الموسوعة الصغيرة
٢٢

من عصر البخار
الى عصر الليزر

د. اسامة نعمان

٢٧٧٢
الموسوعة الصغيرة
(٢٢)

من عصر البخار الى عصر الليزر

د . اسامة نعمان

منشورات وزارة الثقافة والفنون
١٩٧٨ ——— الجمهورية العراقية

مقـــدمة

ان تطور العلوم ، والوسائل التكنولوجية ، والطرائق التقنية في الانتاج ، يجري في عصرنا الراهن بل في الحقبة التاريخية التي نحياها ، بشكل عاصف، وتتسم مسارات هذا التطور بالانعطافات المفاجئة الحادة وبالوتائر المتسارعة . ولا يدع ذلك مجالا لنا للتوقف هنيهة من اجل هضم نتاجه وتصور الافاق المستقبلية له .

وقد فرض ذلك على المجتمع مهمة القيام بوضع خطط منهجية لتنفيذ عملية التوعية العلمية الجماهيرية التي تكمن في توضيح الافكار والمفاهيم والمنطلقات المرتبطة بالتقدم العلمي والتكنولوجي .

الا انه يجدر بنا القول بان جميع المكتسبات التي نتجت عن هذا التقدم مرتبطة بشكل وثيق بتلك الاكتشافات والاختراعات في تاريخ البشرية ، والتي شكلت القاعدة الرئيسية لتطور العلوم والوسائل التكنولوجية المعاصرة .

وهذا الكتيب ليس سوى استعراض لما انجزه الانسان من اعمال جليلة منذ ان تم اختراع اول محرك وحتى ظهور احدث مولد للاشعة الضوئية ـ الليزر ، وقد حاولت فيه عرض ما استطعت من المنجزات في ميدان الميكانيك «والكهرباء» والراديو والالكترونيات .

وقد استقيت معلوماته ، عدا الفصل الرابع وفقرات من الفصل الثالث من الموسوعة العلمية السوفياتية للاحداث .

كانون الثاني
١٩٧٨

«في حقل العلوم تصبح دراسة الماضي ضرورية لفهم الحاضر والسيطرة على المستقبل»

جون برنال
عالم ومفكر بريطاني

لمحة تاريخية

في الماضي السحيق كان الانسان القديم يستخدم قواه العضلية من اجل الانتاج ولكن وبتقدم الزمن ادى تحسن وسائل العمل الى تهيئة ظروف جديدة ساعدت الانسان على انتاج فائض من الحاجيات ، وهنا تكونت اولى التقسيمات الاجتماعية حيث انقسم المجتمع الى فئتين : الاغنياء والفقراء . وبتطور المجتمع البشري وظهور الرق تطور التكنيك تطورا مضطردا ، وعلى ذلك يدلنا تاريخ الامبراطوريات العظيمة القديمة في بابل ومصر وروما . وفي هذه العصور بالذات ولدت كلمة (التكنيك) التي تعني باللغة الاغريقية كلمة «المهارة» او «الفن في الصنع» . وشيدت هذه العصور مولد العتلات واستخدامها في البناء ، وتم اختراع العجلة وتمكن الناس من استخدام الظواهر الطبيعية في خدمتهم فاستفادوا من حركة المياه والرياح في تحريك مراوح الطواحين وتسيير المراكب الشراعية.

العهد الجديد :

وتمر القرون وتزدهر مدن العصور الوسطى وتتقدم الصناعة الحرفية فيها وينقسم المجتمع الى اغنياء وحرفيين وعمال . وتقوم الفئة الغنية بمساع جبارة من اجل اغتناء اكثر عن طريق العمل على

زيادة الانتاج ـ اي العمل على تقدم الصناعة . وتشهد هذه الفترة مولد اولى الاكتشافات الجغرافية والتكنيكية العظيمة فيكتشف (كولمبس) العالم الجديد ويدور (ماجلان) حول الارض لاول مرة ، وتظهر اولى المعامل الصغيرة التي تستخدم طاقة العمال اليدوية . وهنا تظهر الحاجة الى مكائن تزيد في سرعة الانتاج . وتخترع مكائن مختلفة تظل مسالة ادارتها مشكلة تحير العقل البشري ، وتلتفت البشرية الى ما حولها فلا ترى سوى الماء والهواء .

وبعد مخاض شاق يتم اختراع الالات البخارية ، ويصبح اسم (جيمس واط) مشهورا في اوربا كلها وذلك بفضل اختراعه لاول محرك بخاري متعدد الاستعمالات وصالح لتشغيل مختلف المكائن وهنا تدخل البشرية مرحلة جديدة من تطورها التكنيكي ويبدأ عصر النهضة الصناعية . ومنذ ذلك الحين تبدأ الصناعة تقدمها المتواصل الظافر ففي عام ١٨٣٠ تشهد باريس اول سفينة بخارية تمخر مياه السين تم صنعها على يد العالم الامريكي (فولتن) ، وفي عام ١٨٤١ يصنع(جورج ستيفنسون) الانجليزي اول قطار بخاري يسير بسرعة ٦ كيلو مترات في الساعة وفي عام ١٨٦٠ يخترع (لانوار)

الفرنسي اول محرك بوتود ذي احتراق داخلي الذي يعتبر الاب الاقدم لجميع محركات السيارات والطائرات . وفي عام ١٨٩٧ يحصل (رودولف ويزل) المهندس الالماني على براءة اختراع اول محرك ديزل

انتصار الكهرباء :

وقبل ذلك يكتشف العالم البريطاني(فاراداي) ظاهرة الحث الكهرو ـ مغناطيسي التي وضعت العالم على عتبة ثورة جديدة ... وقد اخذ العلماء منذ ذلك الحين يبحثون عن طرق صناعة مولدات ومحركات كهربائية . وتم صنع العديد منها بالفعل في القرن التاسع عشر الذي شهد تبدلا كبيرا ، فقد انيرت المدن وقدمت الطاقة الكهربائية فوائد جليلة للعالم . وبفضل هذه الطاقة ولدت افكار ومخترعات جديدة ودخل العالم في مرحلة الراديو الكترونيك، وبدخول البشرية القرن العشرين اخذ التكنيك يشيد تقدما سريعا وهائلا وها نحن اجياله نشهد ذلك بأم اعيننا .

الفصل الاول

الطاقة ـ القوة المحركة للتكنيك

عندما ننظر الى المكائن والالات الكهربائية العاملة في مصانع الانتاج ، او عندما نفتح اجهزة التبريد او التلفزيون والراديو فلا شك اننا سنتأكد من ضرورة وجود طاقة ما من اجل عمل هذه الالات وهذه هي الطاقة الكهربائية ، هذه الطاقة التي تصل الى بيوتنا من مناطق بعيدة . وهي تنتقل بالاسلاك بسرعة تقارب سرعة الضوء ـ ٣٠٠ الف كيلو متر في الثانية ـ . وكما تعلمون فان الحاجة الى الطاقة تختلف باختلاف فصول السنة واوقات اليوم ، فالطاقة المستهلكة صيفا في بلادنا اكثر من الطاقة المستهلكة شتاء ، اما في اوربا فبالعكس . وكذلك يختلف استهلاك الطاقة في اوقات العمل عنه في أوقات توقف مكائن الانتاج عن العمل . ولاجل سد احتياجات مختلف الاماكن من الطاقة لا يكفي وجود مصدر توليد واحد لها ، لذلك تبنى عدة محطات كهربائية توحد امكانياتها في مواجهة الحاجة الى الطاقة .

١ ـ المحركـــات

في مطلع التاريخ وقبل ٤ ـ ٥ الاف سنة لم يعرف الانسانمحركا سوىاستخدام قوته العضلية كمحرك ، فيما استخدم الانسان القوة العضلية للحيوانات كمحرك (لادارة الناعور مثلا) ، ومن ثم شهدت البشرية اولى المحركات المائية والهوائية البدائية ويعتبر المحرك المائي القديم الاب الاول للتوربينات المستخدمة حاليا في عمل المحطات الكهرومائية ، على الرغم من ان الاخيرة تختلف كليا شكلا وقدرة عن اقرانها القديمة. وهذه التوربينات تحتوي على مراوح عديدة ، تثبت على قضيب جبار وتحت ضغط الماء تتحرك المراوح وتجعل القضيب يدور حول نفسه . ولو اوصلنا هذا المحور المتحرك بمولد كهربائي (ماكنة توليد الطاقة الكهربائية)لقامت المحطة الكهرومائية بتوليد الطاقة الكهربائية ويعمل المحرك الهوائي وفق نفس الطريقة . ولكن بدلا من استخدام حركة المياه تستخدم هنا حركة الرياح ولكن الرياح لا تكون دائما بنفسالقوة في هذه المنطقة او تلك او في هذا الوقت او ذاك .

ا ـ المحركات البخارية والغازية ـ

اما المحركات البخارية والغازية فهي تصنف تحت اسم «المحركات الحرارية» وذلك لان الطاقة التي تستعمل لتحريكها هي طاقة البخار او الغاز الحرارية . ويبلغ عمر اول محرك بخاري ـ ٢٠٠ ـ سنة ، وهذه المحركات مدعوة اليوم لافساح المجال امام اشكال وتصاميم جديدة ، لان عملها لا يناسب سرعة التقدم التكنيكي للعالم فهي بطيئة الحركة ، كما يبلغ معامل كفاءتها قيمة صغيرة (الكفاءة تبين لنا مقدار الطاقة المستفاد منها بالنسبة للطاقة المصروفة) ويعادل هذا المعامل بالنسبة للمحركات البخارية حوالي ٨٪ اي ان ـ ١٠٠ ـ كيلو غرام من الفحم المحروق تؤدي الى الاستفادة من طاقة ـ ٨ ـ كيلو غرامات منه في الوقت الذي نحرم فيه من ـ ٩٢ ـ كيلو غراما تذهب طاقتها هباء . ويصمم هذا المحرك اسطوانة ومكبس يتحرك تحت ضغط البخار ذي الضغط العالي .

اما المحركات ذات الاحتراق الداخلي فهي تتشابه في بعض اجزائها مع المحركات البخارية فهي مصممة من اسطوانة ومكبس ايضا ولكن الاسطوانة لا تحوي على البخار بل تحوي على خليط من الهواء

والوقود (بنزين ، نفط ابيض ، زيت الغاز) وهي اخف وزنا من المحركات البخارية بثلاث مرات كما يبلغ معامل الكفاءة فيها حوالي ٣٥٪ .

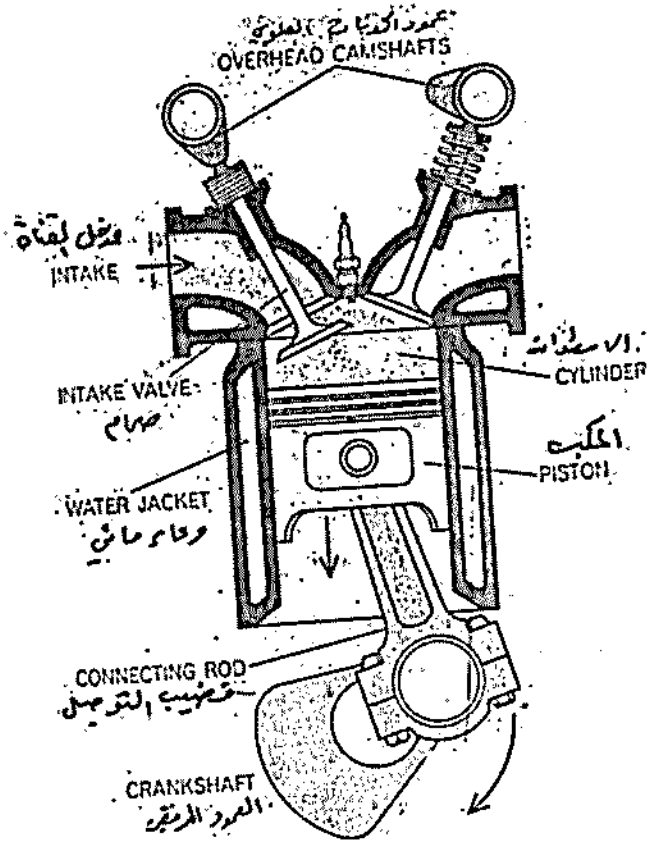
وتتم عملية احتراق الوقود السائل في ـ غرفة ـ الاحتراق حيث يتحول الوقود الى غاز يبلغ حجمه ـ ٨٠٠ ـ مرة اكبر من حجم الاسطوانة مما يؤدي الى تحريك المكبس بفعل الضغط . وتستعمل هذه المحركات في السيارات والطائرات غير النفاثة وذلك باستخدام شرارة كهربائية لاجراء عملية الاحتراق . اما التراكتورات والدبابات والناقلات الضخمة فتستخدم محركات الديزل بالدرجة الاولى حيث يتم احتراق زيت الغاز ـ غاز اويل ـ عن طريق الهواء المسخن الذي تقوم اجزاء المحرك بتسخينه حتى درجة ـ ٨٠٠ ـ مئوية .

ب ـ التوربينات

اما في المحطات الكهربائية والطائرات النفاثة وكثير من السفن والبواخر فتستعمل محركات بدون مكابس اي توربينات ، وتقسم التوربينات الى بخارية وغازية . ونذكر هنا بأن المحركات ذات المكابس كانت تستعمل ضغط الغاز او البخار في احداث الحركة ، اي انها كانت تستخدم الطاقة الكامنة في هذه المواد ، اما التوربينات فتقوم بحركتها

باستخدام الطاقة الحركية للغاز او البخار حيث يجب توجيههما بسرعة كبيرة وتحريرهما بعد مرورهما خلال ثقب صغير من وعاء ذي ضغط عال . وكلما كان ضغط البخار عاليا داخل الوعاء كلما كانت سرعته اثناء خروجه اعلى . ولو وضعنا اداة مخروطة على الثقب فان سرعته تزداد ، وهكذا تتحول الطاقة الكامنة للبخار وضغطه الى طاقة حركية . ولو وجهنا هذا البخار على مراوح التوربينات لحصلنا على سرعة دوران كبيرة وتبلغ سرعة حركة اغلب التوربينات ـ ٣ ـ الاف دورة في الدقيقة .

اما التوربينات الغازية فتعمل على نفس المبدأ، الا انها تختلف عن البخارية بكونها محركات ذات احتراق داخلي ؛ فالغاز يضغط هنا حتى ١٠ ـ ١٥ ضغط جوي ومن ثم يسخن ويوجه الى (غرفة) الاحتراق . وهناك تتم عملية الاحتراق بمساعدة الهواء والشرارة الكهربائية ويوجه الغاز المحترق الساخن على المراوح لتحريكها وهذه التوربينات تستخدم في الطائرات النفاثة .



الشكل ١ ــ محرك ذو احتراق داخلي للوقود

ج ــ المحركات الكهربائية

تتصف هذه المحركات بقدرة عالية وبكونهـا قليلة الصوت كما انها عديمة النفايات وهي تحتل المركز الاول في الصناعة العالمية ، فهي توجد في المصانع والمعامل والمباني وفي كل مكان .

وقبل قرن ونصف من الزمن اصبح معروفا للعالم ان اي سلك ذي تيار كهربائي يتحرك اذا ما وضع بين قطبي مغناطيس . واذا ما قمنا باستبدال هذا السلك بسلك على شكل مستطيل يجري في جوانبه تيار فان هذا المستطيل سيتحرك بزاوية قدرها ــ ٩٠ ــ درجة . ولناخذ الان عدة اسلاك ونجعل منها مستطيلات ونلفها على اسطوانة ونضع حولها مغانيط قوية ، عندها نحصل على محرك كهربائي يعمل على التيار المستمر . اما نهايات المستطيلات السلكية ، وهي صفائح موصلة معزولة، فتتصل على التعاقب اثناء دورانها بموصلات مثبتة موصلة بالتيار الكهربائي المستمر . وحالما تتصل هذه النهايات الموصلات الثابتة يجري التيار في المستطيل مما يؤدي الى دوران الاسطوانة التي يرتبط بها المستطيل بزاوية قائمة اي ــ ٩٠ ــ درجة وعندها يتصل المستطيل الاخر ، وهكذا تدور الاسطوانة دورانا كاملا ، وتستطيع هذه المحركات الدوران

بهذا الاتجاه او ذاك حسب رغبتنا ويكفي لذلك تبديل التيار المستمر (القطب الموجب بدل القطب السالب والعكس بالعكس) .

وتستخدم هذه المحركات في القطارات الكهربائية وغيرها .

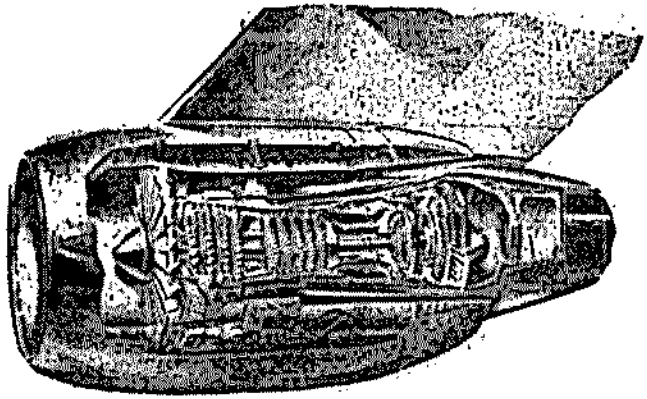
وكما تعرفون فان المحطات الكهربائية تولد التيار المتناوب فقط فهل يمكننا ان نصنع محركا يعمل على هذا التيار ؟ نعم وهو موجود منذ زمن بعيد وهذه المحركات تصمم كما يلي :

توضع ثلاث ملفات من الاسلاك على الوجه الداخلي لهيكل الماكنة الاسطواني المسمى (ستاتور) بحيث تشكل كل منها زاوية قدرها ـ ١٢٠ ـ درجة مع الاخرى . وتتصل هذه الملفات فيما بينها بشكل يجعل التيار المتناوب لا يمر فيها في وقت واحد بل بل يتاخر قليلا في الزمن طالما كانت اطوار التيار المتناوب الثلاثة تتاخر الواحدة عن الاخرى بدرجة

$$\frac{٣٦٠}{٣} = ١٢٠$$

وكما نعلم فحالما يمر التيار المتناوب في سلك ما يتكون حوله مجال مغناطيسي وفي هذه الحالة فان المجال المغناطيسي سيختلف لكل واحد من هذه الملفات الثلاثة بنفس الشدة . وهكذا سوف نحصل على مجال مغناطيسي متغير ودوراني (١٢٠+١٢٠+١٢٠ = ٣٦٠ درجة) . وتوجد في داخل الماكنة اسطوانة دوارة تسمى (روتور) تلف عليها الاسلاك ، وفي حالة مرور التيار الكهربائي في هذا الاسلاك نحصل على حركة الاسطوانة الداخلية نتيجة لتاثير المجال المغناطيسي وهكذا نحصل على المحرك الكهربائي .

ولا يستطيع اي محرك ان ينافس المحركات الكهربائية اليوم حيث يشكل معامل كفائتها ٩٠٪



الشكل ٢ ــ توربين طائرة نفاثة

٢ ــ التيار المتناوب في الصناعة

يستخدم التيار الكهربائي في عصرنا الحالي في شتى مجالات الحياة ، وهناك كما نعرف نوعان من التيار: متناوب، ومستمر . ولنتذكر بأن الالكترونات تسير باتجاه واحد اثناء مرور التيار المستمر في الاسلاك الكهربائية ، وتغير اتجاهها اثناء مرور التيار المتناوب .

وقد نتساءل : أي شكل من اشكال التيار اكثر ضرورة للصناعة والمكائن ؟ ان نقل الطاقة الكهربائية بجهد واطيء (١١٠ ، ٢٢٠ ، ٤٠٠ فولت مثلا) وتيار

عال يؤدي الى خسارة كبيرة بسبب المقاومة الاومية للسلك ، والطريقة المتبعة لنقل الطاقة هي رفع الجهد الى اعلى قيمة ممكنة والاقلال من التيار الى اقل حد مناسب . ولكن المولد الكهربائي لا يعطينا جهدا كهربائيا عاليا (اكثر من ٢٠ الف فولت) ، لذلك تستخدم المحولات الكهربائية لرفع الجهد الكهربائي لنقل الطاقة لمسافات طويلة ثم تقوم المحولات الاخرى بتخفيضه الى الجهد المطلوب . وتستطيع المحولات العمل على التيار المتناوب فقط ولذلك فان هذا التيار يحتل موقع الصدارة من حيث استخدامه، فمكائن المعامل الانتاجية والادوات الكهربائية واجهزة التبريد والتسخين كلها تستعمل التيار المتناوب . اما مصابيح الاضاءة فيمكن تزويدها بالتيار المتناوب او المستمر . ان نقل ذات التيار المتناوب هو اقل كلفة من نقل الطاقة ذات التيار المستمر ولذلك يستعمل الاول في انارة الشوارع .

ولكن اذا ما حدث لكم وركبتم سيارة ركاب كهربائية او قطارا كهربائيا فانكم ستجدون انفسكم في مملكة التيار المستمر ، لان المحركات التي تعمل على التيار المتناوب لا تسمح بالتغيير التدريجي لسرعة الدوران ، وذلك ما لا تستطيع القيام به محركات التيار المستمر .

ولكن العلم يثبت مع ذلك امكانية استخدام التيار المتناوب لتسيير هذه المكائن . ولا يتمكن التيار المتناوب كذلك من منافسة التيار المستمر في قطاع هام وواسع هو التحليل الكيميائي الكهربائي : فالصناعة الكيمائية تحصل بواسطة هذا التحليل على الالمنيوم والقصدير والمغنيسيوم والزنك والنحاس والكلور والهيدروجين . كما ينافس التيار المستمر التيار المتناوب في اللحام الكهربائي .

ويتميز التيار المستمر بميزة خاصة وهي امكانية الحصول عليه من البطاريات التي تستعمل في جميع انواع السيارات وفي مكائن المناجم وفي عربات النقل في المطارات وفي اجهزة الراديو .

مولدات التيار

والان جاء دورنا للتعرف على المكائن التي تصنع التيار الكهربائي لتغذية المحركات وللاضاءة وغير ذلك . هذه المكائن هي مولدات التيار المستمر والمتناوب . وهي تتشابه في عملها بعمل المحركات الكهربائية بشكل معكوس . خذوا مثلا محركا كهربائيا للتيار المستمر واديروا بالقوة الاسطوانة الداخلية التي تثبت عليها المستطيلات السلكية وسيعطي هذا المحرك لكم تيارا كهربائيا .

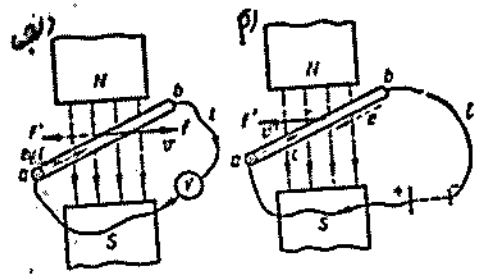
اي ان التيار الكهربائي يظهر في الاسلاك عند تحريكها (دورانها) وذلك في حال وجود مغناطيسي (عكس عمل المحرك الكهربائي) .

ومن اجل صنع مولد للتيار المتناوب يكفي تحريك (ادارة) الاسطوانة الداخلية في حال وجود مجال مغناطيسي للحصول على التيار وبتذبذب التيار المتناوب بذبذبة معينة تتناوب في ملفات الـ (ستاتور) ، تحددها المعادلة التالية .

$$ت = \frac{س \cdot ز}{٦٠}$$

حيث (ت) هو التردد و (س) سرعة الدوران في الدقيقة و (ز) عدد ازواج المغناطيس . ويستخدم اليوم في العالم وعلى نطاق واسع التردد ت = ٥٠ سايكل ، وفي امريكا يستخدمون ت = ٦٠ سايكل.

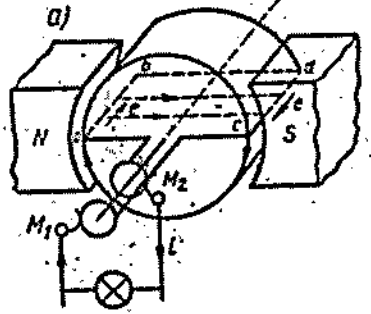
وفي الحالة الاولى فان ذلك يعني ان الاسطوانة الداخلية تدور ٥٠ دورة في الثانية اي ٣٠٠٠ دورة في الدقيقة .



شكل ٣ يوضح مبدأ عمل الماكنة الكهربائية

أ ـ بفضل وجود فرق جهد على طرفي السلك الموصل الموجود في مجال مغناطيس يحدده المغناطيس الدائم تكون قوة دورانه تحرك السلك (المحرك الكهربائي)

ب ـ يؤدي تأثير اي قوة دورانية الى تحريك السلك الذي تتولد فيه قوة دافعة كهربائية بفعل حركة متقاطعة مع خطوط قوى المجال المغناطيسي (المولد الكهربائي) .



شكل ٤ ـ ماكنة كهربائية لتوليد التيار

الفصل الثاني
المحطات الكهربائية

ا ـ المحطات الكهروحرارية

يستعمل هذا النوع من المحطات في جميع انحاء العالم ولا يزال يغطي حاجة اكثر بلدانه . تعالوا معا لنتعرف على عمل هذه المحطة التي تعمل على الفحم الحجري أو الغاز . فبعد ان يكسر الفحم الحجري يتم طحنه فيتحول الى تراب فحمي (الذي يحترق أسرع من الفحم نفسه) ويدفع هذا التراب الفحمي الى افران المرجل بواسطة الهواء الساخن حيث يحرق هناك بدرجة ١٥٠٠درجة مئوية مسخنا بذلك انابيب صغيرة تحمل الماء الجاري ثم توجه الغازات الفحمية المتبقية من الاحتراق الى مكان خاص لتسخين الماء الحار وتحويله الى بخار ومن ثم توجه الى مكان لتسخين الماء البارد الاحتياطي ثم توجه بعد ذلك لتسخين الهواء الذي يدفع التراب الفحمي . وهكذا يتحول الماء الى بخار ذي درجة حرارة (٥٠٠ ـ ٦٠٠) درجة مئوية وضغط يبلغ (١٥٠ ـ ٢٥٠) ضغط جوي ، حيث يوجه على التوربينات التي تتحرك مديرة بذلك الاسطوانة الداخلية للمولد الكهربائي الذي يولد التيار ، وبعد ذلك يعود البخار المتكاثف الى المراجل من جديد .

ب ـ المحطات الكهرومائية

ولا تختلف طرق توليد التيار في المحطات الكهرومائية عنه في المحطات الكهربائية الحرارية سوى بطريقة ادارة الاسطوانة الداخلية لمولد التيار المرتبطة بالتوربينات المائية المتحركة بفعل ضغط المياه عند السدود او الشلالات .

جـ ـ المحطات الكهروذرية

لقد فتحت الاكتشافات العلمية طريقا باهرا لتقدم التكنيك وها نحن اليوم نعيش في عصر الذرة والفضاء وقد حقق التكنيك اول نجاحاته في مجال الذرة في نهاية الثلاثينيات من القرن الحالي بعد ان نجحت التجارب في الحصول على الطاقة بطريقة ضرب نواة اليورانيوم بالنيوترونات التي تحطم هذه النواة الى قطع صغيرة وتجري اثناء هذا الانشطار عملية توليد نيوترونات جديدة تستطيع تحطيم نواة اخرى .. وهكذا . وعلى هذا الاساس اختـرعت القنبلة الذرية التي تتحرر فيها طاقة النواة الداخلية بسرعة هائلة اثناء الانفجار . ولكن العلماء اثبتوا انه يمكن السيطرة على سرعةتحرر هذه الطاقة . وهكذا ولدت فكرة انشـاء المفاعـلات النووية واذا كانت المراجل البخارية ومكائن الاحتراق الداخلي تستهلك

اطنانا من الوقود فان المفاعلات تستهلك عدة غرامات منه لانتاج نفس الطاقة . وتثبت الاحصاءات ان الطاقة الكامنة في الوقود (الذري) الموجود علـى الارض تبلغ (٢٠) مرة اكثر من الطاقـة الكامنة في مختلف انواع الوقود الاخرى .

مم يتكون المفاعل ؟

ويتكون المفاعل من الاقسام الرئيسية التالية:ـ

١ ـ الوقود النووي وهو اليورانيوم ، ولكن اليورانيوم الطبيعي المستخرج من الارض يحوي على خليط من نظيرين هما (يورانيوم ٢٣٥) (ويورانيوم ٢٣٨) حسب وزنه الذري . وتشكل نسبة (يورانيوم ٢٣٥) الـذي يسـهل تحطيم نوياتـه ٠٧٪ من اليورانيوم الطبيعي .

اما (يورانيوم ٢٣٨) فلا يمكن شطر نوياته الا بواسطة النيوترونات السريعة جدا ، كما انه يبتلع النيوترونات حديثة المولد والبطيئة من دون ان تنشطر نوياته .

٢ ـ مقلل سرعة النيوترونات

ويقوم بمهمة التقليل من سرعة النيوترونات الحديثة المولد وذلك لتوجيهها نحو (اليورانيـوم

٢٣٥) . ويشكل (الجرافيت) الفحم او الماء الثقيل او الماء الاعتيادي مقللات جيدة للسرعة .

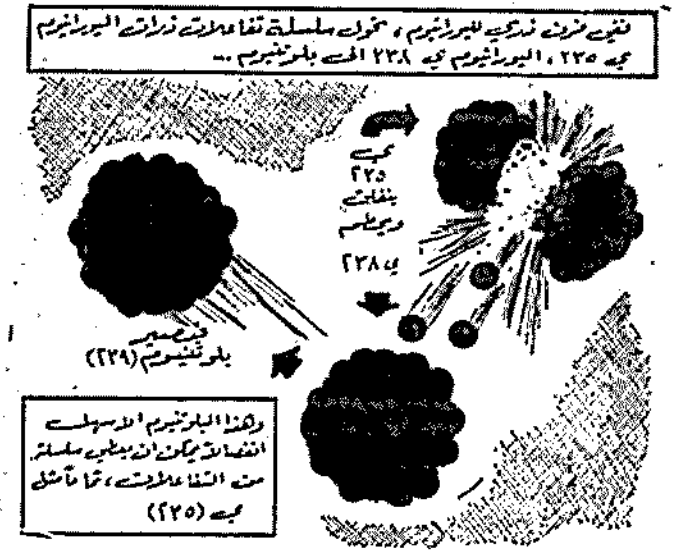
٢ ــ الجهاز العاكس

وهو شبيه مقلل السرعة ولكنه يغطي كل سطح المفاعل الداخلي وبذلك يمنع تسرب النيوترونات .

والان تعالوا نبحث عن جواب للسؤال كيف نستخدم الطاقة النووية في توليد الطاقة الكهربائية؟

ويكمن الجواب في ان الطاقة التي تحملها اجزاء النواة المنشطرة تنتقل اثناء التقليل من سرعتها بالذرات الموجودة في المفاعل وبالنتيجة ترتفع درجة الحرارة .

وهنا يظهر على المسرح دور (حامل الحرارة) الذي يحمل الطاقة الحرارية من المفاعل الى التوربينات التي تقوم بادارة حركة الاسطوانات الداخلية للمولدات الكهربائية . ويعود حامل الحرارة مجددا من اجل الحصول على دفعة جديدة ويقوم بهذا الدور عادة الماء او المعادن المصهورة او الغازات .



شكل رقم ٥ يوضح التفاعلات الذرية

د ــ المولد العامل على البلازما

ان العلماء يعرفون جيدا ان بالامكان تحويل الطاقة الحرارية الى نتاج مفيد جدا اذا ما زيدت درجة حرارة البخار ، فاذا ما رفعت درجة حرارته الى (١٠٠٠ــ١٥٠٠) درجة مئوية فوف نحصل

على معامل كفاءة اكبر بمرة ونصف ، ولكن هـذا العمل يواجه صعوبة هامة تكمن في سرعة تآكل التوربينات .

وبعد تفكير طويل توصل العلماء الى استنتاج يقول بضرورة عدم استعمال التوربينات في هذه الحالة بل ينبغي صنع مولد جديد يقوم هو نفسه بتحويل طاقة الغاز الحار الى تيار كهربائي حالا . وقد نجحوا في ذلك ، فقد ساعدهم العلم الجديد المسمى بعلم دراسة حركة السوائل الموصلة للتيار الكهربائي حين وجودها في مجال مغناطيسي.

وقد سبق ان تعرفنا على حقيقة سريان التيار الكهربائي في الموصلات المعدنية اثناء حركتها في مجال مغناطيسي .ولكن صنع مولد يستخدم مثل هذه السوائل لم يكتب له النجاح لان تحريك السائل بسرعة كبيرة يحتاج الى طاقة كبيرة هائلة يستهلك السائل نفسه قسما كبيرا اثناء حركته الملتوية .

وهنا ولدت فكرة جديدة : لماذا لا يستبدل السائل بالغاز ، والعلم يخزن في ذاكرته عملية تحريك الغاز بسرعة كبيرة (تذكروا التوربينات النفاثة) .

ولكن هذه الفكرة لاقت صعوبة رئيسية وهي انه لا يوجد غاز موصل للتيار الكهربائي . وهكذا يبدو ان هذه الافكار قد وقعت في مازق ، فالموصلات

الصلبة لا تستطيع تحمل درجات حرارية عالية والسوائل الموصلة لا يمكن تحريكها بسرعة كبيرة ، والغازات مواد غير موصلة ولكن ! لقد تعودنا على التفكير بان المادة توجد في ثلاث حالات : صلبة وسائلة وغازية . ولكن ظهر ان للمادة حالتها الرابعة وهذه الحالة الرابعة تسمى (البلازما) ــ وهي تختلف عن بلازما الدم ــ ومن البلازما تتكون مكونات الشمس واكثر النجوم . والبلازما هي غاز متاين ، وفيه فيما عدا الجزئيات توجد ايونات (اي ذرات خرقت مداراتها الالكترونية) والكترونات حرة . والالكترونات والايونات هما حاملنا الشحنات الكهربائية .

اذن فالبلازما مادة موصلة للتيار الكهربائي . ولكن ، المحصول على البلازما يجب تسخين الغاز الى درجة عالية . وبارتفاع درجة الحرارة تتحرك الجزئيات الغازية بسرعة اكبر مصطدمة في طريقها بالجزئيات الاخرى حتى تتحول الى ذرات بصورة تدريجية ، ولكن الغاز لا يزال عديم التوصيل ، لذلك يجب الاستمرار في تسخينه ، والان نقرا درجة الحرار . انها (٤٠٠) درجة مئوية وهنا تتحرك الذرات بسرعة هائلة وهي تملك طاقة كبيرة ويؤدي تصادمها مع بعضها الى خرق مداراتها ومن ثم

نحصل على الالكترونات والايونات . وبقيت الان مسألة ايجاد وقود لتسخين الغاز الى درجة (٤٠٠) مئوية ، فالغاز والنفط والفحم لا تعطي هذه الدرجة من الحرارة العالية اثناء احتراقها . وقد وجد هذا العنصر الملائم ! انه البوتاسيوم وهو عنصر رخيص ومتوفر بكثرة .

كيف يعمل مولد البلازمـــا ؟

يتألف مولد البلازما من مرجل لتسخين الغاز الذي ينقل بعد ذلك في انبوب خاص وتوجه نحو هذا الانبوب عن طريق ثقب صغير مادة (كاربونات البوتاسيوم) وهنا ترتفع درجة حرارة الغاز ويجري تأينه ، ويتوسع هذا الانبوب في نهايته على شكل مخروطي مما يزيد في سرعة الغاز على حساب انخفاض ضغطه . وتبلغ سرعة الغاز الخارج من الانبوبة (٣٢٠٠) كلم في الساعة . وهكذا تدخل البلازما الى القناة الرئيسية للمولد وهي مصنوعة من السيراميك الذي يتحمل درجات الحرارة العالية او (الكوارتز) .

وفي خارج هذه القناة يوجد مغناطيس قوي جدا . وبفعل تأثير المجال المغناطيسي وحركة البلازما يجري فيها تيار ما .

ولاجل الحصول على هذا التيار يدخل الى القناة قطبان من الجرافيت واذا ما تم ايصال طرفي القطبين في الخارج لرأينا ان تيارا مستمرا يجري بينهما ويبلغ معامل كفاءة هذا المولد (٥٠٪) تقريبا وهو اكثر من معامل كفاءة المحطات الكهربائية الحرارية (٣٥٪)

هـ ـ المولد الحراري الكهربائي

وكما رايتم فان المولد الكهربائي العامل على البلازما لا يملك اية اجزاء متحركة كالتي تملكهـا المكائن (المحاور والاقراص المسننة) ، ولكنه يملك (جزءا متحركا واحدا) وهو البلازما المتحركة بسرعة كبيرة .

اما المولد الحراري الكهربائي الذي سنتحدث عنه الان فهو لا يملك اية اجزاء متحركة .

ومن الطريف ان نقول ان هذه المولدات القليلة الكفاءة لا تزال تعمل في عديد من الاماكن وخاصة في الاماكن التي لا تصلها الطاقة الكهربائية .

وهذا المولد عبارة عن فانوس يركب على زجاجة مصنوعة على شكل قبعة وهي قرص ذو سطوح عديدة . ومن هذا القرص يتصل سلكان

يقدمان الطاقة الكهربائية الى الراديو والثلاجة وما شابه ان هذه القبعة تحول الطاقة الحرارية للفانوس الى طاقة كهربائية . اين يكمن سر (القبعة) هذه ؟

في مطلع القرن التاسع عشر اكتشف العالم الالماني (توماس زيبك) ظاهرة ممتعة ؛ فقد ربط سلكين من معادن مختلفة ببعضها على شكل دائرة . وعندما قام بتسخين احد اماكن الارتباط رأى ان تيارا ما يجري في الحلقة . ولكن هذه الظاهرة لم تستخدم في القرن الماضي الا لقياس درجات الحرارة حيث تستخدم المحارير على الاساس هذا .

وفي نهاية الثلاثينات من هذا القرن اثبت العلماء ان(التيار يزداد الاف المرات قوة)في مثل هذه الحلقة اذا ما ربطنا ــ بواسطة اللحام ــ مواد نصف موصلة (اي ليست موصلة او عازلة للتيار الكهربائي) وتحقيق ذلك عندما صنعوا (القبعة) المذكورة بلحام كل زوج من هذه المواد . ويكون احد اماكن الارتباط على الجبة التي تركب القبعة على زجاج الفانوس بينما يكون الطرف الاخر معرضا للهواء . وبما ان اطراف التحام كل زوج من هذه المواد يختلف بدرجة حرارته عن الاخر فان الجهاز سيولد تيارا مستمرا . وعلى الرغم من ان معامل كفاءة هذا المولد صغيرة جدا وهو (١٠٪) الا ان المولدات الحرارية الكهربائية هي من اجهزة المستقبل لانها بسيطة التصميم ومامونة الاستعمال وغير معرضة للتلف .

نظرة الى المستقبل

يقوم العلماء اليوم بابحاثهم للكشف عن طرق جديدة للاستفادة من كوكبنا ذي القدرات الهائلة للحصول على الطاقة الكهربائية ــ اسهل اشكال الطاقة ــ ويوجد هناك اتجاهان يكمن الاول منهما في البحث عن احتياطات كامنة جديدة واما الثاني فهو التوصل بابسط الطرق وارخصها لاستغلال هذه الاحتياطات مستقبلا .

وهكذا ولدت فكرة انشاء محطة كهربائية تعمل على طاقة المد (ظاهرة المد والجزر) .

وقد انشئت في فرنسا اول محطة من هذا النوع .

كما يحاول العلماء الاستفادة من الطاقة الشمسية وتوجد في فرنسا نفسها مرآة عاكسة تبلغ درجة الحرارة في بؤرتها حوالي (٣٠٠٠) درجة مئوية .

ولكن هذا الاسلوب لا يؤدي الى الحصول على طاقة متواصلة نظرا لعدم امكانية التحكم في الاحوال الجوية . وتستعمل اليوم في الفضاء الخارجي

البطاريات الشمسية وهي مكونة من مواد ذات صفات كهروضوئية غالية الثمن وذات معامل كفاءة لا يتجاوز (١٢٪) . ومع ذلك فان مسألة اختراع بطاريات شمسية جديدة ستظل موضوع المستقبل. ويستخدم الانسان اليوم المياه الجوفية الحارة ، ففي ايسلندا هناك المسابح المكشوفة الحارة .

وفي ايطاليا بمدينة (الاردوريلو) تعمل بشكل ناجح محطة كهربائية تستعمل طاقة المياه الجوفية الحارة .

الفصل الثالث

الراديو الالكترونيك

ان علم الراديو الكترونيك هو علم ناتج عن توحيد علمي الراديو فيزياء الذي كان يدرس حركة وصفات الدقيقات الصغيرة (الالكترونات والبروتونات) في الفراغ والاجسام ، وجوهرها الفيزيائي ، وعلم الراديو تيكنيك الذي كان يدرس تكنولوجيا الارسال والبث . وفي العقد الثاني وبفضل تطور واختراع الصمامات والاجهزة الالكترونية اخذ هذان العلمان يتقاربان ثم اندمجا في كل واحد .

واو لا هذا العلم لما استطاع العلماء والمهندسون من صنع واستخدام الاجهزة الالكترونية التي لا يمكن تصور تقدم العالم من دونهما . فهي تساعد الانسان اليوم على اكتشاف اسرار نواة الذرة وخواص الخلية الحية وعالم المايكروبات وباطن الارض واعماق الفضاء الخارجي وتستخدم الاجهزة الالكترونية في كل مكان ، برا وبحرا وجوا — وفي شتى المجالات ابتداء من صناعة التعدين ومرورا بالبث الاذاعي وانتهاء بالحاسبات الالكترونية المعقدة .

ومنذ عام ١٩٤٨ قفزت الصناعة الالكترونية الى الامام ، فقد تم في ذلك العام اكتشاف المواد نصف الموصلة وصنعت الترانزستورات ، ومنذ ذلك الحين بدات هذه تحتل مكانها اللائق في مختلف قطاعات الصناعة والخدمات .

بعد هذه المقدمة القصيرة لابد ان يخطر لاحدكم ان يسأل عن سر هذه «الشعبية» التي تتمتع بها الاجهزة الالكترونية . وللاجابة على هذا السؤال تعالوا نبحث معا ، في البداية ، عن «مواهب» هذه الاجهزة .

ولنبدا بالسؤال التالي الذي قد يبدو ساذجا: من دون أي شيء لا يستطيع الانسان ان يعيش ؟ ولعلكم ستجيبون : من دون الماء والهواء والطعام والملبس والمسكن . وهذا صحيح بلا شك ولكنه غير كاف ، فالانسان يحتاج ، بالاضافة الى كل ذلك ، الى مختلف المعلومات التي لا يمكنه ان يعيش او يعمل من دونها . ويجب فهم كلمة المعلومات هنا بمعناها الواسع الذي يتضمن بالاضافة الى ما هو عليه، المعلومات التي تستلمها المكائن من الانسان او من الالات الاوتوماتيكية . ولا يمكن للمعلومات ان توجد او تنتقل من دون وجود حامل لها . فالمفتاح مثلا يحمل «معلومات» عن قفله ، ودقات نبض قلب

المريض تحمل معلومات عن طبيعة عمل القلب وقد كان الانسان القديم يسجل معلوماته على الحجر والفخار ونحن واياكم نستخدم القلم او الآلة الطابعة لتسجيل معلوماتنا على حامل المعلومات الورقة كما تشكل الاواصر العضوية للخلية الحية حاملا للمعلومات عن خواص هذه الخلية . وبين كل هذه الحوامل تشغل الموجات الكهربائية حاملا متميزا للمعلومات ، فهي اولا تشكل واسطة لنقل (ارسال) الحروف والارقام (في التلغراف) او الموسيقى والكلام (في الهاتف) او الصورة (في التلغراف المصور) وذلك بواسطة الاسلاك . وهي ثانيا تشكل واسطة لنقل المعلومات من دون اسلاك (اي على شكل موجات راديوية) بسهولة وبسرعة كبيرة تساوي سرعة الضوء (٣٠٠ الف كيلو متر في الثانية) وهي ثالثا تمتاز بميزة مهمة جدا وهي عدم تغير المعلومات التي تحملها وكذلك امكانية تقوية او اضعاف الموجات الكهربائية او جمع عدة امواج مختلفة . واخيرا فان بالمستطاع تحويل طاقة الموجات الكهربائية ــ هذا الحامل للمعلومات المتعدد الاستعمالات ــ الى طاقة ذات شكل اخر (صوتية مثلا) وكذلك استحداث طاقة

الموجات الكهربائية من طاقة ذات شكل آخر (من طاقة ضوئية مثلا) . وهكذا نرى ان مميزات الموجات الكهربائية كحامل للمعلومات كافية لاقناعنا بـ «شعبية» الاجهزة الالكترونية مرسلة او لاقطة هذه الموجات .

والان تعالوا لنتعرف على المعلومات الضرورية الخاصة باجهزة الراديو الكترونيك .

١ ـ العائلة الكبيرة للصمامات الالكترونية :

ان الصمامات الالكترونية هي اجهزة معدة لتحويل وتغيير الموجات الكهربائية وتدخل في عائلة هذه الصمامات : الصمامات المفرغة من الهواء والصمامات الغازية والترانزستورات .

ولا تختلف هذه الصمامات من حيث مبدأ عملها الذي يكمن في تكوين تيار داخلي من الشحنات المتحررة وتهيئة وادارة هذا التيار من قبل موجات كهربائية خارجية تتحكم في قيمة التيار وشكله . وتعمل هذه الصمامات في شتى المجالات فتقوم انواعها المختلفة بتقوية الاشارات الكهربائية مثلا او تحويل هذه الاشارات الى طاقة ضوئية او تحويل التيار المتناوب الى مستمر وغيرها .

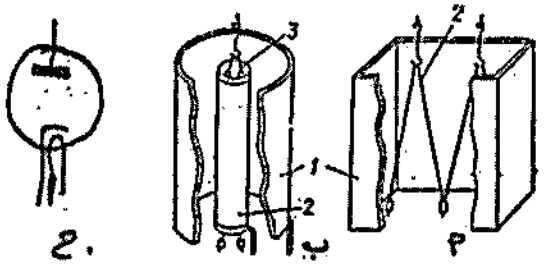
١ ـ الصمامات المفرغة :

وتحتل الصمامات المفرغة مكانا هاما في صنع الاجهزة الالكترونية وهي تسمى باللهجة الدارجة لدينا بـ (اللمبات) . وابسط هذه الصمامات هو الصمام الثنائي الاقطاب وهو عبارة عن اسطوانة زجاجية او زجاجية ومعدنية مفرغة من الهواء يوجد في داخلها قطبان معدنيان يسمى احدهما القطب المجهز وهو الذي يجهز الالكترونات ويسمى القطب الاخر بالقطب الجامع الذي يستلم الالكترونات . ويسخن القطب المجهز عادة الى درجة حرارة (٨٠٠ ـ ١٢٠٠) او (٢٥٠٠ ـ ٢٨٠٠) درجة مئوية حسب نوع المواد التي يصنع منها . وتكمن ضرورة تسخين القطب المجهز في ان ارتفاع درجة حرارة المعدن يؤدي الى ازدياد الحركة غير المنتظمة للالكترونات وبزيد من طاقتها مما يحملها على «القفز» من القطب المجهز الساخن وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة خروج الالكترونات تحت تأثير الحرارة . واذا ما تم ربط القطب المجهز بالقطب السالب لبطارية خارجية والقطب الجامع بالقطب الموجب لنفس البطارية فان تيارا ما سيجري داخل الصمام ، حيث تتجه الالكترونات نحو القطب الجامع الموجب الشحنة وهذا التيار هو حركة الشحنات المتحررة (الالكترونات) المنتظمة . ومن هنا يتضح

عدم مرور تيار كهربائي اذا ما ربط القطبان المجهز والجامع بالعكس اي ربط القطب المجهز بالقطب الموجب للبطارية والقطب الجامع بالقطب السالب لها . وذلك راجع الى عدم توجه الالكترونات نحو القطب الجامع جراء تنافر الشحنات المتماثلة . والان لنوصل قطبي الصمام بمولد للتيار المتناوب، وهنا نرى ان الصمام لا يعمل باستمرار فهو يعمل فقط (اي يجري داخله تيار كهربائي) اثناء وجود الشحنة الموجبة على القطب الجامع اي اثناء وجود النصف الموجب من موجة التيار المتناوب . ولا يعمل اثناء وجود النصف السالب من موجة التيار المتناوب . وهكذا نحصل على تيار نبضي يشبه في شكله ضياء مصباح الطائرة اثناء الطيران ــ مرة يضيء ومرة يختفي ــ واما عن تاريخ صنع اول صمام من هذا النوع فقد ظهرت اولى الصمامات في عام ١٩٠٤ . وبعد ذلك بفترة صنع المهندس الامريكي (لي دي فوريست) اول صمام ذي ثلاثة اقطاب . وبذلك حصل العلم على اولى اجهزة تقوية الاشارات الكهربائية (بالاضافة الى اعمال اخرى) بواسطة الصمام ثلاثي الاقطاب .

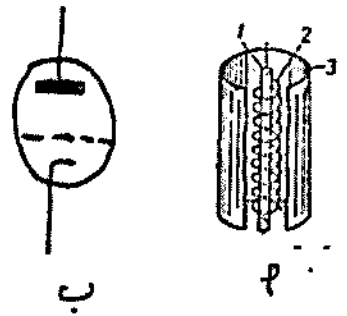
ولا يختلف تركيب الصمام الثلاثي عن تركيب الصمام الثنائي الا بوجود قطب اخر يسمى الشبكة (شبكة الادارة) . ويقع

هذا القطب المعدني الثالث بين المجهز والقطب الجامع . وتقع الشبكة على مسافة قريبة جدا من القطب المجهز وذلك ما يؤدي الى التاثير عليه بصورة مباشرة فلو كانت هناك شحنة سالبة صغيرة في قيمتها على شبكة فان كمية وسرعة الالكترونات الخارجة من القطب المجهز ستكون مقيدة من المنطقة الواقعة بين القطبين (المجهز والشبكة) على الرغم من وجود شحنة موجبة عالية على القطب الجامع . وبفضل ذلك يستخدم الصمام الثلاثي كجهاز لتقوية (تكبير) الاشارات الكهربائية . ومن اجل ذلك توضع الاشارات المراد تقويتها بين القطب المجهز والشبكة وتستلم الاشارة القوية من بين القطب الجامع والقطب المجهز . ان عملية تقوية الاشارات الكهربائية تكمن في ان كل تغير طفيف في الجهد الكهربائي على الشبكة يؤدي الى زيادة كبيرة في تيار الالكترونات اي في التيار الكهربائي .



شكل ١٦ ـ الصمام الثنائي الاقطاب

أ ـ في حالة تسخين المجهز مباشرة
ب ـ في حالة وجود (مجهز يسخن) بصورة غير مباشرة
(١ ـ القطب الجامع ٢ ـ القطب المجهز ٣ ـ المسخن)
ج ـ الرمز الكهربائي للصمام



شكل ٧ ـ الصمام الثلاثي الاقطاب

أ ـ التصميم (١ القطب المجهز ٢ ـ الشبكة ٣ ـ القطب الجامع)
ب ـ الرمز الكهربائي

وفيما عدا الصمام الثلاثي هناك الصمامات الرباعية والخماسية وغيرها . والان لنتحدث عن كيفية صنع الصمامات المفرغة من الهواء وهي تتلخص في الخطوات التالية : يوضع القطب المجهز وهو عبارة عن قضيب معدني في منتصف الاسطوانة الزجاجية تماما وبشكل عمودي . وتوضع حوله اعمدة معدنية تثبت عليها خيوط الشبكة وهي خيوط من المعدن التي تصنع منه ويجري لفها على شكل اسطوانة ، ويوضع القطب الجامع خلف هذه الاسطوانة الشبكية ويكون اما على شكل اسطوانة او علبة معدنية .

ويصنف القطب المجهز الى صنفين : القطب المجهز المسخن بصورة مباشرة وهو عبارة عن سلك رفيع يجري تسخينه بواسطة التيار ويقوم هو نفسه بتجهيز الالكترونات ويحتاج الى درجات حرارية عليا لذلك . والصنف الثاني هو القطب المجهز المسخن بصورة غير مباشرة وهو عبارة عن اسطوانة رقيقة مطلية باوكسيد الباريوم او المغنيسيوم تخرج الالكترونات منها بعد ان يقوم بتسخينها سلك رفيع معزول عن الاسطوانة ، وتسمى هذه الاقطاب بالاقطاب المنشطة وهي تعمل على درجات حرارة واطئة نسبيا .

ب ـ الصمامات الغازية :

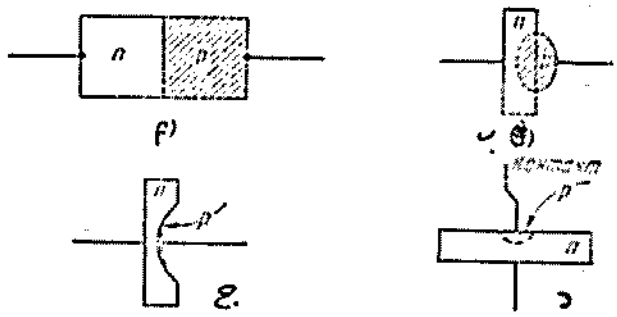
وبالاضافة الى الصمامات المفرغة ينتشر استخدام الصمامات الغازية في مختلف قطاعات الصناعة والخدمات الالكترونية . وتتلخص هذه الصمامات للعمل في الاجهزة التي تحتاج الى تغيير الاشارات الكهربائية البطيئة التغيير (ذات الذبذبة الواطئة) وتستطيع العمل على تيارات ذات قيم عالية . ويستطيع اي منكم معرفة وتمييز الصمام الغازي عن الصمام المفرغ اثناء عملها ، فالاول يشع لمعانا قويا يميل لونه الى اللون الازرق وهذا يعود الى الغاز الموجود داخل الصمام (عادة بخار الزئبق والغازات الخاملة) اثناء مرور التيار الكهربائي فيه . ولو ظهر هذا اللمعان اثناء عمل الصمام المفرغ فذلك يعني ان هذا الصمام «مريض» ويعاني من تسرب الهواء الى داخله .

وتنقسم الصمامات الغازية الى عدة انواع منها الصمام الثنائي الاقطاب والثلاثي التي تستخدم في شتى المجالات كتغيير التيار المتناوب الى تيار مستمر وفي الالات الاوتوماتيكية . وقد ظهرت صمامات غازية ذات قطب مجيز بارد . وتحتل الصمامات الزئبقية مركزا مهما في شتى مجالات الصناعة حيث تقوم بتغيير التيار المتناوب الى تيار مستمر تبلغ قيمته عدة مئا ت من الامبيرات .

ج ـ الترانزستور :

ومنذ وقت غير قصير اخذت الصناعة الالكترونية تعتمد على منافس جريء للصمامات المفرغة والغازية الا وهو الترانزستور . وهو صمام مصنوع من المواد نصف الموصلة (وهي مواد اكثر توصيلا للكهربائية من المواد العازلة واقل توصيلا من المعادن . وقبل اختراع وصنع الترانزستور استطاع العلم ان يصنع اول ثنائي بلوري للراديو في عام ١٩٠٦ ومن ثم صنعت اولى الثنائيات من مواد السيليينيوم واوكسيد النحاس والتي استخدمت لتحويل التيار المتناوب الى تيار مستمر. وتنتشر اليوم ثنائيات الجرمانيوم والسيليينيوم وهي مصنوعة من بلورة المواد نصف الموصلة والمقسمة الى نصفين يسمى النصف الاول (P) (من كلمة Posative اي موجب) وهو القسم الذي يحوي على شحنات حرة موجبة ويسمى النصف الثاني (n) (من كلمة negative اي سالب) وهو القسم الذي يحوي على شحنات حرة سالبة .

ولنر كيف يتم صنع هذين القسمين ، فالقسم (n) يصنع من الجرمانيوم باضافة عدد من ذرات الزرنيخ . وكما نعرف فان الجرمانيوم هو عنصر من عناصر المجموعة الرابعة في جدول مندلييف الدوري، اي ان عدد الالكترونات في المدارات الخارجية لذراته



شكل ٨ ـ طرق تصنيع الثنائي البلوري

ا ـ بطريقة الاستنبات

ب ـ بادخال كرية مصهورة من الشوائب

ج ـ بطلاء الشوائب

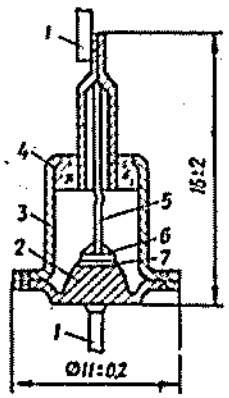
د ـ باحداث نقطة اتصال

يبلغ اربعة الكترونات، ويرتبط كل من هذه الالكترونات، باحد الكترونات الذرات المجاورة باواصر ثابتة . واذا ما اضفنا عددا من ذرات الزرنيخ الذي يعتبر من عناصر المجموعة الخامسة في جدو لمندلييف الدوري نرى ان اربعة الكترونات من ذرة الزرنيخ

سترتبط بالكترونات ذرات الجرمانيوم المجاورة وسيبقى الالكترون الخامس بدون روابط اي انه سيبقى حرا وبذلك نحصل على مادة شحنات متحررة سالبة .

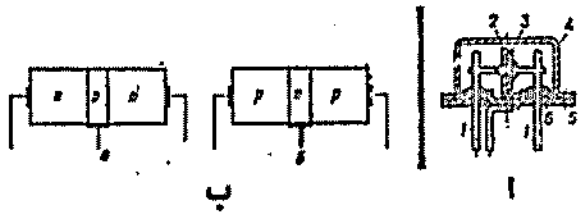
اما القسم الثاني (P) ذي الشحنات الموجبة فيصنع من الجرمانيوم كذلك باضافة عنصر الانديوم الواقع ضمن المجموعة الثالثة في جدول مندلييف اي انه يملك ثلاثة الكترونات في المدارات الخارجية لذرته . وستقوم هذه الالكترونات بالارتباط مع الكترونات ذرات الجرمانيوم ؛ اما الكترون ذرة الجرمانيوم الرابع فينضم الى ذرة الانديوم محولا اياها الى ايون سالب وخالق «فجوة» في المدارات الخارجية لذرات الجرمانيوم ، وهذه الفجوة تحتاج الى الكترون جديد يحل فيها ؛ وهكذا نحصل في هذه الحالة على الكثير من «الفجوات» التي تشكل شحنات موجبة ، ونحصل على مادة ذات شحنات متحررة موجبة .

واذا ما جرى تلاصق القسم الموجب (P) والقسم السالب (n) لحصلنا على ثنائي من المواد نصف الموصلة . ويمكن مقارنة القسم الموجب بالقطب الجامع في الصمام الثنائي المفرغ . فلو اوصلناه بالقطب الموجب للبطارية لرأينا ان تيارا ما يجري في



شكل ٩ ــ ثنائي بلوري لاستخدامات تقويم التيار المتناوب مصنوع من السيليزيوم .

١ ــ الاطراف الموصلة
٢ ــ حامل البلورة
٣ ــ الهيكل
٤ ــ عازل زجاجي
٥ ــ سلك من الالمنيوم
٦ ــ حامل البلورة الثاني
٧ ــ نقطة اللحام .



شكل ١٠ ــ الترانزستور ذو القدرة الواطئة

ا ــ التصميم (١ ــ اطراف التوصيل ٢ ــ حامل البلورة ٣ ــ بلورة المادة الموصلة ٤ ــ هيكل من الفولاذ ٥ ــ مكان التهام شديد ٦ ــ عازل زجاجي)

ب ــ الرموز الكهربائية للترانزستور من نوع p-n-p و n-p-n

الثنائي حيث يجري انتقال الشحنات عبر منطقة اتصال (p-n) وبالعكس فلو قمنا بايصال القسم (n) (وهو كالقطب المجهز ــ منبع الالكترونات) بالقطب الموجب للبطارية فان الشحنات المتحررة ستبتعد عن منطقة الاتصال وعندها لن يجري اي تيار كهربائي .

منذ عام ١٩٤٨ بدات تظهر اولى الصمامات الثلاثية الاقطاب من المواد نصف الموصلة

ــ الترانزستورات . ويتكون اي ترانزستور من ثلاثة اجزاء من المواد نصف الموصلة وهي نوعان n-p-n او p-n-p والنوع الاول يحوي على قسمين من المواد ذات الشحنات الحرة السالبة وقسم واحد من المواد ذات الشحنة الحرة الموجبة اما النوع الثاني فيحتوي العكس .

والترانزستور n-p-n مؤلف من ثنائيين تعتبر القاعدة (P) منطقة مشتركة لهما ؛ وهذان الثنائيان هما ثنائي المجهز ــ القاعدة (n-p) وثنائي القاعدة والجامع(p-n)ويعتبر الثنائي الاول مدخلا للترانزستور وتوصل به اطراف الاشارات الكهربائية المراد تقويتها . وتحت تاثير هذه الاشارات تنتقل الشحنات السالبة من المجهز (n) الى القاعدة (P) وتخترقها (وهذا ما يسمى بالتنافذ) وبعد ذلك تقع تحت تاثير الثنائي (القاعدة ــ الجامع) ولو اوصلنا القطب الجامع بالقطب الموجب للبطارية فان ذلك سيؤدي الى زيادة سرعة الشحنات السالبة وكميتها الواصلة اليه وهكذا يتكون التيار الجامع الذي يزداد كثيرا عند اقل تغير صغير في الاشارات الداخلة وهذا ما يجعل من الترانزستور من الصمامات التي تستخدم لتقوية الاشارات الكهربائية . ويعمل الترانزستور من نوع (p-n-p) على نفس المبدا وتكون الشحنات الموجبة هي الناقل الرئيسي للتيار

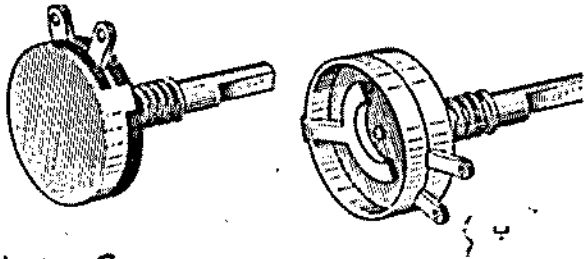
وتعمل الترانزستورات عادة على جهد كهربائي واطيء تبلغ قيمته عدة وحدات من الفولت في حين ان عمل الصمامات المفرغة يحتاج الى جهد عشرات من الفولت . وهذا يعني ان الترانزستورات تستهلك طاقة اقل بكثير من الطاقة التي تستهلكها الصمامات المفرغة . ويمتاز الترانزستور كذلك بخفة الوزن وصغر الحجم مما ساعد الصناعة الالكترونية على صنع ادوات دقيقة خفيفة الوزن صغيرة الحجم .

٢ ـ العناصر الرئيسية لاجهزة الراديو الكترونيك

اذا كانت الصمامات الالكترونية تعتبر احد العناصر الرئيسية التي تتالف منها اجهزة الراديو الكترونيك ، فان هذه الاجهزة تتالف ايضا من عناصر اساسية اخرى اهمها المكثفات والملفات والمقاومات وهذه الاخيرة كما هو ظاهر من التسمية تقوم بمقاومة التيار المستمر والمتناوب وابتلاع الطاقة الفائضة وتنظيم الجهد الكهربائي اللازم للصمامات وهي تكون على شكلين ثابتة القيمة او متغيرة القيمة . وتبلغ قيم المقاومات المستخدمة في مجال الراديو الكترونيك من عدة اجزاء من الاوم وحتى مئات الكيلو اوم (١٠٠٠ اوم) والميغا اوم (مليون اوم) . وتتحمل هذه

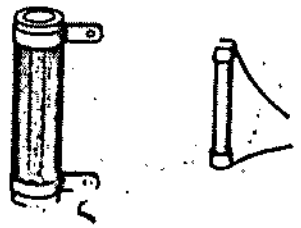
المقاومات طاقة تتراوح بين عدة اجزاء من الواط وحتى عشرات منه .

وتقوم المكثفات ـ وهي عنصر اساسي آخر ـ بوظائف مختلفة فهي تخزن الشحنات الكهربائية وتعزل التيار المتناوب عن المستمر فهي تمرر الاول في حين تمنع مرور التيار المستمر . ويتالف المكثف من صفيحتين او عدة صفائح تعزل فيما بينها بواسطة طبقة صغيرة من المواد العازلة . وتصنع الصفائح (التي تتجمع عليها الشحنات) على شكل اقراص او اسطوانات او حلزونات طويلة . اما الوحدة التي تستعمل لقياس سعة المكثف (اي مقدرته على خزن الشحنة) فهي (الفراد) او (المايكروفراد ـ واحد من



شكل ١١ ـ
المقاومات المتغيرة :
ا ـ غير سلكية ب ـ سلكية

مليون من الفراد) و (والبيكافراد ـ واحد من مليون مايكروفراد) وتكون المكثفات على شكلين : مكثفات ذات سعة ثابتة القيمة ، ومتغيرة القيمة .

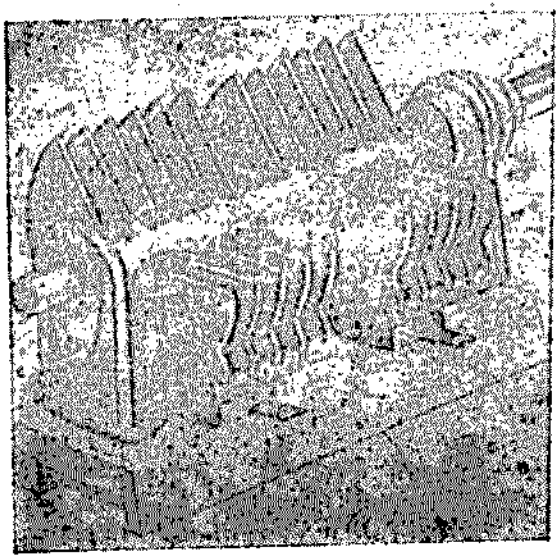


شكل ١٢ ـ المقاومات الثابتة

١ ـ كاربونية ٢ ـ سلكية

وعلى عكس المكثف يقوم الملف ـ وهو عنصر اساسي اخر ـ بالسماح بمرور التيار المستمر ومقاومة التيار المتناوب . واذا ما جرى في الملف تيار كهربائي فان مجالا مغناطيسيا سيتكون حوله ، وتقدر مقدرة الملف على تكوين المجال المغناطيسي اي الحث بوحدة القياس المسماة (هنري) . وكلما كان عدد لفات الملف اكثر كلما كانت مقدرته هذه اكبر ، ويمكن رفع مقدرة الملف بادخال (قلب) من الحديد او مركباته في داخل فراغ الملف .

والان لو جمعنا كل هذه العناصر الاساسية الثلاثة ـ المقاومة والمكثف والملف ـ في حلقة كهربائية واحدة لامكننا صنع مختلف المرشحات الكهربائية التي تستطيع القيام بفرز التيار المكون من عدة تيارات (مثل تيار خليط من التيار المتناوب والتيار المستمر) الى تياراته الاصلية . وهذه المقدرة تابعة



شكل ١٣

مكثفان يحركهما قضيب واحد يؤدي الى تغير سعتهما

شكل ١٤

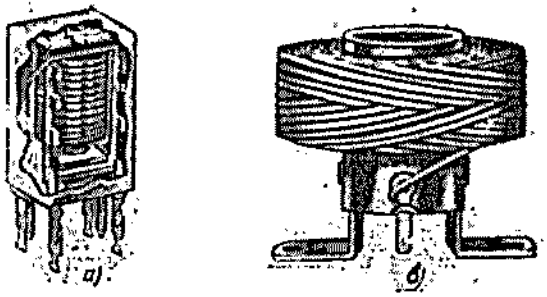
تصنيع المكثفات السيراميكية

ا ــ قرص من السيراميك ،

ب ــ قرص من السيراميك وعلى جانبه طلاء من الفضة .

ج ــ يتم لحام الوصلات

د ــ المكثف بعد غطسه في حوض صمغي .



شكل ١٥ ــ الملفات العاملة على الذبذبة العالية

ا ــ محولة تستخدم في اغلب راديوات الترانزستور

ب ــ ملف ذو قلب حديدي

من حقيقة استطاعة المكثف تمرير المتناوب فقط ، في حين يستطيع الملف تمرير التيار المستمر فقط .

وتحتل الحلقة الموجة ــ وهي حلقة مكونة من المكثف والملف فقط مكانا مهما في هذه المرشحات . فلو قمنا بشحن المكثف في هذه الحلقة فان تيارا متناوبا سيجري في هذه الحلقة بعد ايقاف الشحن بالطبع . وترتبط ذبذبة هذا التيار باقيام سعة المكثف وحث الملف . ولهذا يمكننا التاكيد بان كل حلقة موجبة تملك ذبذبتها الذاتية الخاصة بها . والان لو ربطنا حلقة موجية ذات ذبذبة ذاتية معينة

بمولدات للتيار ذات ذبذبات مختلفة فان هذه الحلقة سوف «تختار» التيار ذا الذبذبة التي تساوي او تقارب ذبذبتها الذاتية . وسوف تقوم هذه الذبذبات المختارة بتقوية الموجات الذاتية للحلقة الموجبة ، وهكذا نحصل على دائرة الرنين . والرنين يشبه عملية دفع البندول باتجاه حركته مما يساعده على الاسراع فيها . وبالاضافة الى عملها كحلقة لاختيار الموجات ذات الذبذبة الذاتية تستطيع الحلقة الموجبة توليد التيار ، الا ان موجات هذا التيار تضمحل بسرعة لان طاقتها تصرف على اجتياز مقاومة مختلف أجزاء الحلقة كالاسلاك مثلا . وتشبه عملية الاضمحلال هذه عملية اضمحلال حركة البندول نتيجة الاحتكاك . ولكن لو تم ايصال هذه الموجات المضمحلة بصمام الكتروني لتقويتها لحصلنا على موجات ذات قوة اكبر ، ولو ارجعنا الموجات المقواة هذه ذات الذبذبة نفسها الى الحلقة الموجبة ثانية بحيث تكون مشابهة في حركتها لموجات الحلقة الذاتية لحصلنا على الرنين ولازدادت قوة التموجات وهكذا نحصل على تموجات غير مضمحلة ـ اي على مولد موجات كهربائية .

٣ ـ المواصلات السلكية واللاسلكية

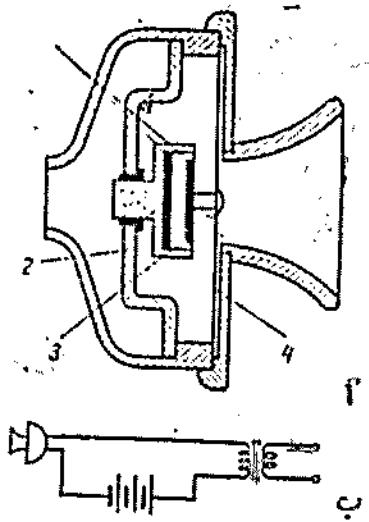
تنقسم جميع اجهزة الارسال والالتقاط الى قسمين : القسم الاول ، ويقوم بأعماله اعتمادا على

المواصلات السلكية والقسم الثاني الذي يقوم بأعماله اعتمادا على المواصلات اللاسلكية . وتعتبر المواصلات السلكية احد اشكال المواصلات المهمة واقدمها استعمالا ، فقد مضى على استخدامها اكثر من قرن من الزمان . ولا يمكن للعالم اليوم ان يستغني عن هذه المواصلات فهي تربط القارات بشبكة التلفون والبرق مخترقة الجو والمياه وباطن الارض . ويستخدم التيار المستمر لنقل المعلومات اللازمة وهكذا ترسل البرقيات المصورة والتي يقوم بارسالها جهاز التلفراف المصور الذي يعمل كما ياتي :

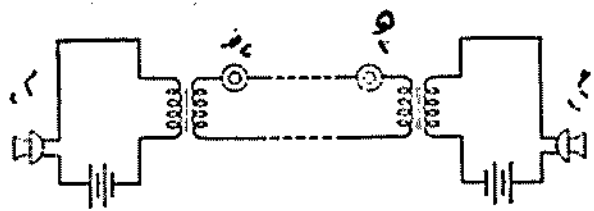
تثبت الوثيقة المراد ارسال صورتها برقيا على دولاب دوار ، يقوم مصباح وهاج يوجه شعاعه عن طريق منظومة من العدسات بتكوين بقعة ضوئية يبلغ قطرها (٢ر٠ـ٥ر٢) مليمتر عليها . اما الشعاع المنعكس عن الصورة فتلتقطه خلية ضوئية محولة اياه الى اشارة كهربائية تجري تقويتها وارسالها عبر الاسلاك . ويتحرك هذا الدولاب باتجاه افقي مما يؤدي الى سقوط الشعاع على معظم انحاء الصورة ويتم التقاط الصورة في مكان الاستقبال بصورة عكسية . وتقوم الاسلاك كذلك بنقل الكلام والموسيقى ، ولاجل ذلك يجري تحويل الموجات الصوتية الى موجات كهربائية وهذا ما يقوم به المايكروفون . ففي اجهزة التلفون مثلا يجري تحويل الموجات الصوتية

الى موجات كهربائية بواسطة مايكروفون كاربوني وهو مؤلف من صفيحة رقيقة تتاثر بالاهتزازات الخفيفة وتقوم هذه الصفيحة بالضغط على طبقة كاربونية بشدة او بضعف حسب قوة الصوت ، وهذا ما يؤدي الى ازدياد تغير مقاومة الطبقة الكاربونية اي الى تغير التيار المار خلال هذه المقاومة والذي تقوم بتزويده بطارية محلية .

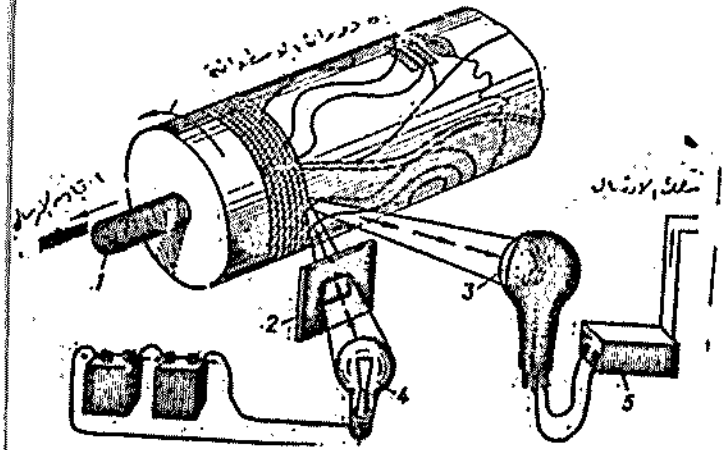
وعلى الرغم من الاعمال المتنوعة التي تقوم بها المواصلات السلكية فانها لا تفي باغراض نقل المعلومات من الاماكن المتحركة الى اماكن اخرى وبالعكس (الاتصال بين السفينة او الطائرة والارض مثلا) ، وهكذا نرى ان الاتصالات مع الاماكن المتحركة تحتاج الى حامل معلومات حر ومتنقل . وتقوم الموجات الكهرومغناطيسية بهذا الدور بشكل ممتاز .



شكل ١٦ ـ المايكروفون الكاربوني . التصميم والدائرة الكهربائية . عند الكلام تهتز الطبلة وهي غشاء رقيق(٤)مؤدية الى كبس(ضغط) حبيبات الكاربون (٣) الموجودة بين قرصين(١) والمستندة الى قاعدة (٢) . بحيث يؤدي ذلك الى تغير التيار في الدائرة الكهربائية (ب) . وكلما تغيرت شدة الصوت كلما تغير الضغط الموجه نحو حبيبات الكاربون ، كلما تغيرت مقاومة المادة الكاربونية وذلك يؤدي الى تغير التيار المنتقل عبر الاسلاك



شكل ١٧ ــ خارطة كهربائية لجهاز هاتف محلي



شكل ١٨ ــ يوضح طريقة عمل جهاز التلغراف المصور
١ ــ لولب لتحريك الاسطوانة باتجاه الارسال
٢ ــ عدسة ٣ ــ خلية ضوئية ٤ ــ مصباح
٥ ــ جهاز تقوية

٤ ــ البث والاستلام الاذاعي :

والان لنتساءل : كيف تعمل المواصلات اللاسلكية ؟ عندما تنتقل الموجة الكهرومغناطيسية من مكان البث بسرعة (٣٠٠ الف كيلو متر في الثانية) وتلتقي في طريقها بموصل كهربائي ــ اي مادة موصلة للكهربائية ــ ولنسميه هوائي الاستلام فان تيارا متناوبا شبيها في تموجاته مع تموجات التيار الذي يبثه هوائي البث ومن نفس الذبذبة سيجري في هوائي الاستلام . وباستخدام هذه الظاهرة يجري نقل المعلومات بدون اسلاك . ويمكن صنع الموجات الكهرومغناطيسية باطوال مختلفة تختلف باختلاف ذبذبة التيار المتناوب الذي يكونها . وتتراوح نسبة اطوال الموجات ما بين عدة كيلومترات وحتى عدة ملمترات . ويسمى هذا الطيف من الموجات الكهرومغناطيسية بالموجات الراديوية وهو يضم موجات طويلة ومتوسطة وقصيرة جدا .

وفي البداية استخدمت الشرارة الكهربائية لتوليد التيار العالي الذبذبة وكانت الاشارات تبث بطريقة مورس . وفي عام ١٩١٣ استخدم اول صمام ذي ثلاثة اقطاب كمولد لهذه الاشارات . وبعد عدة سنين ظهرت اولى اجهزة البث العاملة على الصمامات . ويتالف جهاز البث عادة من عدة اجزاء،

يشكل مولد التيار العالي الذبذبة اول اجزائه ويأتي بعده جهاز التقوية . وترتبط قيمة طاقة الموجات الكهرومغناطيسية المرسلة في الجو بقدرة التيار ذي الذبذبة العالية في هوائي جهاز البث . وتصل قدرة محطات البث الاذاعي الى عدة مئات وآلاف من الكيلو واط . اما اجهزة الارسال الموجودة على الطائرات والسفن فتعمل على قدرات واطئة تبلغ عدة وحدات من الكيلو واط . وفيما عدا قدرة المحطات المرسلة ترتبط المسافة التي يصلها البث الاذاعي بطول موجة البث كذلك . فالارض تعتبر حجرا صغيرا بالنسبة للموجات الطويلة ولذلك فهي تغطي اكثر مساحتها ويمكن سماع محطات الاذاعة القوية على موجات طويلة في الطرف الاخر من العالم . ولكن الارض تشكل عقبة امام الموجات المتوسطة والقصيرة جدا .

والان لنتحدث عن تأثير الجو المحيط بالارض على الموجات وانتشارها .

ولنسأل انفسنا قبل ذلك السؤال التالي : هل يتمكن المصباح اليدوي من اضاءة قسم من الارض يقع خلف حائط حجري ؟ ونستطيع ان نجيب بثقة : نعم وبطريقتين ؛ اولاهما تتلخص في رفع المصباح اليدوي فوق الحائط . وثانيهما

تتلخص في وضع مرآة فوق الحائط وتوجيه شعاع المصباح بحيث يستطيع هذا الشعاع «القفز» من فوق الجدار والوقوع على المكان المطلوب .

وبنفس الطريقة الثانية يجري انتشار الموجات المتوسطة والقصيرة وانتقالها الى مناطق بعيدة ، فهذه الموجات تنعكس عن «مرآة» اوجدتها الطبيعة وعلقتها فوق الارض ، وتقع هذه «المرآة» التي تسمى طبقة (الايون سفير) اي ـ **الطبقة المتأينة** ـ على بعد (٥٠ ـ ٥٠٠) كيلو متر عن الارض ، حيث تقوم بعكس الموجات القصيرة والموجات المتوسطة (وتعكس الموجات المتوسطة ليلا فقط مما يفسر لنا سماع الاذاعات بصورة واضحة على هذه الموجات ليلا) . واخيرا فلعل اكثركم قد لاحظ ان عدد المحطات التي تبث امواجها على الموجة القصيرة هي اكثر من المحطات التي تبث على الموجة المتوسطة ، وذلك راجع الى تحديد قيمة الذبذبات التي يمكن للمحطات البث عليها بحيث لا يقل الفرق بين ذبذبة بث واخرى عن (١٠) كيلو سايكل . وبما ان قيمة الذبذبات التي يمكن البث عليها في الموجة القصيرة هي اكثر بكثير من قيمتها على الموجة المتوسطة فان ذلك يسهل تفسيره .

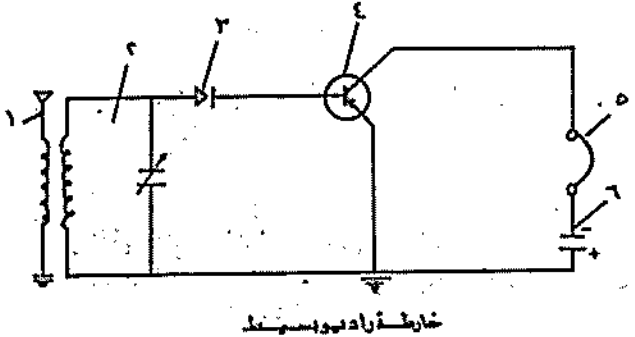
٥ ـ الراديو والمسجل :

تتشابه اجهزة الراديو جميعها في العمل الذي يقوم على اساس اختيار الموجة ذات الذبذبة اللازمة

من دون جميع الموجات ذات الذبذبات المختلفة والموجودة في هوائي الراديو ، ثم تقوية هذه الموجات وتحويلها الى موجات صوتية . ويرتبط هوائي **جهاز الراديو** بالحلقة الموجية . وتقوم هذه الحلقة باختيار الموجة المتوافقة في ذبذبتها . ويجري تغير الذبذبة الذاتية للحلقة الموجية بواسطة تغيير قيمة سعة المكثف (وذلك بادارة القرص الذي يحرك مؤشر الراديو) . ومن اجل الحصول على تغيير كبير في الذبذبة يجب تغير قيمة الملف الموجود في الحلقة (بواسطة ازرار تبديل الموجات) . وترتبط الحلقة الموجية بعدة اجهزة للتقوية . ويعتبر وجود الثنائي ـ البلوري ـ او صمام خاص ـ جزء ضروريا من اجزاء جهاز الراديو ويتلخص عمله في استخلاص الموجات ذات الذبذبة الواطئة من الموجات ذات الذبذات العالية ثم تنتقل الموجات الواطئة التردد الى جهاز للتقوية ثم الى السماعة بواسطة محولة كهربائية حيث تتحول الى موجات صوتية .

اما عمل جهاز التسجيل فيتلخص في قيامه بتسجيل او اعطاء الصوت على او من شريط مغناطيسي . ويستفاد هنا من ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي . وكما نعلم فان مرور التيار الكهربائي بملف ما سيؤدي الى توليد مجال مغناطيسي حوله ولو وضعنا مادة من الحديد في مكان تاثير هذا المجال لتم ـ تمغنطها ـ وتختلف شدة هذا التمغنط

حسب تغير شدة المجال المغناطيسي . وعلى هذا الاساس يجري تسجيل الصوت . فبعد انتقال الموجات الصوتية وتحولها عبر المايكروفون الى موجات كهربائية متغيرة بتغير شدة الموجات الصوتية، تكون هذه الموجات اثناء مرورها بالملف مجالا مغناطيسيا متغيرا ، ولو امررنا شريطا فولاذيا قرب هذا الملف فان اجزاءه ستتاثر بالمجال المغناطيسي وتتم عملية مغنطتها . وكلما كانت قوة الصوت اكبر كلما كانت الموجات الكهربائية اكثر قوة وكلما كانت شدة التيار اكبر كلما كان تمغنط الشريط اكبر والعكس بالعكس .



خارطة راديو بسيط

شكل ١٩

اما تحويل التسجيل الى صوت فيجري باستخدام نفس الظاهرة بشكل معكوس . فلو قمنا بتغيير شدة مجال مغناطيسي ما قرب احد المواد الموصلة ـ السلك مثلا ـ فان تيارا ما سيجري في السلك ، وستتغير شدة التيار تبعا لشدة المجال المغناطيسي وهكذا فان مرور الشريط الممغنط (شريط التسجيل) قرب احد الملفات سيؤدي الى توليد تيار ما مشابه في تغير شدته لتغير شدة تمغنط اجزاء الشريط ويجري تحويل هذا التيار الكهربائي الى موجات صوتية بواسطة السماعة. ويصنع شريط التسجيل عادة من مواد كيماوية مغطاة بطبقة من اوكسيد الحديد .

٦ ـ البث التلفزيوني :

تكمن فكرة البث التلفزيوني في تجزئة الصورة الى عدة نقاط وتحويل الضوء الساقط عن هذه النقاط الى اشارات كهربائية تختلف شدتها باختلاف درجة بياض او سواد اجزاء الصورة . وتنقل هذه الاشارات الى مسافات بعيدة وعند استلامها تتحول الاشارات الكهربائية الى ضوء متغير الشدة مكونة الصورة من جديد .

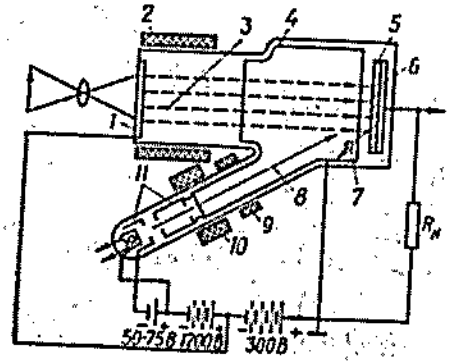
ويتم ارسال الصورة بواسطة اجهزة البث التلفزيوني بسرعة كبيرة ـ ٢٥ صورة (frame) في الثانية

اما في امريكا فهي ٣٠ صورة ـ والان لنر كيف تجري **عملية بث الصورة :**

تبدا الاشارات التلفزيونية ـ الكهربائية ـ طريقها من آلة التصوير المخصصة للارسال التي تذكرنا عدساتها بعدسات آلة التصوير العادية ؛ غير ان الصورة هنا لا يتم تصويرها على فلم حساس بل يقوم مقامه قطب كهروضوئي ، مهمته تحويل الضوء الى الكهرباء . وسنتحدث هنا عن احدى العدسات المرسلة وهي المسماة بـ «السوبرايكونو سكوب» . حالما تقع الصورة على القطب الكهروضوئي يقوم هذا القطب بتجهيز (ببث) الكترونات تتناسب كميتها مع درجة الاضاءة . وبفضل وجود مجال كهربائي يكونه القطب الجامع ووجود مجال مغناطيسي يكونه ملف تتجه هذه الالكترونات الى خازن الشحنات وهو عبارة عن صفيحة زجاجية رقيقة او صفيحة من الاصماغ لا يزيد سمكها عن (١٠٠٠) مايكرومتر تطلى من الجهة الاخرى بطلاء معدني .

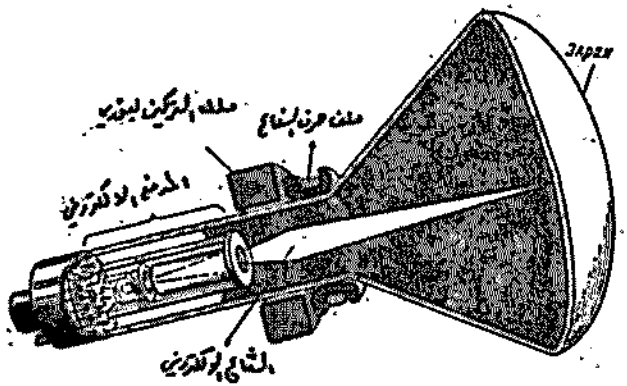
وتحت تاثير هذه الالكترونات القادمة من القطب الكهروضوئي (وهي تتميز بسرعتها الكبيرة) تجري عملية الانبعاث الثانوي من خازن الشحنات بمعدل ٤ ـ ٥ الكترونات لكل الكترون ضوئي قادم وهكذا وبالنتيجة يصبح خازن الشحنات مشحونا بشحنة موجبة وتتكون بذلك خارطة غير منتظمة لفروق

الجهد الكهربائي تمثل انعكاسا كاملا من الناحية الكهربائية ـ للاضاءة المنبعثة او المنعكسة عن الموقع المراد تصويره فكلما كانت الاضاءة اكثر كلما كان عدد الالكترونات الضوئية (الخارجة من القطب الكهروضوئي) اكثر وكلما كانت الالكترونات الثانوية اكثر كلما كان الجهد الكهربائي اكبر . ثم يأتي دور الشعاع الالكتروني المنبعث من موقع الكتروني يقع في «رقبة الجهاز» . حيث يقوم هذا الشعاع بالمرور على كل اجزاء الصفيحة خازنة الشحنات مؤديا الى انبعاث الكترونات اخرى يرتبط عددها بفروق الجهد الكهربائي في كل نقطة ، والتي تتوجه نحو القطب الجامع مؤدية الى ظهور تيار كهربائي يتم بثه لاسلكيا .



شكل ٢٠ ـ تركيب جهاز السوبريكونوسكوب المستخدم لبث الصور التلفزيونية .

١ ـ قطب كهروضوئي نصف شفاف ٢ ـ ملف ٣ـ الفوتوالكترونات ٤ ـ القطب الجامع ٥ ـ خزان الشحنة ؛ ٦ ـ صفيحة نقل الاشارات ٧ ـ الالكترونات الثانوية (المنعكسة) ٨ ـ الشعاع الالكتروني للمدفع الالكتروني الواقع في «رقبة» الجهاز ٩ ـ ملفات حرف الشعاع الالكتروني ١٠ـ ملفاح التركيز البؤري للشعاع ١١ـ المدفع الالكتروني

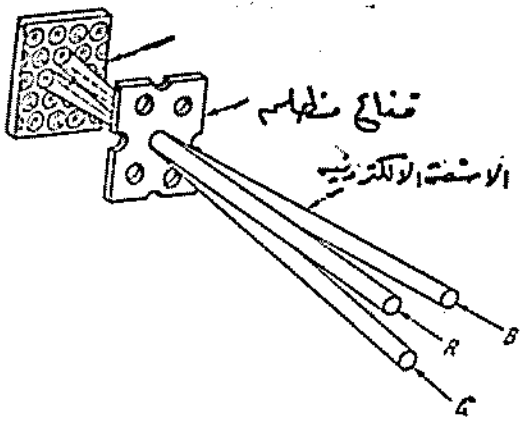


شكل ٢١ ــ الشاشة التلفزيونية ــ مقطع تصميمي

اما الشاشة التلفزيونية وهي شاشة الاستقبال فتحتوي على طبقة من الحبيبات التي تملك صفات ضوئية كهربائية ــ اي عكس الصفات الكهروضوئية ــ وهي طبقة الفلورسنت التي ما ان يقع عليها الشعاع الالكتروني الموجه حتى تقوم بالاضاءة . وتكون الاضاءة شديدة او ضعيفة وفقا لقوة او ضعف الشعاع الالكتروني .

اما بالنسبة للشاشة التلفزيونية الملونة فهي تحوى على ثلاثة مدافع الكترونية بدلا من مدفع واحد للتلفزيون العادي . فلكل من الالوان ــ الازرق

والاحمر والاخضر يوجد هنا مدفع الكتروني خاص به ، كما ان كل شعاع من الاشعة الالكترونية يقع على الحبيبة التي تلائم لونه .



شكل٢٢ــمقطع للشاشة التلفزيونية المعدة لاستقبال البث التلفزيوني الملون . يلاحظ هنا وجود ثلاثة احزمة من الاشعة تبعثها ثلاثة مدافع الكترونية . وتسقط هذه الحزم عبر طريق قناع كل على الحبيبة الخاصة به (اخضر احمر وازرق) .

الفصل الرابع

التكنولوجيا الحديثة

تعتبر الالات الحاسبة الالكترونية واجهزة الليزر احدث الاجهزة الالكترونية التي تفتق عنها العقل البشري ، وتاريخ هذين النتاجين التكنولوجيين الرائعين حديث جدا ويعود الى منتصف القرن العشرين فحسب .

١ ـ الحاسبات الالكترونية

تمتلك الحاسبات الالكترونية في عصرنا الراهن اهمية حيوية بالنسبة للمجتمع البشري ، فهذه الالات الدقيقة تقوم باجراء العمليات الحسابية بطريقة اوتوماتيكية ، كما تقوم بتقليص الجهد المبذول لوضع الحلول لمختلف المعضلات . وقد بدا تطور انتاج هذه الالات في النصف الثاني من القرن العشرين بفعل الاحتياجات الملحة التي فرضتها عملية تقدم العلوم والتكنولوجيا (وخاصة التكنولوجيا النووية وتكنولوجيا الصواريخ) والتي ادت الى ظهور مسائل رياضية متشابكة لم تتمكن الحاسبات الموجودة حينذاك من حلها . كما ازدادت

الحاجة الى معالجة المعلومات الخاصة بالتوصل الى افضل الطرق التي تمكن من اجادة ادارة الانتاج ورفع الانتاجية في آن واحد . وهكذا برزت الحاسبات الالكترونية الى الوجود تلبيتا لحاجة الانسان ، ومعلوم ان الحاجة هي التي دفعت وتدفع وسوف تدفع الانسان نحو الابتكار . وتقوم الحاسبات الالكترونية اليوم بـ ٩١٠ عملية في الثانية (اي الف مليون عملية في الثانية)

لقد صنعت اول حاسبة الكترونية في عام ١٩٤٦ وبدا الانتاج الصناعي للحاسبات هذه الى في عام ١٩٥١ وتنتمي الحاسبات هذه الى عدة اجيال .

ـ الجيل الاول ، وهو جيل الالات الحاسبة التي تعمل على مرحلات (١٩٤٢ ـ ١٩٤٦)

ـ الجيل الثاني ، وهو جيل الالات الحاسبة التي تعمل على الصمامات الالكترونية (١٩٤٦ ـ ١٩٥٩)

ـ الجيل الثالث ، وهو جيل الالات الحاسبة التي تعمل على الترانزستورات (١٩٥٩ ـ ١٩٦٤)

ـ الجيل الرابع ، وهو جيل الالات الحاسبة التي تعمل على الدوائر التكاملية (١٩٦٤ ـ وحتى الوقت الراهن) .

والان لننظر كيف تقوم الحاسبة الالكترونية ـ التي يسمونها باسمها الانجليزي احيانا الكومبيوتر ـ بعملها :

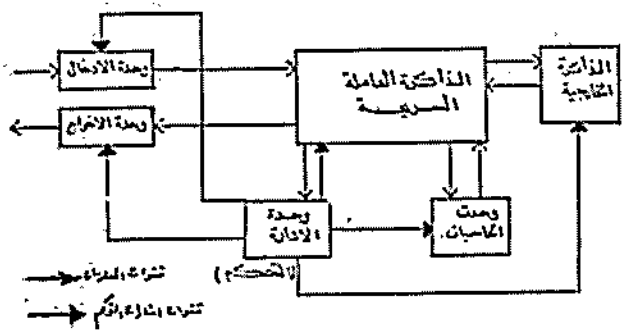
تتالف الحاسبة من عدة وحدات وهي :

١ ـ وحدة الادخال
٢ ـ وحدة الاخراج
٣ ـ وحدة الذاكرة
٤ ـ وحدة الحسابات
٥ ـ وحدة الادارة

وتقوم وحدة الادخال بتحويل المعلومات المستلمة من الخارج الى لغة تستطيع الالة الحاسبة فهمها . وينبغي ان نذكر هنا بأن جميع المعلومات التي تقدم الى الكومبيوتر تكون مصنفة وفق المنظومة الثنائية للعد (صفر ، واحد) (هذه المنظومة تختلف عن منظومتنا العشرية ـ صفر ، ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ،)

وهذا الشرط تمليه العناصر الالكترونية التي تتكون منها الحاسبة . فالترانزستورات لا يمكن ان توجد الا في وضعين ـ الاول ان تكون عاملة ، اي ان يجري فيها تيار والثاني ان تكون منغلقة ، ومقاومتها الداخلية عالية ، اي انه لا يجري فيها اي تيار .

والمغانيط الكهربائية (ملف + قلب من الحديد) تكون مجالا مغناطيسيا عندما يمر التيار في الملف ولا تكونه عندما لا يمر التيار فيها .



شكل ٢٣ ـ يوضح تركيب الحاسبة الالكترونية .

اما وحدة الاخراج فعملها معاكس تماما لوحدة الادخال حيث تقوم بتحويل المعلومات المستلمة من الحاسبة الى معلومات يستطيع تقبلها اولئك الذين قدموا معضلاتهم .

وتتالف وحدة الذاكرة من جزئين ، الاول الذاكرة العاملة التي تتصف بسعة صغيرة وبالسرعة في العمل وتقوم بحل المعاضل التي يراد حلها فورا . والجزء الثاني الذاكرة الخارجية التي تتصف بسعة

خزن جد كبيرة للمعلومات . وبامكان هذه الذاكرة الخارجية تزويد الذاكرة العاملة باية معلومات حين الطلب .

وتخزن الذاكرة عادة برنامج عمل الآلة نفسها والمعطيات التي تكون مفيدة اثناء اجراء العمليات الحسابية (مثل قيم المعاملات المختلفة والثوابت الرياضية والفيزياوية كالنسبة الثابتة ط وشحنة الالكترون وما شابه)

ويأتي دور الوحدة الحسابية في العمل اثناء تلقيها الاوامر من وحدة الادارة وتعتبر وحدة الادارة القائد العام لمجمل نشاط الوحدات المختلفة للكومبيوتر .

الليزر

ليست كلمة الليزر سوى مجموعة من الاحرف الاولى للعبارة التالية باللغة الانكليزية :

Light Amplification Stimulated Emmission of Radiation

والتي تعني «تقوية الضوء بواسطة توليد اشعاع محفز (او اضطراري) اي ان الليزر مولد للاشعة الضوئية . لقد عرضت فكرة الليزر من قبل العالمين السوفياتيين ب . باسوف وم . بورخوف عام ١٩٥٢

والعالم الامريكي ج . تاونس . وقد منح الثلاثة جائزة نوبل عام ١٩٦٤ لكشفهم هذا .

يتألف الليزر كأي مولد للموجات الكهرومغناطيسية من دائرة رنين حيث لا تضمحل فيها الموجات الكهرومغناطيسية وسط منشط يقوم بمهمة توليد الاشعاع ومجهز للطاقة لذلك فهو بسيط التركيب مبدئيا ويمكن ان تتكون من مرآتين تكونان معا حلقة الرنين البصرية يوجد بينها جسم صلب او سائل او غاز يقوم بدور العامل المنشط . ومن اجل فهم عملية الاشعاع وطرق توليدها داخل الليزر علينا الان ان نقوم بجولة جدية في متاهات فيزياء الكم .

ان العالم المايكروي الذي تتم فيه العمليات الاساسية التي سوف نستعرضها هو عالم جد صغير في ابعاده ($10^{-7} - 10^{-13}$)سم. وحسب مبادىء الفيزياء العصرية ، وكما نعلم ، فان الذرة تتكون من نواة والكترونات تدور حولها . ولكن هل تدور الالكترونات في مدارات محددة تماما ؟ ان الخصائص الموجية للالكترونيات تؤدي الى ان تقوم هذه بالحركة في منطقة قريبة من المدارات التي تكون الخط الاكثر احتمالا لدوران الالكترونات فيها . اما الطاقة التي يمتلكها الالكترون فهي طاقة محددة

وقطبية ، فكلما كان الالكترون يقع في مدار اقرب الى النواة كلما كانت طاقته اقل والعكس بالعكس . وفي العادة تكون المدارات الداخلية للذرات ممتلئة اما المدارات الخارجية فتحوي على قلة من الالكترونات . . وفي هذه الحالة تكون الذرة متوازنة اي انها توجد في حالة ديناميكية مستقرة . ولو حدث ان جرى اي تخلخل في هذا الوضع المتوازن للذرة لتحولت بقفزة كمية من مستوى معين من الطاقة الى مستوى اخر . فعندما تكتسب ذرة ما ، طاقة خارجية فانها تصبح ذرة «متهيجة» ولا يستطيع هذا النوع من الذرات البقاء «طويلا» في هذه الحالة (عكس الذرات المتوازنة التي تستطيع البقاء هكذا لفترات طويلة ما لم تتعرض لحالات اكتساب الطاقة) ولذلك فهي تفقد طاقتها المكتسبة خلال 10^{-7} ثانية ، وتكون الطاقة المفقودة على شكل فوتون (كمية الطاقة) ويسمى هذا الاشعاع ـ اشعاعا كيفيا . كما يمكن للذرة ان تنتقل الى مستوى من الطاقة يسمى بمستوى الموازنة الحرجة . حيث تظل هنا مدة اكبر 10^{-3} ثانية ويمكن ان تفقد طاقتها بالاصطدام مع ذرات اخرى من دون اطلاق اي فوتون .

ولو اوجدنا الان مجالا كهرومغناطيسيا قريبا

فان احتمال عودة الذرات «المتهيجة» الى وضع الموازنة يزداد . ولو جعلنا وجود هذا المجال بحيث يكون الاشعاع المنبعث عن الذرات (الفوتونات المنطلقة من الذرات) متوائما مع طور تغير الموجة الكهرومغناطيسية لحصلنا على اشعاع اضطراري او محفز . وهنا يكمن المبدأ الرئيسي لعمل الليزر .

ولنتساءل الان كيف يعمل الليزر ؟

لنأخذ جسما يمتلك حرارة ما ، والجسم هذا يقع ، ضمن هذه الحرارة ، في وضع ديناميكي حراري متوازن . وتجري فيه دوما عمليات الاشعاع الكيفي ، فعملية الانتقال الى المستويات العليا والهبوط الى المستويات الدنيا متواصلة الا ان عدد الذرات في مستويات الطاقة العليا هو اقل بكثير من عددها في مستويات الطاقة الدنيا . وفي هذه الحالة يقال بان الكثافة في المستويات العليا هي اقل منها في المستويات الدنيا . ولذلك فان اغلب الذرات تكون مستعدة لتقبل كميات من الطاقة .

ولنفترض الان انه اصبح بمقدورنا ، وبطريقة ما ، تغيير هذا الوضع وقلبه اي تكوين كثافات عالية في مستويات الطاقة العليا ، وكثافات واطئة في المستويات الدنيا . حينئذ لا تحتاج الذرات في هذا النموذج الذي يسمى بنموذج الكثافة المقلوبة (تمييزا

عن الوضع المتوازن) الى اية طاقة بل بالعكس تكون مستعدة لاطلاق اشعاعات فوتونية . وهكذا يتم الحصول على مولد للاشعاع ، اذا ما تم الحصول على نموذج لكثافة مقلوبة . للذرات. وهذا ما يجري داخل الليزر .

وقد استخدم الياقوت وهو جسم صلب كعامل منشط في الليزرات الاولى ، كما توجد هناك الليزرات العاملة على الغازات مثل الهيليوم والنيون ويبلغ معامل كفاءتها الاقصى ٠ر٢٪ اما الليزرات التي تعمل على غاز ثاني اوكسيد الكاربون والتي تستخدم التفريغ الكهربائي في غازات النيتروجين والهيليوم كعامل مساعد فيبلغ معامل كفاءتها (١٥ — ٢٥٪) وتوجد هناك الليزرات الايونية العاملة على غاز الارجون .

وتصل الطاقة النبضية لبعض الليزرات الى عشرات الملايين من الواط (في فترة زمنية تساوي $١٠^{-٩}$ ثانية)٠ ويستخدم الليزر اليوم في مختلف قطاعات الانتاج والاتصالات عبر الفضاء . ويؤدي تسليط اشعة الليزر على المواد الى افنائها او تبخيرها ، وتغلب اشعة الليزر الموجهة بشكل نبضي في قدراتها قدرات المحطات الكهربائية في العالم

باجمعها ! وتستخدم اشعة الليزر في اللحام والتنقيب والتبخير والقطع والصهر والتسخين الى درجات الاحمرار حيث ان درجة حرارة اشعة الليزر تبلغ $١٠^{١٨}$ درجة (في حين تبلغ درجة حرارة الشمس ٦٠٠٠ درجة مئوية فقط) ! ويستفاد من الليزر في دراسة القشرة الارضية والتأثيرات الحاصلة عليها نتيجة اقتراب موعد الزلازل وانفجار البراكين كما يستفاد منه في الطب .

المحتويات

١ ـ مقدمة ٣

٢ ـ لمحة تاريخية ٦

٣ ـ الفصل الاول
الطاقة ـ القوة المحركة للتكنيك .. ٩

٤ ـ الفصل الثاني
المحطات الكربائية ٢٣

٥ ـ الفصل الثالث
الراديو الالكترونيك ٣٥

٦ ـ الفصل الرابع
التكنولوجيا الحديثة ٧٤

صدر من الموسوعة الصغيرة

١ ـ العرب والحضارة الاوربيـة .
د. فيصل السامر

٢ ـ فلسفة الفيزياء
د. محمد عبداللطيف مطلب

٣ ـ الحقيقة الاشتراكية لحزب البعث العربي الاشتراكي
الفكر والتطبيق
عزيز السيد جاسم

٤ـ قضايا المسرح المعاصر .
سامي خشبة

٥ ـ الصناعات البتروكيمياوية ومستقبل النفط العربي
د. محمد ازهر السماك

٦ ـ الثورة والديموقراطية
صباح سلمان

٧ ـ دانتي ومصادره العربية والاسلامية
عبدالمطلب صالح

٨ ـ الطب عندالعرب
د. عبداللطيف البدري

٩ـ انغولا ... الثورة وابعادها الافريقية
حلمي شعراوي

١٠ـ معالجات تخطيطية لظاهرة التحول الحضري
د. حيدر كمونة

١١ـ مصادر الطاقة
د. سلمان رشيد سلمان

١٢ـ التراث العربي كمصدر في نظرية المعرفة والابداع في الشعر العربي الحديث
طراد الكبيسي

١٣ـ التقدم العلمي والتكنولوجي ومضامينه الاجتماعية والتربوية
د. نوري جعفر

١٤ـ الثقافة والتنظيمات الشعبية
عبدالغني عبدالغفور

١٥ـ العوامل المحفزة لنمو الدخل القومي
د. كاظم حبيب

١٦ـ فن كتابة الاقصوصة
ترجمة : كاظم سعدالدين

١٧ـ الاعلام والاعلام المضاد
صاحب حسين

١٨ـ استثمار المواد الكيماوية والعضوية الملوثة للبيئة
د. طارق شكر محمود

١٩ـ مساهمة العرب في دراسة اللغات السامية
د. هاشم الطعان

٢٠ـ الانسان ـ اخر المعلومات العلمية عنه
ترجمة وإعداد : كاميران قره‌داغي

٢١ـ كتابة الشعر في المدارس
ترجمة : طه ياسين حافظ

رقم الايداع في المكتبة الوطنية ببغداد
٧٢٤ لسنة ١٩٧٨

دار الحرية للطباعة ـ بغداد ١٣٩٨هـ ـ ١٩٧٨م