون تكافؤ في معدن ما له متوسط طاقة حركة يساوي $\frac{2}{3} kT$ وبالطبع سيكون لدى بعض هذه الالكترونات طاقة اكبر من هذه والبعض الاخر اقل ولكننا سنستعمل هذا المقدار كأساس للمناقشة .

فاذا تم طرح سؤال مضمونه هل هناك اي امكانية لهروب الالكترون من المعدن ؟

للاجابة على هذا السؤال لابد ان نعرف ما الذي يمسك بالالكترونات داخل المعدن . الجانب الاكبر من هذه القوة التي تمسك بالالكترونات في المعدن ذات اصل الكتروستاتي صرف . لنتصور ما الذي يمكن ان يحدث اذا حاول الكترون ان يغادر كتلة الى خارجها . يقوم الالكترون السالب بحث شحنة موجبة على سطح المعدن بمجرد وجوده خارج السطح المعدني كما هوموضح في الشكل (1) تقوم الشحنة الموجبة بدورها بالتاثير بقوة جذب على الالكترون محاولة اعادتة مرة اخرى الى

المعدن . ولن يكون الالكترون قادر على الهرب مالم يكن لدية من طاقة الحركة ما يكفي ليتغلب على هذا الجذب .

e

يتضح لنا من هذه الاعتبارات ان قدراً معيناً من الشغل ضروري لانتزاع الكترون من المعدن ، مالم يكن لدى الالكترون ما يكفي من طاقة الحركة لبذل هذا الشغل ،

++++++++++++++++++++++++++

الشكل (1)

فلن يهرب وتسمى **كمية الطاقة اللازمة للتغلب على القوة الممسكة للالكترون داخل المعدن وانتزاع الالكترون ليصبح طليقا (دالة الشغل للمعدن) .**

يجب الاشارة هنا الى ان الطاقة التي تحدثنا عنها هي جزء فقط من طاقة دالة الشغل اما الطاقات المتضمنة فمن الصعب جداً حسابها ولن نتمكن من مناقشتها هنا .

يستطيع الالكترون الهرب من معدن ما بشرط ان تكون لدية طاقة حركة كافية . وبما ان متوسط طاقة حركة الالكترون يتناسب مع درجة حرارة المعدن تناسباً طردياً ، فان من الوضوح انه يجب تسخين المعدن قبل ان يتمكن الالكترون من الهرب . ولمعظم المعادن ، لا يتمكن عدد محسوس من الالكترونات من الهرب من سطح المعدن مالم يسخن المعدن لدرجة الاحمرار.

2- الصمامات الألكترونية :-

هي عبارة عن أنابيب زجاجية مفرغة من الهواء (Vacuum Tubes) طورها العالم جون امبروز (John Ambrose Fleming) عام 1904 . تحتوي في داخلها على أقطاب كهربائية للتحكم في كمية تدفق الألكترونات وتستخدم هذه الأنابيب كمفتاح كهربائي او كمكبر للأشارة في الأجهزة الكهربائية القديمة (الراديو ، التلفزيون ، الرادارات وأجهزة أخرى) حيث بدء استخدامها منتصف عام 1900 حتى ظهور الترانزستور عام 1950 الذي ادى لطفرة في عالم الالكترونيات نتج عنها ازالة الصمامات اللأكترونية من الخرائط التصميمية للأجهزة الكهربائية والاستعاضة عنها بالترانزستور.

الشكل (2) يبين انواع من الصمامات .

الشكل (2)

وتؤدي الترانزستورات نفس وظيفة الصمام الإلكتروني، لكنها تتميز بأنها أصغر حجما وأكثر اعتمادية وأقل استهلاكا للقدرة .

1.2- مبدأ عمل الصمامات الألكترونية :-

الجزء الخارجي لمعظم الصمامات المفرغة الشائعة الاستعمال وعاء زجاجي أو فلزي يسمى البصيلة أو الغلاف. ويتضمن الغلاف قطعتين فلزيتين ـ أو أكثر ـ يطلق عليهما اسم القطبين الكهربائيين. وتقوم الأقطاب الكهربائية بتوليد سريان الإلكترونات، والتحكم فيه خلال الصمام. ويمثل هذا التيار الإشارة الإلكترونية التي يتم التحكم فيها بوساطة الصمام. وتتصل الأقطاب الكهربائية عادة بدوائر كهربائية خارجة عن الصمام بوساطة أسلاك تمر خلال قاعدة الغلاف.

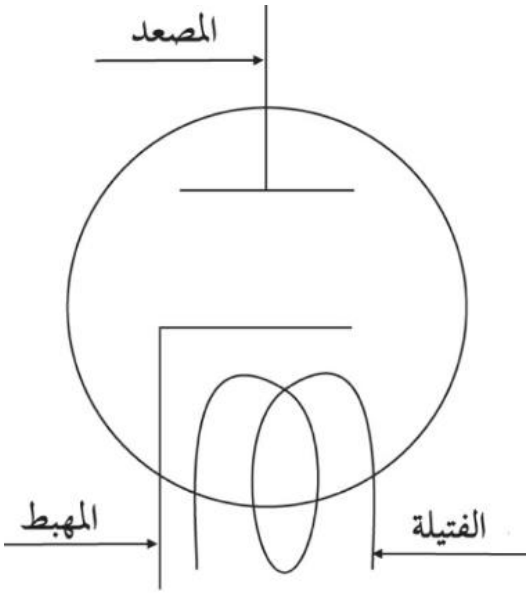
وللصمام المفرغ قطبان رئيسيان هما: الباعث أو الكاثود، والمُجمَّع أو الأنود. ويبث الباعث الإلكترونات التي تسير في اتجاه المجمع الذي يكون مغلفا للباعث في أغلب الصمامات. ويطلى الباعث بطلاء خاص يبعث بالإلكترونات إذا تم تسخينه. ويثبت قرب الباعث، شعيرة (أي سلك رفيع) تشبه تماما، تلك الموجودة داخل المصباح الكهربائي. ويمر تيار كهربائي، من خارج الصمام خلال هذه الشعيرة لتسخينها، حيث يتم بالتالي تسخين الباعث لتجعله يبدأ في بث الإلكترونات. ويحمل الباعث عادة شحنة كهربائية سالبة، بينما يحمل المجمع شحنة كهربائية موجبة.

تحصل الأقطاب على شحنتيها من بطارية أو أي مصدر آخر للتيار المستمر. وتساعد الشحنة السالبة للباعث في دفع الإلكترونات التي يولدها خارجا. ويحدث ذلك لأن للإلكترونات شحنة سالبة هي الأخرى، والشحنتان السالبتان ـ وأيضا الموجبتان ـ تتنافران بعيدا، بينما تتجاذب الشحنتان إذا كانت إحداهما موجبة والأخرى سالبة. ولذلك فإن المجمع موجب الشحنة، يجذب الإلكترونات سالبة الشحنة. ويمر بهذه الطريقة، تيار من الإلكترونات بين الباعث والمجمع.

القطب الرئيسي الآخر للصمام المفرغ هو الشبكة، وهي عبارة عن شبكة سلكية تتوسط بين الباعث والمجمع. وتتحكم الشبكة في كمية الإلكترونات المارة خلال الصمام. فالشحنة السالبة القوية على الشبكة، تمنع الكثير من الإلكترونات من الوصول إلى المجمع. أما إذا ضعفت الشحنة السالبة على الشبكة، فإن عدداً أكبر من الإلكترونات يستطيع المرور إلى المجمع. وبذلك تتناظر شدة شحنة الشبكة، مع شدة الإشارة الإلكترونية الداخلة إلى الصمام.وقد يحتوي الصمام المفرغ على العديد من الأجزاء الأخري بين الباعث والمجمع. كذلك قد يحتوي على صفائح فلزية مشحونة، تستطيع أن تسبب انحراف تيار الإلكترونات المتولد داخل الصمام. ويستطيع كذلك أي مغنطيس خارجي أن يسبب انحراف تيار الإلكترونات.

يعتمد مبدأ عمل الأنبوب الإلكتروني على حركة حزمة إلكترونات حرة يتم توليدها نتيجة للإصدار الإلكتروني الحراري من أحد مساري الأنبوب المسمى بالمهبط cathode الذي يُسخن إلى درجة عالية لا تقل عن 1000 درجة كلفن باستخدام فتيلة تسخين filement تغذى من منبع تيار أو توتر

كهربائي مستقل. فعندما يُطبق توتر موجب للمهبط على مسرى آخر يحيط بهذا المهبط، مصدر الإلكترونات الحرة، تنجذب الإلكترونات الحرة إلى هذا المسرى ويمر تيار كهربائي متناسب مع شدة الحقل الكهربائي المتولد بين المسرى الذي تنجذب إليه الإلكترونات والمسمى بالمصعد anode والمهبط الذي يصدر الإلكترونات. وتتناسب شدة التيار الكهربائي المار، أيضاً، مع فعالية الإصدار الإلكتروني الحراري من المهبط التي تتعلق بالمادة التي صنع منها ذلك المهبط وشكله الفيزيائي. الشكل (3) شكل توضيحي لأحد انواع الصمامات الألكترونية (صمام ثنائي).



الشكل (3)

2.2- أنواع الصمامات الألكترونية:-

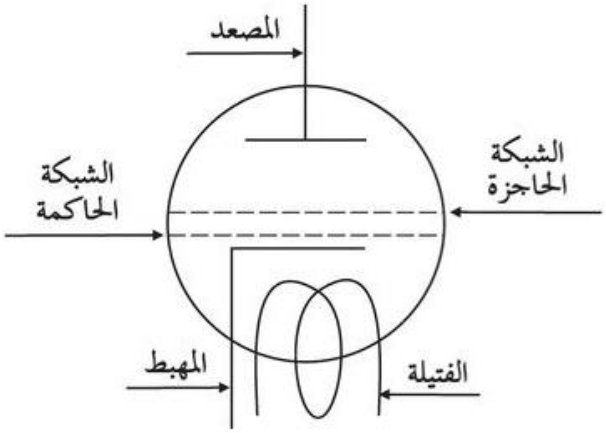
هناك العديد من الصمامات المفرغة المختلفة الأحجام والوظائف. لكن المهندسين الكهربائيين يصنفون جميع هذه الصمامات إلى عدد قليل من الأنواع الرئيسية. وتصنف الصمامات، وهي النوع الذي استخدم بكثرة في أجهزة الاستقبال من مذياع وتلفاز، طبقا لعدد الأقطاب بكل منها كما يلي:

1- الصمام الثنائي (وله قطبان فقط)(شكل (3).
2- الصمام الثلاثي (وله ثلاثة أقطاب).
3- الصمام الرباعي (شكل (4)).
4- الصمام الخماسي.
5- الصمامات متعددة الأقطاب.

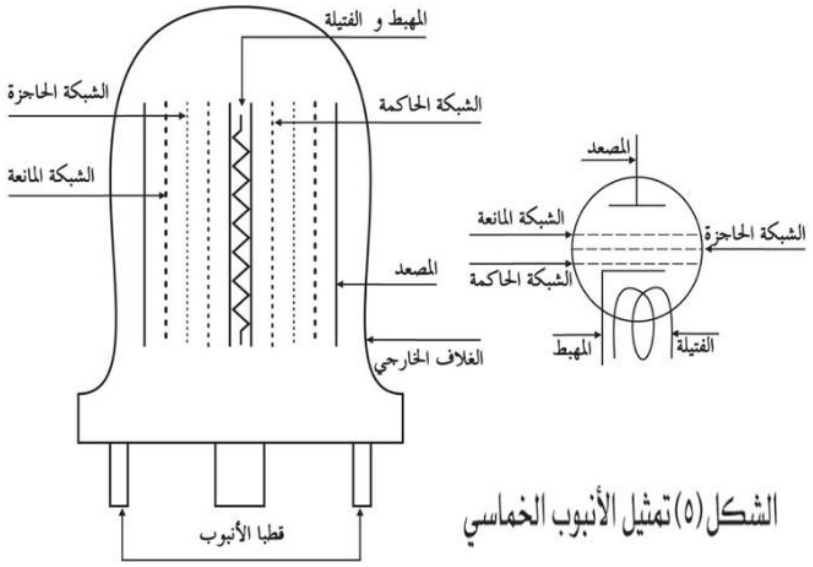
ويوجد أنواع أخرى من الأنابيب الإلكترونية عدد المساري فيها أكثر من خمسة كالأنابيب السداسية والسباعية، كما توجد أنابيب تحوي ضمن الأسطوانة الزجاجية الواحدة أكثر من أنبوب واحد كالأنابيب المزدوجة من نوع واحد (ثنائي مزدوج، أو ثلاثي مزدوج) أو من أنواع مختلفة (ثنائي - ثلاثي، ثلاثي – خماسي).

وهناك أنواع أخرى للصمامات منها:

1- صمام أشعة الكاثود.
2- صمام الموجة الدقيقة.
3- الصمام الغازي.



شكل (4) الصمام الألكتروني الرباعي



الشكل (٥) تمثيل الأنبوب الخماسي