الراديو والتليفزيون

obeikandl.com

نشر هذا الكتاب بالاشتراك

مع

الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية

القاهرة

الطبعة الأولى : سنة ١٩٦٠
الطبعة الثانية : سنة ١٩٦٤
الطبعة الثالثة : سنة ١٩٦٧
الطبعة الرابعة : سنة ١٩٧١
الطبعة الخامسة : سنة ١٩٧٦
الطبعة السادسة : سنة ١٩٧٦
الطبعة السابعة : سنة ١٩٨١
الطبعة الثامنة : سنه ١٩٩٠
الطبعة التاسعة : سنة ١٩٩٢

obeikandl.com

كل شيء عن

①

الراديو والتليفزيون

(طبعة محدّثة)

تأليف

چاك جولد

ترجمة

الدكتور محمد صابر سليم

تقديم

حسن جلال العروسي

دار المعارف

obeikandl.com

هذه الترجمة مرخص بها، وقد قامت الجمعية المصرية لنشر المعرفة
والثقافة العالمية بشراء حق الترجمة من صاحب هذا الحق

This is an authorized translation of ALL ABOUT RADIO AND TELEVISION by Jack Gould. Copyright 1953 by Jack Gould. Published by Random House, Inc., New York.

الناشر : دار المعارف - ١١١٩ كورنيش النيل - القاهرة ج.م.ع.

المشتركون فى هذا الكتاب

المؤلف:

جاك جولد: من أهل نيويورك. كان مراسلا للصحف، فعمل لمدة خمس سنين مراسلا لجريدة «النيويورك هيرالد تريبيون»، وفى سنة ١٩٣٧ التحق بهيئة التحرير لجريدة «النيويورك تايمز»، وصار بعد ذلك محررًا لشئون الراديو والتليفزيون.

كان الراديو هواية جاك جولد عدة سنوات، فصنع لنفسه وهو فى العاشرة جهاز استقبال يلتقط إذاعات الموجة القصيرة. وقد نال جوائز عدة على بحوثه التى قام بها فى ميدانى الراديو والتليفزيون.

المترجم:

الدكتور محمد صابر سليم: الأستاذ بكلية التربية، جامعة عين شمس. تخرج فى كلية العلوم جامعة القاهرة سنة ١٩٤٢ - حصل على دبلوم معهد التربية العالى للمعلمين سنة ١٩٤٤. سافر فى بعثة إلى الولايات المتحدة سنة ١٩٤٧. حصل على درجة الماجستير من جامعة ستانفرد بكاليفورنيا سنة ١٩٤٩، وعلى الدكتوراه فى التربية وتدريس العلوم من جامعة ستانفرد سنة ١٩٥١. شغل منصب أستاذ مساعد بكلية التربية جامعة عين شمس وعمل مستشارًا ثقافيًا لجمهورية مصر العربية فى بكين. ترجم عددًا من الكتب التى أخرجتها المؤسسة، من بينها: «العلم بين يديك فى تجارب» و«كيف تدور عجلة الحياة» و«الشمس والآلة» و«الذرة فى خدمة السلام» و«تكوين مدركات الأطفال العلمية»، كما قام بمراجعة كثير من الكتب العلمية للجمعية.

مصمم الغلاف: إيهاب شاكر

محتويات الكتاب

صفحة

مقدمة بقلم حسن جلال العروسى ٧
١ – متعة التليفزيون ٩
٢ – عمل موجة ١٠
٣ – عمل موجة التليفزيون ١٤
٤ – تحويل الصورة إلى كهربا ٢٢
٥ – إرسال الموجات ٢٧
٦ – استقبال الموجات ٣١
٧ – استقبال البرنامج المطلوب ٣٧
٨ – التحكم فى الموجات ٤١
٩ – عمل جهاز راديو «ساعة» ٤٧
١٠ – صمامات الراديو ٥٧
١١ – صمامات التليفزيون ٦٧
١٢ – التليفزيون الملون ٧١
١٣ – أهمية شبكة محطات الإرسال للتليفزيون ٧٣
١٤ – لماذا تصل موجات الراديو إلى جميع أنحاء العالم؟ ٧٩
١٥ – شرطة الإذاعات اللاسلكية ٨٦
١٦ – شرطة النجدة ٨٨
١٧ – رحلة إلى القمر ٩٥

obeikandl.com

مقدمة الطبعة الأولى
بقلم
حسن جلال العروسى

يعتبر هذا القرن الذى نعيش فيه عصر العلم، اعتمدت فيه مدنيتنا الحديثة على مختلف التطبيقات العلمية أكثر من أى مرحلة من مراحل حياة الإنسان. فالعلم يخدمنا فى ميادين الطب والزراعة والملبس والمسكن ووسائل الانتقال، وكذلك فى وسائل الاتصال السلكية مثل التلغراف والتليفون، واللاسلكية مثل الراديو والتليفزيون.

وقد ترتب على ذلك أن أصبح من يعيش فى أى جزء من أجزاء الأرض على اتصال مباشر وسريع بغيره ممن يعيشون فى أجزائها الأخرى. فالخبر الذى يحدث فى بقعة نائية من بقاع المعمورة ينتقل إلى مختلف أجزائها فى دقائق معدودة عبر المحيطات والجبال عن طريق موجات اللاسلكى التى تحمله على شكل رسالة صوتية إلى أجهزة الراديو، أو صوتية وضوئية معًا إلى أجهزة التليفزيون.

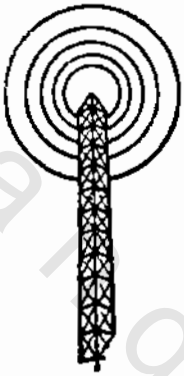
وسيقدم لك هذا الكتاب تفاصيل النظريات العلمية التى تفسر كيفية إذاعة البرامج واستقبالها فى كل من أجهزة الراديو والتليفزيون. كما يوضح لك معنى الذبذبة، وطول الموجة، والفرق بين الموجة القصيرة والموجة المتوسطة، وغير ذلك من المصطلحات التى تسمعها كل يوم من محطات إذاعاتنا.

ويوضح الكتاب كذلك الجهود الضخمة التى تبذل فى إعداد برامج الراديو والتليفزيون لكى تقدم لك الثقافة، والخبر، والتسلية، وأنت جالس فى منزلك.

فقد يتطلب برنامج تستغرق إذاعته دقائق قليلة ساعات طويلة من العمل والجهد، وكثيرًا من الخبرة الفنية.

يفسر الكتاب أيضًا تركيب صمام الراديو والتليفزيون وكيف يعمل هذا الجهاز الصغير على إرسال البرامج من محطات الإرسال واستقبالها فى أجهزة الاستقبال، إما على شكل إذاعات صوتية فقط، أو يضيف إلى الصوت نقل الصور من الاستوديو أو من أماكن حدوثها مباشرة مثل خطبة لرئيس الجمهورية أو مباراة فى الكرة، أو غير ذلك.

وقد قام بترجمة هذا الكتاب الدكتور محمد صابر سليم، وهو من المهتمين بتبسيط العلوم وانتشارها بصورة تجعل العلم فى متناول أكبر عدد ممكن من المواطنين، وليس مقصورًا على فئة قليلة منهم. وقد عالج هذا فى الكتاب بأسلوب سهل منسوق يجعل قراءته متعة وفائدة فى وقت واحد.



obeikandl.com

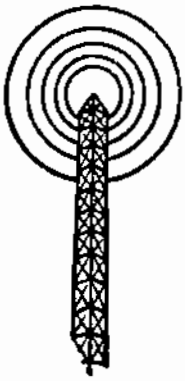
١ - متعة التليڤزيون

إذا أدير مفتاح فى جهاز التليفزيون ظهرت صور على شاشته تأتى للمتفرج من أماكن بعيدة. قد تكون هذه الصور لممثل هزلى، أو لمباراة حامية فى كرة القدم، أو لرئيس الجمهورية يلقى خطابًا تاريخيًا هامًا. وجهاز التليفزيون ييسر للملايين هذه المتعة وهم فى منازلهم.

وتشغيل جهاز التليفزيون من العمليات السهلة البسيطة. فما عليك إلا أن تتخير المفتاح الذى يحدد المحطة المطلوبة، ثم تجعل الصورة فى أوضح حالاتها باستخدام مفتاح آخر، وكذلك تستخدم مفتاحًا ثالثًا للتحكم فى الصوت الصادر من الجهاز.

والجزء الممتع فى الجهاز هو ما لا تستطيع أن تراه عادة، إذ تجرى فيه عمليات مختلفة تؤدى إلى ظهور الصورة المنقولة من المسافات البعيدة. وقد تبدو الطريقة التى تنتقل بها الصور كأنها نوع من السحر. وقد تكون كذلك إذا عجزنا عن تفسير العمليات التى تجرى داخل الجهاز، أما إذا وقفنا على تفاصيلها فإنها تكون عملية سهلة بسيطة يمكن تفسيرها علميًا.

والفكرة التى يقوم عليها عمل التليفزيون، فى الواقع، بسيطة لدرجة أنك تستطيع أن تقوم بإجراء بعض عملياتها الأساسية التى بذل العلماء مجهودًا كبيرًا فى اكتشافها. وقد استخدم عدد كبير من هذه العمليات فى جهاز الراديو لعدد من السنين فى نقل الموجات الصوتية. ويتميز التليفزيون عن الراديو بأنه يستخدم مثل هذه العمليات والأفكار بطريقة جديدة لنقل الصور لمسافات طويلة.



٢ - عمل موجة

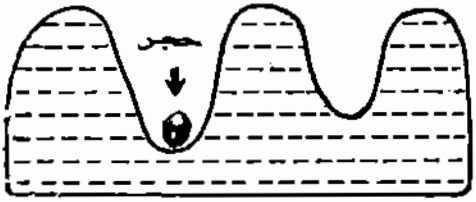
لكى تدرس التليفزيون عليك أن تقوم بتجربة ربما تكون قد قمت بها مرات كثيرة من قبل. قف على شاطئ بحيرة أو بركة وألق بحجر فى الماء. إذا اصطدم الحجر بالماء حدثت موجات تتحرك فى شكل دوائر كما فى الشكل:

ما السبب فى حدوث هذه الموجات؟

عندما ألقيت بالحجر فى الماء تطلّب ذلك منك طاقة معينة أدت إلى اندفاع الحجر فى الهواء ثم سقوطه فى الماء.

obeikandl.com

وعندما اصطدم الحجر بماء البركة حرك الماء، فاتجه الماء إلى أعلى كما فى الشكل، فى حين تحرك الحجر إلى القاع.



وإذا تحرك جسم إلى أعلى فلابد أن يسقط إلى أسفل. لذلك تتحرك هذه الموجة إلى أسفل وتدفع بدورها ماءً آخر. وتتكرر هذه العملية محدثة هذه التموجات التى تشاهدها بعد إلقاء الحجر بفترة قصيرة. وقد يطيب لك أن ترقب منظر هذه الموجات الممتع، ولكن دعنا ندرس كيف استفدنا من هذه الظاهرة.

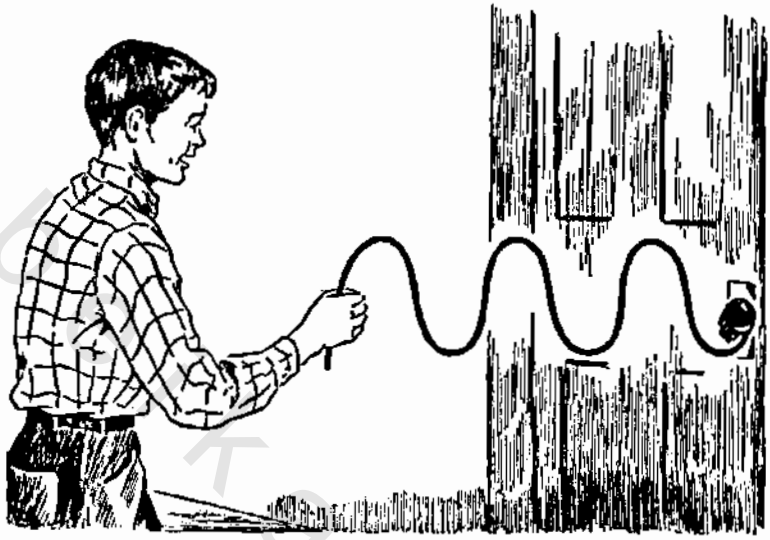
خذ خيطًا بطرفه شص (سنارة) وعلق به قطعة من الفلين. ألق بالسنارة فى ماء البركة تلاحظ طفو قطعة الفلين. ألق بحجر آخر تلاحظ تكوّن الموجات السابقة الذكر، إلا أن قطعة الفلين تعلو وتهبط بفعل هذه الموجات. ونحن نعلم أن هذه الموجات نتجت بفعل الطاقة، كما أنها نقلت الطاقة من مكان سقوط الحجر إلى المكان الذى توجد فيه قطعة الفلين. ولذلك يمكن أن نسمى هذه الموجات من الماء بموجات طاقة.

وهناك طريقة أخرى لتوضيح انتقال الطاقة على شكل موجات.

خذ خيطًا وثبته فى أكرة الباب من أحد طرفيه، ثم أمسك بالطرف الآخر وهزه بيدك تلاحظ تحرك الخيط فى شكل موجى كما فى الشكل أول صفحة (١٢).

وسواء نتجت الموجات عن إلقاء حجر فى الماء أو تحريك الخيط، فلابد أن تعلم شيئًا أساسيًا هو أن الموجات تتكون من اهتزاز الجسم. فإذا بقى الماء أو الخيط فى حالة سكون، ما تكونت موجات.

دعنا الآن ننتقل إلى نوع آخر من الموجات التى نستخدمها فى كل وقت ولكننا لا نراها، تلك هى الموجات الصوتية. فعندما تتكلم تحدث موجات صوتية نتيجة لاهتزاز الهواء المحيط بفمك بتأثير صوتك، كما يهتز الماء بتأثير سقوط الحجر. إذا وضعت راحة يدك بالقرب من فمك دون أن تلمس شفتيك، ثم رفعت



صوتك بعبارة ما تحس موجة من الهواء الخارج من فمك تمر براحة يدك.

وإذا أحدثت صوتًا منخفضًا عن الصوت السابق تحس بالموجات، ولكنها تكون أضعف من الأولى. وتحدث هذه الموجات بسبب الطاقة التى تبذل فى أثناء إحداث الصوت. وتنتقل هذه الموجات فى الهواء كما تنتقل موجات الماء فى البركة.

والسبب فى قدرتنا على سماع تلك الموجات الصوتية، هو أن الأذن تكون بمثابة الفلينة فى التجربة السابق الإشارة إليها، إذ يوجد غشاء رقيق داخل الأذن يتأثر تبعًا لقوة الموجات الصوتية، ثم ينتقل هذا التأثير إلى المخ الذى يميز الأصوات المختلفة.

تعرضنا فيما سبق لبعض موجات الطاقة التى نراها أو نسمعها. ولهذه الموجات عيب مشترك بينها برغم أهميتها القصوى لنا، وهو أنها لا تنتقل إلا إلى مسافات محدودة. فإذا كنا على مسافة بعيدة من شخص معين، فإننا لا نستطيع رؤيته أو سماع صوته. ولكن لحسن الحظ يوجد نوع آخر من الموجات التى يمكنها أن تنتقل إلى حيث نشاء. تلك هى الموجات الناتجة عن الكهربا. وبرغم أنك لا تستطيع رؤية هذه الموجات أو سماعها، فإنها موجودة حولك فى كل وقت.

وهناك ظاهرة يمكن استغلالها، وهى أن بعض الأجهزة تستطيع أن تحوّل نوعًا من الموجات إلى نوع آخر منها: فيمكننا أن نحول الموجات التى نسمعها أو نراها إلى موجات من الكهربا، كما يمكننا أن نحول موجات كهربية إلى موجات مرئية أو مسموعة. هذا هو ما نفعله فى التليفزيون، إذ نبدأ بنوع من الموجات نحوله إلى نوع آخر منها، ثم نرجعه مرة أخرى إلى النوع الأول.

٣ - عمل موجة التليفزيون

من الخصائص الغريبة لموجات الطاقة الناتجة عن الكهربا أنه لا يمكن رؤيتها أو سماعها، ولكن هناك طريقة أخرى لدراستها، وهى التعرف على بعض آثارها.

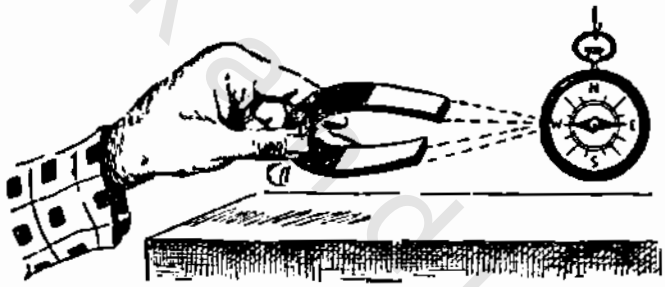
خذ مغناطيسًا صغيرًا على شكل حدوة الفرس وقربه من بعض المسامير الحديدية.

تلاحظ أن بعضها يندفع ناحية المغناطيس كما فى الشكل:

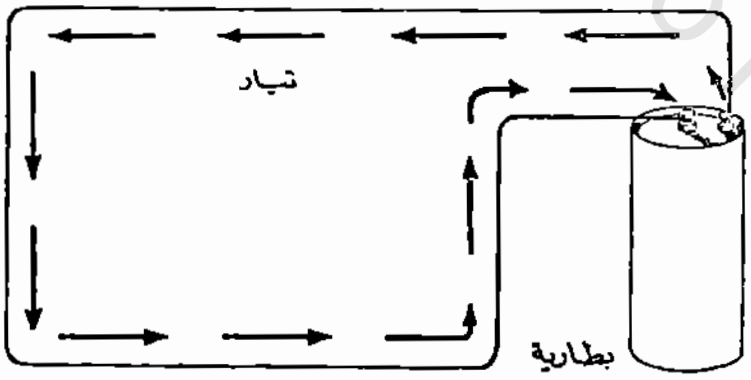
obeikandl.com

ما الذى دفع بالمسامير إلى المغناطيس؟ لم يكن هناك شىء يمكن رؤيته أو لمسه، ولكنها قوة خفية نتجت عن المغناطيس أدت إلى جذب المسامير. وهذه من أسرار الطبيعة التى اكتشفت منذ آلاف السنين وسميت بالمغناطيسية التى بدونها يستحيل علينا أن نحصل على ضوء الكهرباء، أو جهاز التليفون، أو التلغراف، أو الراديو، أو التليڤزيون.

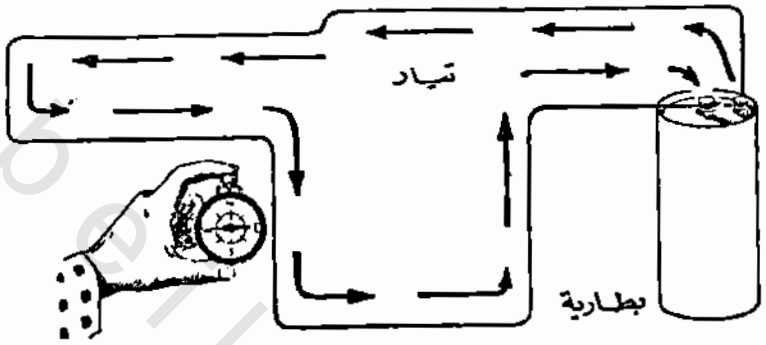
وهناك تجربة أخرى يمكن إجراؤها بالمغناطيس. خذ بوصلة صغيرة من بوصلات الكشافة وقربها من مغناطيس تشاهد تحرك الإبرة - كما فى الشكل - نتيجة تأثرها بقوة المغناطيس.



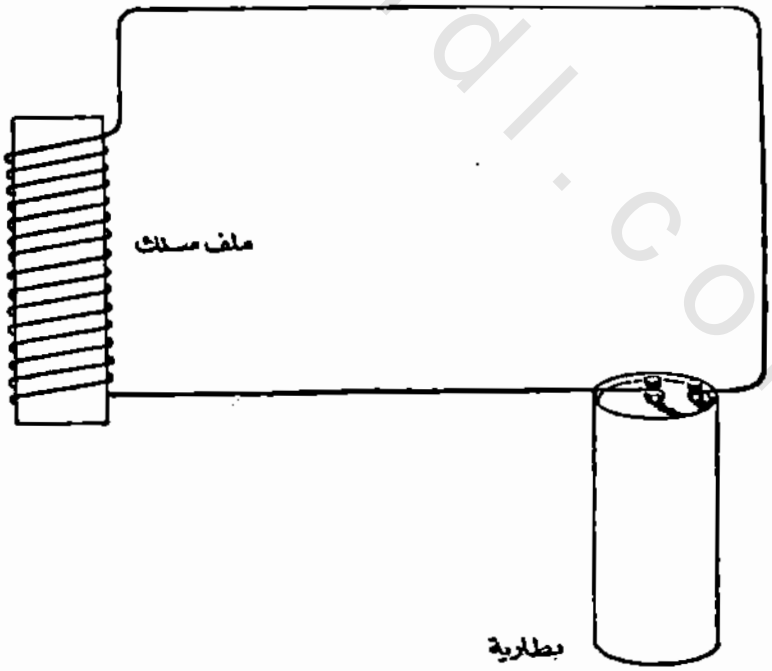
يمكننا أن نجرب شيئًا آخر فى محاولة لتحريك إبرة البوصلة. خذ سلكًا وأمرر فيه تيارًا من «حجر بطارية» كما فى الشكل:



قرّب البوصلة من السلك الذى يمر فيه التيار، تلاحظ تحرك الإبرة ناحية السلك.



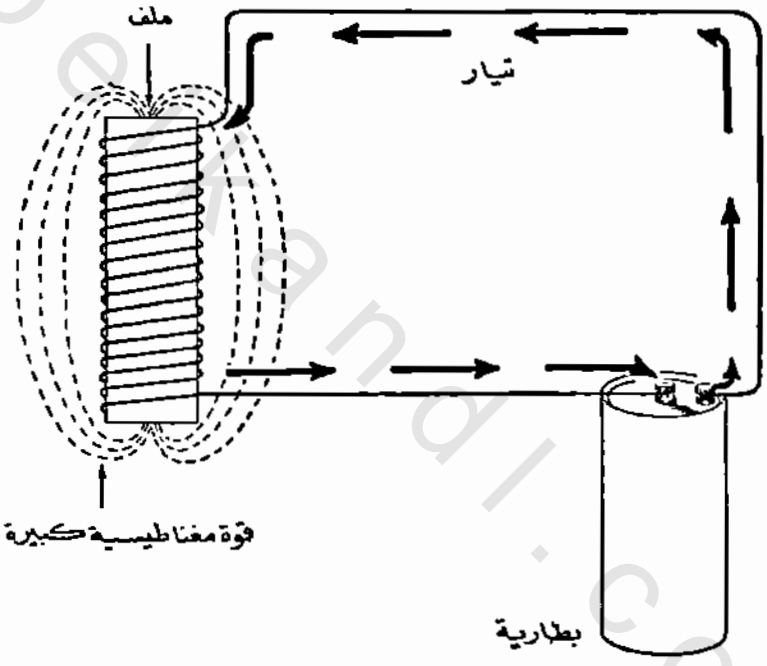
هل يمكنك أن تستنتج ما الذى أدى إلى حركة الإبرة؟ إنها قوة المغناطيسية. ولكى تتأكد من ذلك افصل السلك من البطارية، تجد أن الإبرة ترجع إلى وضعها



obeikandl.com

الأصلىّ مرة ثانية. ويمكن القول بأن الكهربا حين مرورها فى سلك تحدث تأثيرًا مغناطيسيًّا بسيطًا. وهناك طريقة سهلة للحصول على مغناطيس قوى بتأثير الكهربا وذلك عن طريق حصر أطول جزء ممكن من السلك فى مساحة محدودة بلفه على شكل حلزونى ثم توصيله بالبطارية.

فإذا مرَّ تيار كهربىّ فى السلك يحدث تأثيرًا مغناطيسيًّا قويًّا.



ويمكنك أن تلاحظ أن قوة المغناطيسية تشبه الموجات المائية فى البركة لأنها موجات من الطاقة. ولما كان وجود الكهربا والمغناطيسية ضروريًّا لتكوين هذه الموجات، فقد سميت بالموجات الكهرمغناطيسية.

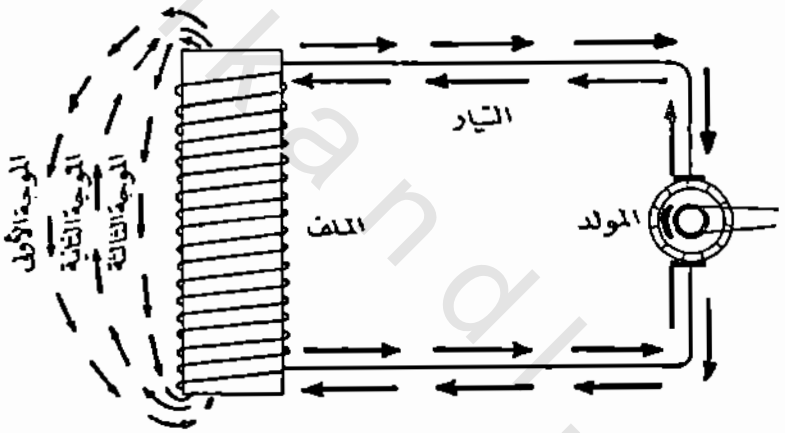
وتشبه الموجات الناتجة عن الكهربا الموجات المائية فى ناحية أخرى، وهى أنها تتلاشى بعد فترة إلا إذا تمكنَّا من تكوين موجات جديدة باستمرار.

فعندما نريد إرسال الكهربا فى السلك نقوم بتوصيله بالبطارية ثم نفصله عنها

بعد مرور التيار فى الملف، ونكرر ذلك مرات متعددة فتصبح من العمليات المعقدة.

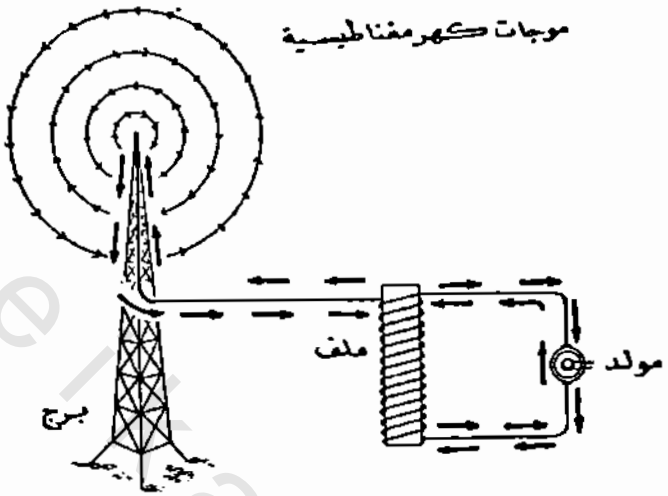
ويمكن أن نحصل على النتيجة نفسها إذا استخدمنا مولدًا كهربيًّا يبعث الكهربا مرة فى اتجاه، ومرة أخرى فى عكس الاتجاه، وهذا ما نسميه بالتيار المتغير. أما إذا سرت الكهربا فى اتجاه واحد باستمرار، فإن التيار يسمى بالتيار المستمر.

فإذا وصلنا الملف بالمولد، فإن تيار الكهربا يسرى فى السلك فى اتجاه، ثم فى عكسه وهكذا.



وتدفع الموجة الأولى بعيدًا عن الملف بتأثير الموجة الثانية التى تدفع بدورها بتأثير الموجة الثالثة. وتستمر هذه العملية، فتتحرك الموجات بعيدًا عن الملف دائمًا. ولما كانت الموجات ناتجة عن تيار متغير، فإنه يمكن توضيح مسارها بأسهم تشير إلى اتجاهات مضادة.

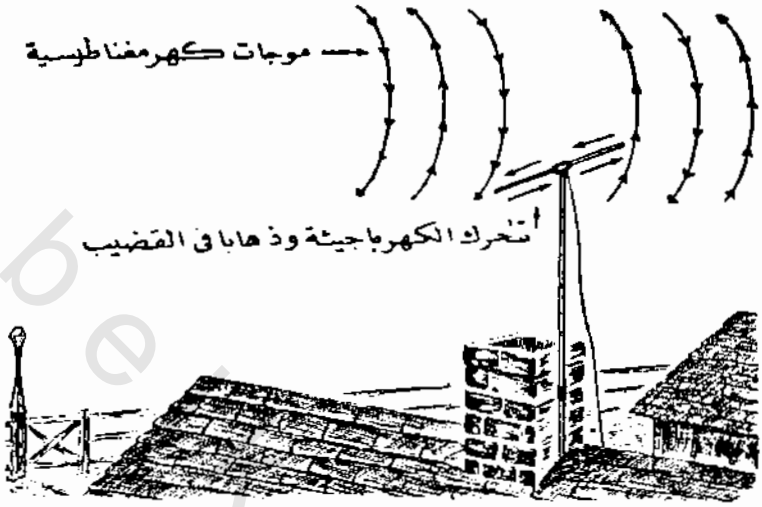
وليس من الضرورى إرسال الموجات من الملف مباشرة، إذ يمكن توصيله بسلك إلى قمة برج مرتفع، فتندفع الموجات من قمة البرج كما فى الشكل التالى.



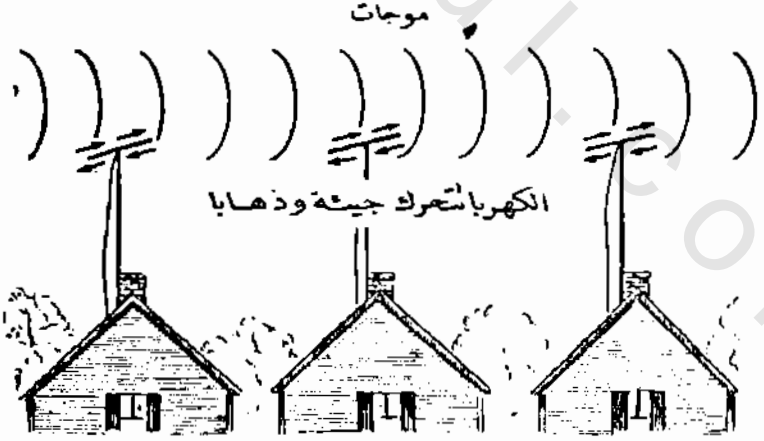
وتسمى الأجهزة التى تعمل على إرسال الموجات أجهزة الإرسال. وإذا تركت هذه الموجات فى الجو دون الاستفادة منها فإنها تضيع فيه. أما إذا وجد جهاز على مسافة بعيدة من مصدر إرسال هذه الموجات، فإن وصولها إليه يحدث تأثيرات مدهشة.

ولعلك تتذكر كيف دفعت موجات الماء بقطعة الفلين وكيف أثرت الموجات الصوتية فى غشاء طبلة الأذن. إن الموجات الكهرمغناطيسية تحدث تأثيرات مشابهة لأنها إذا مرت بقضيب معدنى فإنها تحدث تيارًا كهربيًا يتحرك فيه جيئة وذهابًا كما فى الشكل التالى:

وبما أننا استخدمنا سلكًا لتوصيل الملف بقمة البرج، فإنه بالطريقة نفسها يمكننا أن نستخدم سلكًا لتوصيل القضيب الموضوع فوق سطح منزل إلى جهاز التليفزيون فى حجرة من الحجرات. وعن طريق هذا السلك يمكن أن يصل تيار الموجات الكهربية إلى الجهاز.

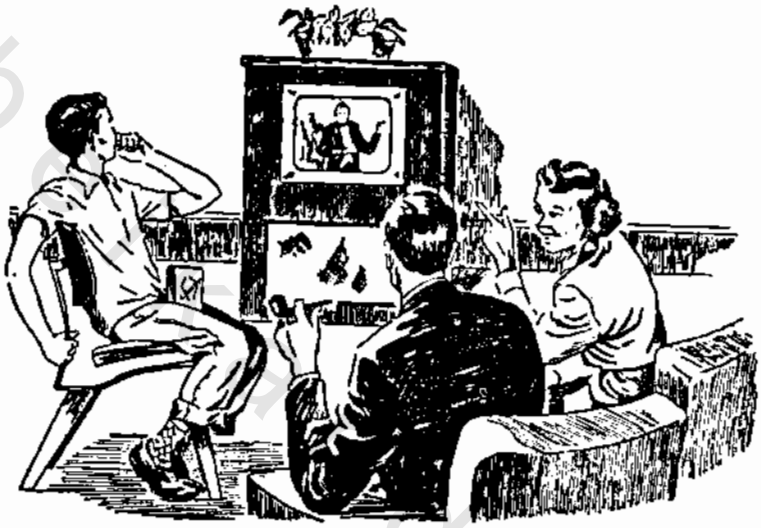


ولا يؤثر عدد الهوائيات الموضوعة لاستقبال الموجات فى قوة استقبالها، إذ أنها تصل إليها جميعًا. وهكذا تبدو الهوائيات فوق المنازل عند وصول الموجات الكهرمغناطيسية إليها (إن استطعنا أن نراها).



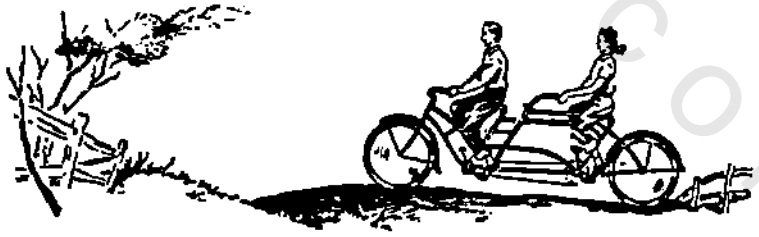
ومن الصفات الرائعة لهذه الموجات سرعتها المذهلة. فإذا قلت «واحد» بسرعة، فإن الزمن الذى تستغرقه فى ذلك يكفى لسير تلك الموجات ٢٩٧,٦٠٠

كيلومترًا، أى حوالى ٧ مرات حول الكرة الأرضية. ولهذا السبب فإن أجهزة الاستقبال المختلفة تستقبل الصور والأصوات فى الوقت نفسه بعضها مع بعض.



٤ - تحويل الصورة إلى كهربا

نعلم أنه فى التليڤزيون يكون لدينا تيار من الكهربا يتحرك جيئة وذهابًا فى المرسل، وكذلك تيار مماثل فى المستقبل. ولنحاول أن نقارن بين هذه الموجات الكهربية وبين الحركات المختلفة لولد وبنت يركبان دراجة كبيرة كما فى الشكل:



لابد أن تحرك البنت بدّالات العجلة بالعدد نفسه الذى يحرك به الولد بدّالاته، لأن الجنزير يصل بين البدالات فتكون حركة أقدام الولد والبنت إلى أعلى أو أسفل بعضها مع بعض.

كذلك يقوم المرسل والمستقبل فى جهاز التليفزيون بعمله بالطريقة نفسها. فعلى قدر عدد تحركات الكهربا فى ملف المرسل، تتحرك الكهربا بالعدد نفسه فى هوائى وملف المستقبل. وبذلك تكون الموجات الكهرمغناطيسية همزة الوصل غير المرئية بينهما. كما أنها فى الوقت نفسه السر الذى سهل إرسال الصوت والصور فى الهواء. فإذا أحدثنا تغيرات فى الكهربا السارية من محطة الإرسال نكون متأكدين أن هذه التغيرات نفسها ستحدث فى الكهربا السارية فى هوائى وأسلاك جهاز الاستقبال.

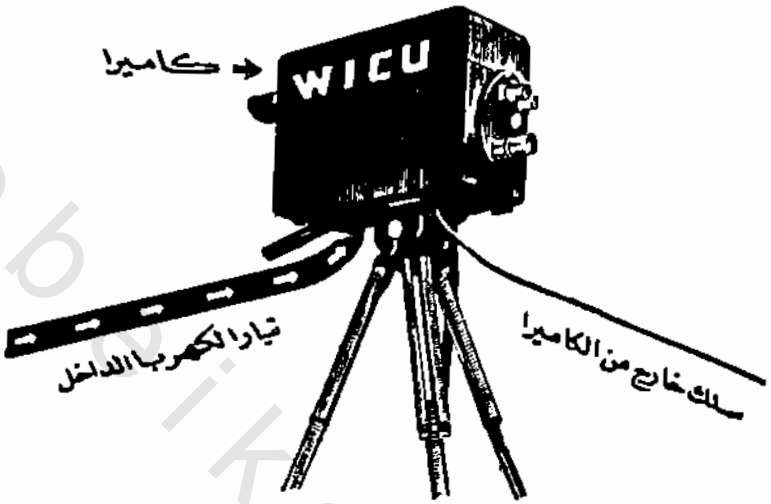
تلك هى أولى خطوات الإذاعة، وهى إحداث شىء فى المحطة نتأكد من حدوثه فى كل مكان به جهاز استقبال. لذلك كان علينا أن نحول الصور والأصوات المطلوبة إلى تغيرات فى الكهربا. وليس هذا بالأمر العسير.

ولنبدأ بالصورة أولا: لابد من وجود آلة تصوير «كاميرا» فى استوديو الإذاعة، ولكن هذه «الكاميرا» لا تستوعب الصورة مرة واحدة، كما هى الحال فى آلة التصوير العادية، ولكنها تلتقطها فى شكل عدد كبير جدًّا من الأجزاء التى تتجمع بعضها مع بعض بعد ذلك على شاشة جهاز الاستقبال.

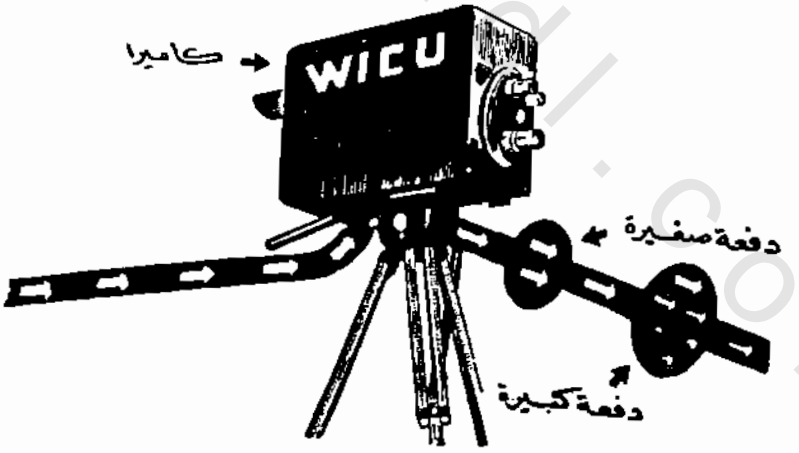
إذا أخذت عدسة مكبرة وفحصت بها صورة فى جريدة يومية فحصًا دقيقًا تلاحظ أنها ليست إلا مئات من النقط السوداء والبيضاء. ولدقة هذه النقط لا تميزها العين بل ترى الصورة كاملة. وفى إذاعة التليفزيون تتحول الصورة إلى عدد كبير من النقط تجمع بعد ذلك على الشاشة فى جهاز الاستقبال.

تركز الكاميرا على المنظر فى الاستوديو وتسبب تغيرًا فى الكهربا لكل نقطة بيضاء وسوداء فى الصورة لإعدادها للإرسال. ويمكن أن نتصور الكاميرا كبوابة كهربية يدخلها من ناحية تيار كهربى فى اتجاه واحد، وتخرج من الناحية الأخرى الكهربا التى تسمح الكاميرا بمرورها فى سلك خاص، فتبدو كما فى الشكل التالى:

وعند تشغيل الكاميرا تلتقط نقطة سوداء (تذكر أن الصورة ليست إلا عددًا هائلاً من النقط البيضاء والسوداء) عندئذ تسمح الكاميرا بمرور دفعة كبيرة من الكهربا. ثم تلتقط الكاميرا بعد ذلك نقطة بيضاء، وعندئذ تسمح بمرور دفعة



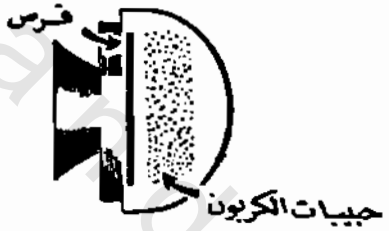
صغيرة من الكهربا. فيكون عندنا إذن تيار على شكل دفعات، بعضها كبير للنقط السوداء، وبعضها صغير للنقط البيض.



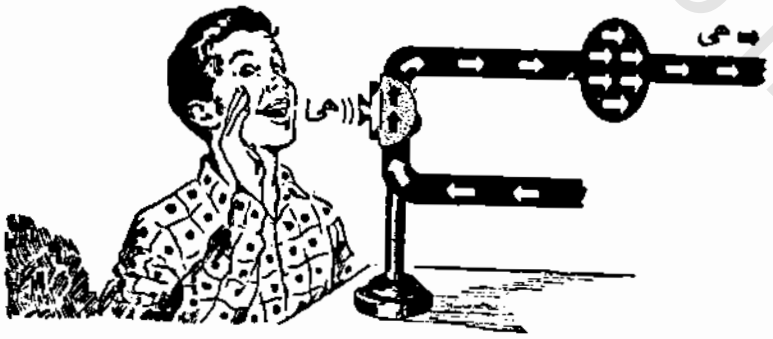
ويتلخص عمل الكاميرا فى تحويل جميع النقط البيضاء والسوداء فى الصورة إلى تغيرات فى الكهربا، وسندرس فيما بعد التركيب الداخلى للكاميرا لتوضيح كيف يحدث ذلك.

لننتقل الآن إلى الصوت لنحوله إلى دفعات أو تغيرات فى الكهربا. لابد لنا أن نستخدم الميكروفون الذى يؤدى عملا يماثل عمل الكاميرا، إذ أنه يمثل بوابة تخرج منها دفعات من الكهربا صغيرة وأخرى كبيرة.

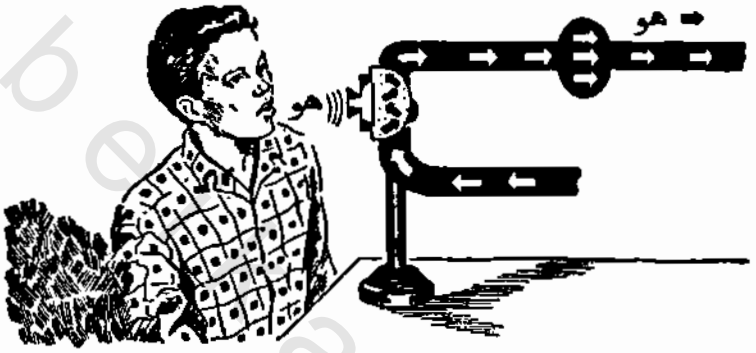
تذكر كيف أحدث الصوت المرتفع دفعة قوية من الهواء على يدك، وكيف حدث دفعة ضعيفة عندما خفضت صوتك، وكما قسمنا الصورة إلى نقط بيض وسُود، يمكن أن نقسم الصوت كذلك إلى نبرات قوية وأخرى ضعيفة. فعندما ينطلق صوت مرتفع فى الميكروفون، فإنه يسمح بمرور دفعة كبيرة من الكهربا، والعكس فى حالة الصوت المنخفض. ففى داخل الميكروفون يوجد قرص معدنى رقيق خلفه حبيبات من الكربون يبدو هكذا:



وعند إحداث صوت مرتفع تنتج موجة صوتية كبيرة تدفع القرص المعدنى الذى يدفع بدوره حبيبات الكربون، فتتقارب فيسهل مرور الكهربا من خلالها.



وعند حدوث صوت منخفض تنتج موجة صغيرة تدفع القرص برفق فلا تتقارب حبيبات الكربون بالدرجة السابقة نفسها، ولذلك لا تسرى الكهربا بالسهولة نفسها، فتبدو الدفعة الكهربية كما فى الشكل:

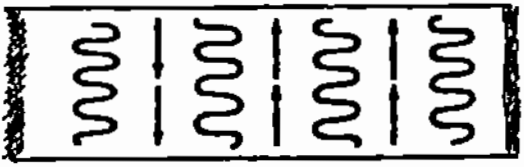


ويمكن أن نستنتج أن الأصوات المرتفعة تؤدى إلى دفعات كبيرة من الكهربا، إذ تمهد الطريق لها عبر حبيبات الكربون. أما الأصوات المنخفضة فإنها لا تؤدى إلى تكوين الطريق الممهد نفسه عبر الكربون، ولذلك يكون سريان الكهربا محدودًا.

٥ – إرسال الموجات

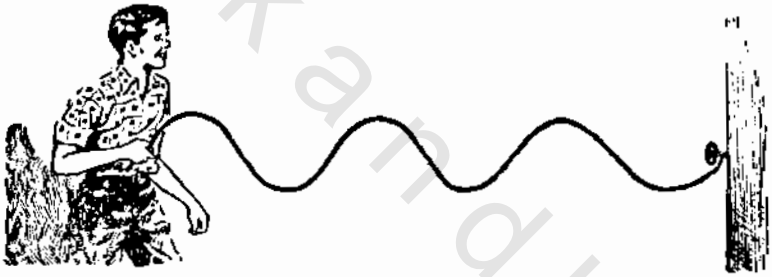
لقد أدت الكاميرا والميكروفون عملهما بتحويل تيار منتظم من الكهربا إلى دفعات كهربية مختلفة، وعلينا الآن أن ندرس كيف تحمل الموجات هذه التغيرات الكهربية فى الفضاء.

لابد من وجود سلسلة من الموجات المستمرة تصل بين محطة الإرسال وأجهزة الاستقبال. وإذا توقفت هذه الموجات توقف وصول الصور والأصوات. كما أن هذه الموجات عبارة عن كهربا تتحرك جيئة وذهابًا فى اتجاهات مختلفة هكذا:



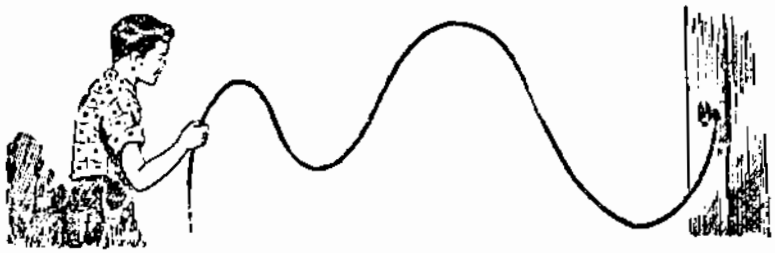
دعنا نرجع مرة أخرى إلى الحبل المربوط فى مقبض الباب. فإذا هز الحبل بعنف كما فى الشكل:

تكون قمم الموجات مرتفعة نتيجة للاهتزاز العنيف. أما إذا هز الحبل بلطف كما فى الشكل:



نجد أن قمم هذه الموجات تصبح منخفضة عن الحالة الأولى.

أما إذا أعطينا الحبل هزات عنيفة وأخرى خفيفة كما فى الشكل، فإننا نحصل على تغيرات فى الطاقة على الحبل مما يؤدى إلى تكوين موجات كبيرة وأخرى



صغيرة، وهذا ما يحدث فى التليفزيون. إذ يمكننا أن نرسل التغيرات الكبيرة والصغيرة فى الكهربا بأن نجعل الموجات التى تحملها فى الفضاء كبيرة وصغيرة. ويتم ذلك بتداخل الموجات الحاملة مع التغيرات فى الكهربية الصادرة من كاميرا أو ميكروفون، فتبدو بعد التداخل كما فى الشكل:

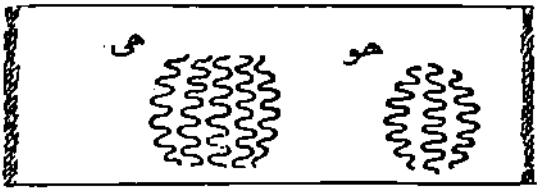
ولا تصبح الموجات الحاملة متساوية الحجم بعد ذلك. إذ أن التغيرات الكهربية حولت بعضها إلى موجات صغيرة وأخرى إلى موجات كبيرة، ولكنها جميعًا لا تزال تتحرك جيئة وذهابًا مثل الكهرباء التى استخدمناها فى الملف لتشكيل هذه الموجات.

ولربما سمعت كلمة .A.M وهى اختصار لكلمتى «Amplitude Modulation» أى تشكيل سعة الموجة. وفى عملية تشكيل الموجات نقوم بتغيير قوتها، فتكون قوية عندما تنقل النقط السوداء من الصورة أو الصوت المرتفع، وتكون ضعيفة عندما تحمل النقط البيضاء من الصورة أو الأصوات الضعيفة.

وتستخدم محطات الإذاعة العادية موجات .A.M فى إرسال الإذاعات الصوتية وإذاعة الصور.

وهناك طريقة أخرى لتشكيل الموجات وهى بضبط ترددها. وكلمة .F.M اختصار لكلمتى «Frequency Modulation» وتستخدم جميع محطات التليفزيون هذه الطريقة فى إرسال الأصوات.

ولا يؤدى ضبط تردد الموجات الحاملة إلى أى تغيير فى ارتفاعها، ولكن يؤثر فى عدد الموجات الصادرة. فعن طريق الصوت المرتفع ينتج عدد كبير منها، وعن طريق الصوت المنخفض ينتج عدد قليل. وتبدو الموجات نتيجة للأصوات المرتفعة والمنخفضة كما فى الشكل التالى.

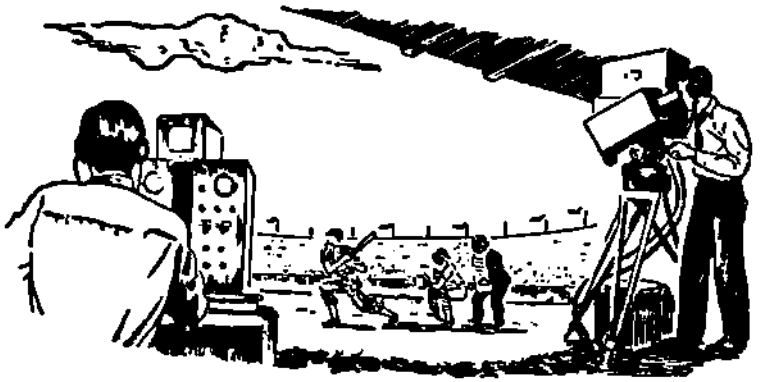


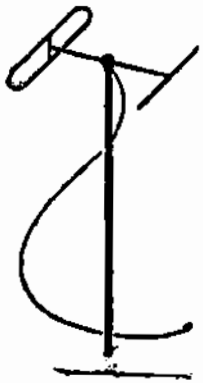
ويتميز نظام .F.M بأنه يؤدى إلى استقبال أوضح. فقد بحث العلماء زمنًا طويلا كيفية إرسال الموجات المطلوبة، وكثيرًا ما ضايقتهم موجات أخرى غير مرغوب فيها، وهى ما تسمى الاستاتيكية، فكثيرًا ما تسمع فى جهاز الراديو أصوات فرقعة فى أثناء العواصف الرعدية، وكذلك عندما يتحرك المصعد أو يبدأ محرك «موتور» الثلاجة الكهربية فى الدوران.

ويعمل الرعد والمحركات الكهربية عمل محطات إذاعة غير مرغوب فيها، إذ ترسل موجات مختلفة فى الارتفاع والقوة تصل إلى جهاز الراديو مع الموجات المطلوب استقبالها.

أما فى حالة نظام .F.M فإنه لا يسمح إلا لموجات .F.M بالوصول إلى السماعة، ويستبعد غيرها من الموجات الناتجة عن الرعد أو موتورات الكهربا. وبذلك يمكن التخلص من مضايقات الكهربا الاستاتيكية.

ومحطة التليفزيون عبارة عن محطتين فى محطة واحدة إحداهما ترسل الصور والأخرى ترسل الأصوات. وتشكل كل منهما الموجات الحاملة حسب برامجها ثم تسير الموجات جنبًا إلى جنب إلى أجهزة الاستقبال. وكذلك فإن جهاز الاستقبال فى التليفزيون عبارة عن جهازين أحدهما يستقبل الصور والآخر يستقبل الأصوات.





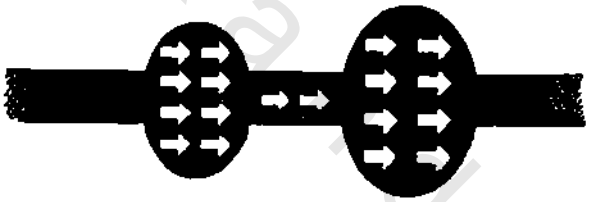
٦ - استقبال الموجات

تتجه الموجات الحاملة بعد تشكيلها فى جميع الاتجاهات من برج الإرسال وتسير فى الفضاء حتى تصل إلى جهاز الاستقبال فى منزلك. ولعلك تذكر أن هذه الموجات تجعل الكهربا تتحرك جيئة وذهابًا فى سلك الهوائى الموضوع فوق سطح المنزل، ثم تسرى هذه الكهربا إلى جهاز التليفزيون فى سلك أيضًا.

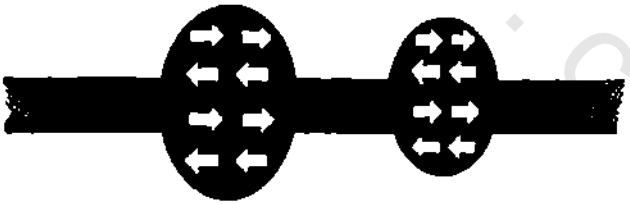
وتصل الموجة الكبيرة المتسببة عن نقطة سوداء فى الصورة التى التقطتها الكاميرا فى الاستوديو، وتليها موجة صغيرة تسببت عن نقطة بيضاء- كما فى الشكل السابق.

وتسبب الموجة الكبيرة عند وصولها للهوائى حركة قوية فى الكهربا تنتقل فى السلك ثم إلى جهاز التليڤزيون. وتؤدى الموجة الصغيرة إلى حركة صغيرة. وبذلك يصل للجهاز نوعان من التغيرات الكهربية. أحدهما كبير والآخر صغير، وهذا هو ما نريده بالفعل؛ إذ أنها هى التغيرات نفسها التى أحدثتها الكاميرا أو الميكروفون فى استوديوهات الإذاعة.

ولعلك تذكر كيف تبدو التغيرات فى التيار الخارج من الاستوديو. إنها تبدو كما فى الشكل:



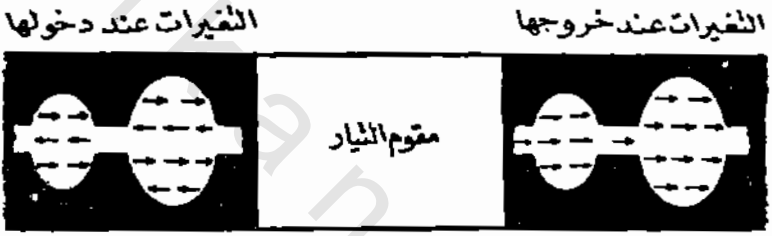
وهذه هى التغيرات كما تصل إلى جهاز الاستقبال.



وقد يبدو لك لأول وهلة أن التغيرات متماثلة، ولكنك إذا أمعنت النظر وجدت أن التغيرات التى تحدثها الكاميرا أو الميكروفون تحدث تيارًا مستمرًّا، أى فى الاتجاه نفسه دائمًا. أما التغيرات التى أحدثتها الموجات، فإنها تحدث تيارًا كهربيًّ يسرى فى اتجاهين متضادين. ولذلك يمكن أن نستنتج أنه يجب علينا أن نحتفظ بالتيار المتجه فى اتجاه واحد، ونتخلص من التيار الآخر المتجه فى الاتجاه المضاد ويمكن تحقيق ذلك ببساطة، إذ يوجد داخل جهاز الاستقبال بوابة تسمح بمرور

التيار فى اتجاه واحد فقط يمكن توضيح عملها كما فى الشكل، وتسمى بمقوم التيار:

وما قمنا به فعلا ما هو إلا تحويل تيار متقطع إلى تيار مستمر. ويبدو التيار بما فيه من تغيرات موجاته قبل دخولها مقوم التيار وبعد خروجها منه هكذا.



وبذلك نحصل على تغيرات فى التيار الكهربى بعضها صغير وبعضها كبير مطابقة تمامًا للتغيرات التى نتجت عن الكاميرا أو الميكروفون.

وعندما يصل التغير الكبير إلى شاشة التليفزيون يحدث نقطة سوداء عليها. ويحدث التغير الصغير نقطة بيضاء. وتتوالى هذه التغيرات وتتجمع فى أماكن مختلفة على الشاشة، وبذلك تتكون عليها صورة كاملة.

ويقال إن الكاميرا أسرع من العين فى التقاط الصور، ولكن من الصعب تصور مدى السرعة فى جهاز التليفزيون. إذ تصل إلى شاشته النقط المكونة للصورة ثلاثين مرة فى الثانية، وبذلك تبدو الصورة متكاملة دائمًا.

ويرسل الصوت فى الهواء على موجات مماثلة لتلك التى تحمل الصور، وهى موجات A.M. بعضها ضعيف وبعضها قوى. وتحدث هذه الموجات التغيرات نفسها فى الكهربا الواصلة إلى جهاز الاستقبال، كما أن هذه التغيرات لابد أن تمر خلال مقوم يؤدى إلى سريان الكهربا فى اتجاه واحد.

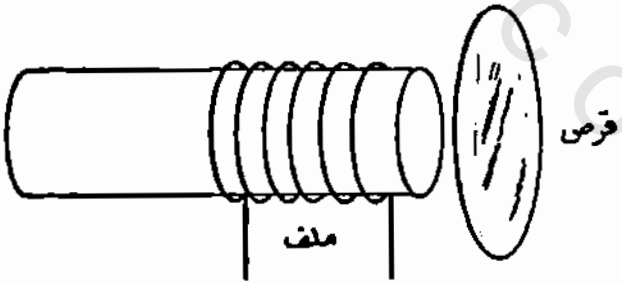
أما فى موجات F.M. وهى موجات كلها ذات قوة واحدة ولكنها تختلف فى

العدد، فإنه يجب علينا أن نعمل شيئًا يختلف عما سبق لكى نستفيد من هذه الموجات، ذلك بأن نستخدم ما يشبه المضخة الكهربية.

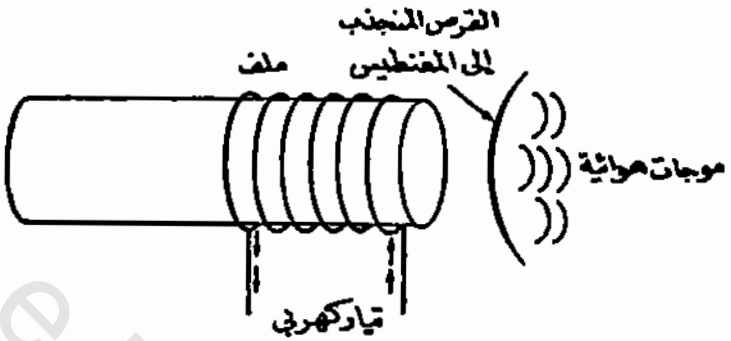
وبسبب الصوت المرتفع يتقارب عدد كبير من الموجات مما يؤثر فى التردد ويؤدى إلى تشغيل المضخة بشدة، فتسمح بمرور كمية كبيرة من الكهربا، أما إذ كان الصوت منخفضًا تقارب عدد قليل من الموجات فيحدث تأثير بسيط فى التردد فلا تعمل المضخة بالقوة السابقة نفسها مما يؤدى إلى مرور دفعة قليلة من الكهربا.

وعندما نحصل على هذه التغيرات الكهربية سواء أكانت عن طريق موجات A.M. أم F.M. ترسل إلى سماعة الجهاز بالطريقة نفسها. وإليك الطريقة التى تعمل بها هذه السماعة:

لعلك تذكر ماذا حدث عندما قربنا مغناطيسًا من مسمار من الحديد إذ جذب المغناطيس هذا المسمار. كما أنك تعلم أنه فى استطاعتنا أن نصنع مغناطيسًا عن طريق إمرار تيار كهربى بملف، كما أننا نستطيع أن نضع قضيبًا من الحديد داخل هذا الملف. فعند إمرار تيار كهربى فى الملف تعمل نهاية هذا القضيب عمل المغناطيس الذى يقوم بجذب قرص معدنى موجود أمامه كما فى الشكل



فعند إرسال دفعة قوية من الكهربا فى الملف تكون مغنطة القضيب قوية فينجذب القرص ناحيته كما فى الشكل:

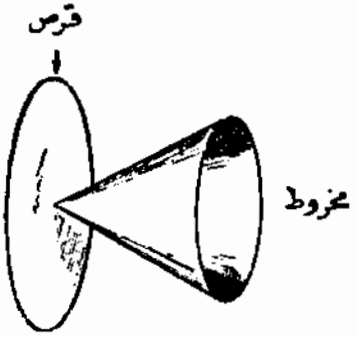


أما إذا كان التيار المارّ فى الملف ضعيفًا، فإنه ينتج مغناطيسًا أضعف من الحالة السابقة يجذب القرص المعدنى نحوه بقوة أقل.

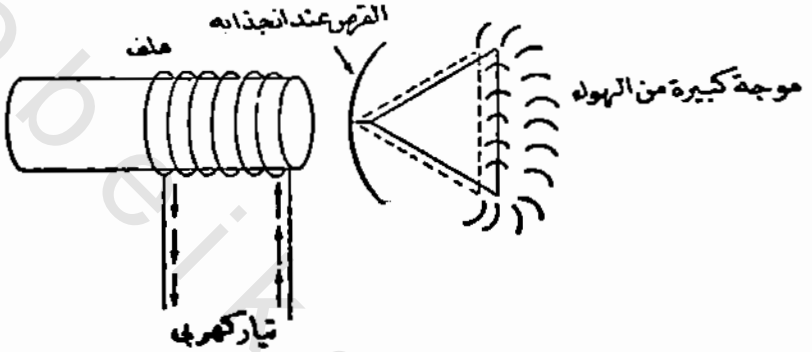
وعندما يرجع القرص إلى وضعه الأصلى تحدث تغيرات فى الهواء تؤدى إلى إحداث موجات تنتج أصواتًا خافتة نسمعها.

وتستخدم هذه الأقراص المعدنية فى أجهزة التليفون والساعات المختلفة وكلها يعمل بوضعه على الأذن مباشرة. أما إذا أردنا الحصول على أصوات مرتفعة من ساعة جهاز الاستقبال، فإنه يجب علينا إحداث تغيرات أكبر من الهواء بحيث تسمع الأصوات الصادرة عنها فى جميع أنحاء المكان.

ربما لاحظت بعض الأشخاص يتكلمون خلال نفير مخروطى الشكل يؤدى إلى تجسيم الصوت إلى درجة كبيرة. كذلك الحال فى سماعة الجهاز إذ يركب عليها مخروط من الورق لتجسيم الأصوات الصادرة عنها، ويبدو القرص بعد تركيب النفير عليه كما فى الشكل.



فإذا أرسلنا تغيرًا كبيرًا فى التيار الكهربى فى الملف، يجذب المغناطيس القرص بشدة فيجذب معه المخروط الورق مما يؤدى إلى إحداث موجات فى الهواء تكون كبيرة بحيث يمكن سماعها بوضوح هكذا:



وإذا وضعت يدك أمام سماعة جهاز الراديو، فإنه يمكنك أن تمس هذه الموجات من الهواء، وتشبه الموجات التى نتجت عندما أصدرت صوتًا مرتفعًا مع تقريب راحة يدك من فمك.

وبهذا يتضح لك السر فى تماثل الموجات الصوتية الصادرة عن السماعة والموجات التى أثرت فى الميكروفون. فالتغيرات الكهربية فى الميكروفون والسماعة متشابهة دائمًا.

وسواء أكان البرنامج المذاع صورًا أم أصواتًا، فهناك وسيلة بسيطة لتذكر طريقة انتقالها. إنها تشبه إرسال لغز إلى صديق لك، فعليك أولاً تجميع اللغز ثم تجزئته، وإرسال الأجزاء إلى هذا الصديق لكى يقوم بتجميعها مرة ثانية.

٧ - استقبال البرنامج المطلوب

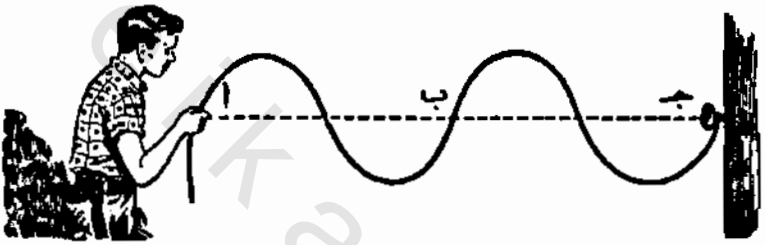
كما يؤدى جهاز التليفزيون إلى متعة جميع أفراد الأسرة، فإنه يؤدى أحيانًا إلى بعض المضايقات عندما تتضارب مطالب أفراد الأسرة فى نوع البرنامج الذى يريد مشاهدته كل فرد فيها، فقد يرغب الأب فى مشاهدة مباراة فى كرة القدم، فى حين ترغب الأم فى رؤية برنامج التدبير المنزلى، وقد يختار الأبناء مشاهدة تمثيلية مذاعة بالتليفزيون، وللتغلب على هذه المضايقات سرعان ما يتعلم كل فرد من أفراد الأسرة أنه يمكنه أن يشاهد برنامجه المفضل إذا خصص لكل منهم وقت معين لذلك.

وإذا تصورنا استحالة اختيار محطة معينة، وأن جميع البرامج تظهر على شاشة الاستقبال فى وقت واحد، لكانت المناظر على الشاشة لا تعدو أن تكون خطوطًا ونقطًا متداخلة بحيث لا يمكن رؤية أى من البرامج المذاعة.

ولحسن الحظ توجد وسيلة لاختيار البرنامج المطلوب وفصله عن سائر البرامج كما يحدث فى اختيار البرامج المذاعة بالراديو. ويتيسر لنا ذلك إذا انفردت كل موجة برقم معين كما تنفرد كل سيارة برقم رخصة يميزها عن باقى السيارات.

ويعين الرقم الذى يحدد الموجة بطريقة بسيطة جدًّا هى تكرارها فى الثانية. فإذا تكررت الموجة خمس مرات فى الثانية سميت موجة رقم ٥. وإذا تكررت عشر مرات فى الثانية سميت بالموجة رقم ١٠، وهكذا.

ولكن هناك طريقة أحسن للتعبير عما سبق، فإذا استرجعنا تجربة الحبل المربوط بأكرة الباب، ولكن فى هذه المرة سنهزه ليكون موجة لطيفة كما فى الشكل، فإننا نلاحظ أننا صنعنا موجتين لا موجة واحدة تبدأ الأولى عند (أ) ثم ترتفع وتنخفض وتعود مرة أخرى إلى مستواها الأصلى عند (ب). أما الموجة الثانية فتبدأ عند (ب) وتنتهى عند (حـ).



وعندما تصل الموجة إلى مستواها الأصلى مثل من (أ) إلى (ب) يقال إنها أكملت ذبذبة واحدة (سيكل). فإذا تم ذلك مرتين فى الثانية يقال إنها موجة ذات ذبذبتين. وهذه هى الطريقة التى تميز بها الموجات بعدد ذبذباتها فى الثانية، وعدد هذه الذبذبات فى الثانية يدلنا على تردد الموجة.

وإذا لم يكن تردد الموجة كبيرًا كانت كلمة ذبذبة ممكنة الاستخدام. أما إذا كان التردد كبيرًا جدًّا، فتستخدم له وحدة أخرى هى (الكيلوسيكل) وتدل على ألف ذبذبة فى الثانية.

وفى العادة تكون الموجات سريعة جدًّا بحيث تحتاج إلى تمييز آخر، إذ أن وحدة (كيلوسيكل) تصبح صغيرة فى تقديرها، وهنا تستخدم وحدة (ميجاسيكل) وتعنى مليون ذبذبة فى الثانية.

وعندما نقول إن هناك موجات مختلفة، فإننا فى الحقيقة نعنى أن هناك موجات تختلف من حيث ترددها الذى يحدد طبيعة الموجة وطريقة استخدامها، فالموجات ذات التردد بين ٢٠ و١٦٠٠٠ ذبذبة هى التى يمكن سماعها.

لابد أنك قد سمعت صوت الرعد على شكل زئير عميق، ذلك لأنه يكون موجة ترددها ٥٠ ذبذبة فى الثانية. أما إذا استمعت إلى صفير الصراصير فى

الحقول مساء فإن الأصوات الصادرة تكون دقيقة، إذ أن الموجة الصادرة ترددها ١٦,٠٠٠ ذبذبة فى الثانية. فالموجة ذات التردد القليل تؤدى إلى صوت أجش. أما الموجات ذات التردد العالى فإنها تؤدى إلى أصوات حادة. ولهذا يختلف صوت الرجل عن صوت المرأة، إذ أن صوت الرجل موجاته أقل ترددًا من صوت المرأة. وإذا زاد تردد الموجة على ١٦,٠٠٠ ذبذبة فى الثانية فلا يمكن سماعها على الإطلاق، ذلك لأن غشاء «طبلة» الأذن لا يستطيع الاهتزاز بالسرعة نفسها، ولذلك لا يمكنه استيعاب هذه الموجات.

وترسل محطات الراديو العادية برامجها على تردد يتراوح بين ٥٥٠,٠٠٠ و ١,٧٠٠,٠٠٠ ذبذبة. أى بين ٥٥٠ - ١٧٠٠ كيلوسيكل.

أما الطائرات والبواخر، فإنها تستخدم موجات ترددها بين ١,٧٠٠,٠٠٠ و ٣٠,٠٠٠,٠٠٠ سيكل، أى بين ١٧٠٠ كيلو سيكل و ٣٠ ميجاسيكل.

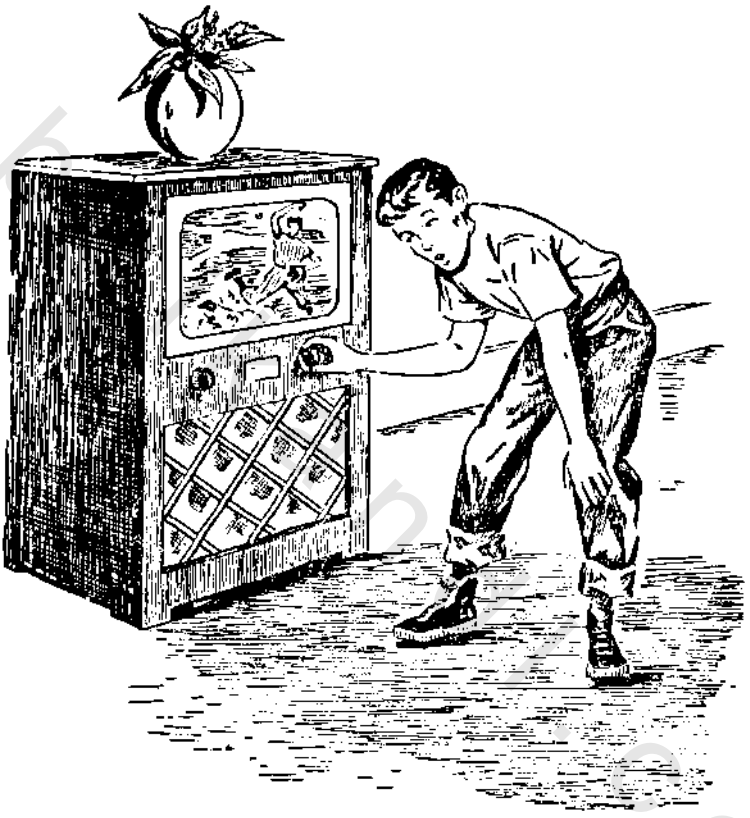
ويستخدم التليفزيون موجات ترددها بين ٥٤,٠٠٠,٠٠٠ سيكل، و ٢١٦,٠٠٠,٠٠٠ سيكل. أى بين ٥٤ - ٢١٦ ميجاسيكل. ولهذا يقال إنها موجات ذات تردد مرتفع جدًا.

وتستخدم بعض محطات التليفزيون الحديثة موجات قد تبلغ ٩٨٠ ميجاسيكل. ولعلك تستطيع الآن أن تستنتج كيفية التمييز بين موجة وأخرى عند استقبالها، إذ تعطى كل موجة عدد ترددها كما يأتى على سبيل المثال:

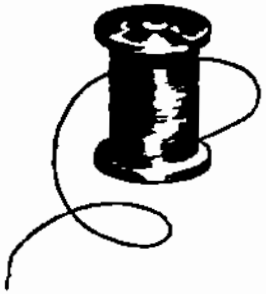
رقم المحطة	التردد بالميجاسيكل
٢	٥٤ - ٦٠
٣	٦٠ - ٦٦
٤	٦٦ - ٧٢

وما على كل محطة إلا أن تتأكد من أن برنامجها ينقل إليك على الموجة المحددة نفسها.

ويقوم جهاز الاستقبال مقام مكتب بريد كهربى. إذ تفرز الموجات المختلفة تبعًا لترددها، وتضع كلًا فى صندوق معين. وعند اختيار المحطة المطلوبة فإنك تفتح



هذا الصندوق الذى يحوى البرنامج المطلوب. وإذا انتقلت إلى برنامج آخر، فإنك تقفل الصندوق السابق وتفتح الصندوق الآخر المراد مشاهدة برنامجه. وكما يفتح قفل صندوق البريد عند معرفة رموز هذا القفل. كذلك يستقبل برنامج التليفزيون بمعرفة الرموز الكهربية الدالة عليه، وهذا هو ما تفعله عند تخير البرنامج.

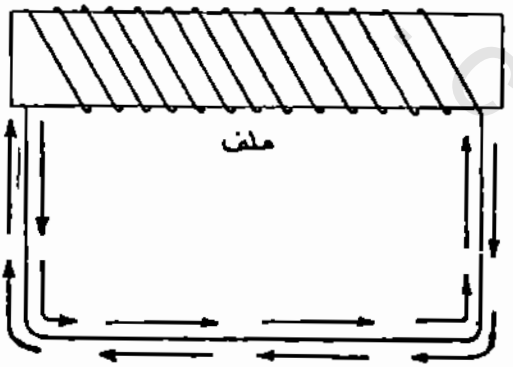


٨ - التحكم فى الموجات:

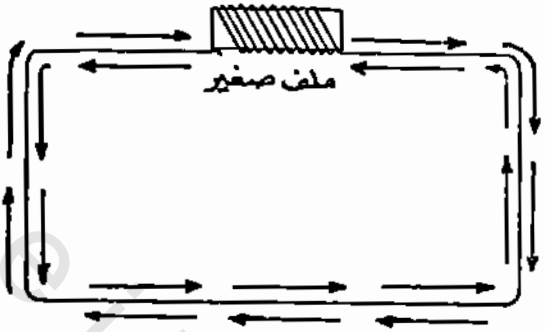
ليس من العسير إنتاج موجات ذات تردد معين. إذ ما علينا إلا أن نلجأ إلى الملف الذى أشرنا إليه آنفا. فلعلك تذكر أننا نحصل على موجة كلما مررنا التيار فى الملف. فإذا أرسلنا الكهربا فى الملف عدة مرات جيئة وذهابًا حصلنا على عدد من الموجات.

ولكى نتحكم فى عدد هذه الموجات أو عدد ترددها، فما علينا إلا أن نتحكم فى عدد المرات الذى نرسل فيه الكهربا جيئة وذهابًا فى الملف.

فإذا أخذنا ملفًا وأوصلنا طرفيه بسلك كما فى الشكل، فإنه بالنسبة لكبر الملف



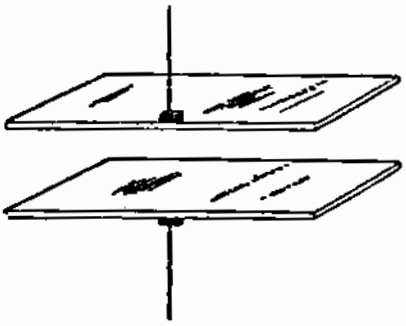
تستغرق الكهربا وقتًا طويلًا لكى تمر خلاله، وبذلك لا نحصل على عددٍ كبير من الموجات نتيجة لضياع وقت كبير فى المرور فى الملف. أما إذا وصلنا ملفًا صغيرًا بالسلك كما فى الشكل التالى، فإن الكهربا تمر فيه بسهولة.



ولما كانت المسافة التى تقطعها الكهربا فى هذه الحالة أقصر من المسافة فى الحالة الأولى، فإنها تذهب جيئة وذهابًا أسرع، وهذا يعنى أنه باستخدام الملف الصغير يمكن الحصول على عدد أكبر من الموجات.

لذلك فإذا أردنا أن نرسل موجات ذات تردد منخفض، فإننا نستخدم ملفًا كبيرًا، وإذا أردنا أن نرسل موجات ذات تردد مرتفع فإننا نستخدم ملفًا صغيرًا.

ولكن هناك عقبة تعترضنا عند استخدام الملف، وهى أن الملف قد يسمح بمرور موجتين فى وقت واحد. وهذا يعنى أننا نسمع فى جهاز الاستقبال برنامجين مختلفين فى وقت واحد. لذلك فإنه يلزم أن نحسن الملف لكى يقوم بعمله على الوجه الأكمل، ولذلك نستخدم ما يسمى بالمكثف Condenser. والمكثف يتكوّن من قرصين متقابلين من المعدن يفصلهما الهواء كما فى الشكل التالى:

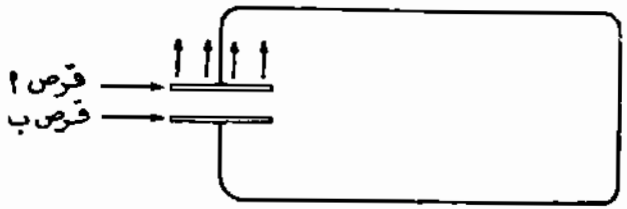


فإذا وصلنا قرصين من المعدن بسلك كما فى الشكل، فإن المكثف يمكن تشبيهه

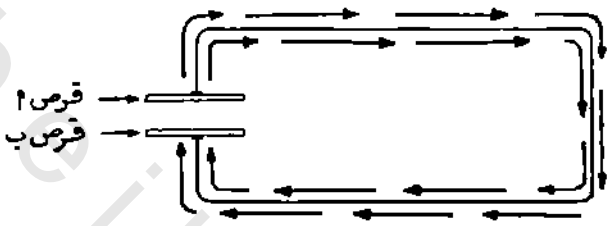
فى هذه الحالة بالساعة الرملية التى كانت تستخدم فى الماضى. ففى هذه الساعة يوجد وعاءان متصلان بحيث يمر الرمل من أحدهما إلى الآخر. فإذا كان الوعاء الأول (أ) والثانى (ب) وكان الرمل فى الوعاء (أ)، فإنه يبدأ فى السقوط إلى (ب) كما فى الشكل:

وبعد قليل يمتلئ الوعاء الأسفل بالرمل. ولكى يستمر الرمل فى الحركة لابد من أن نعكس وضع الوعاءين فيكون (ب) فى أعلى لكى يبدأ الرمل فى المرور إلى الوعاء (أ) حتى يمتلئ بعد وقت قصير. ولكى يستمر الرمل فى الحركة ثانيًا لابد أن نعيد تحريك الجهاز دائمًا.

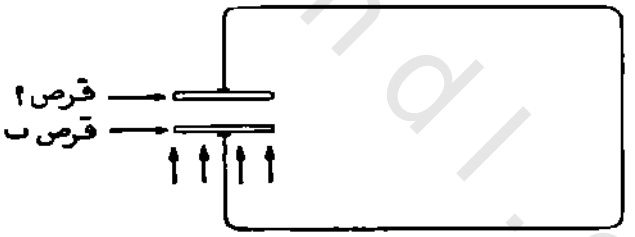
وما يصنعه المكثف للكهربا يشبه ما يصنعه الجهاز السابق فى الرمل. فإذا رمزنا لأحد القرصين (أ) والآخر (ب)، وفرضنا أن تبدأ بالكهربا على القرص (أ) كما فى الشكل:



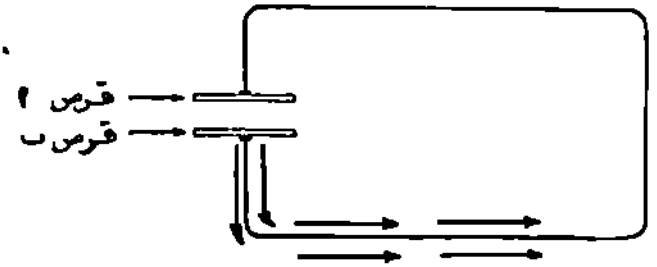
يبدأ المكثف فى إرسال الكهربا بعيدًا عن (أ) فتمر فى السلك حتى تصل إلى القرص (ب) كما فى الشكل:



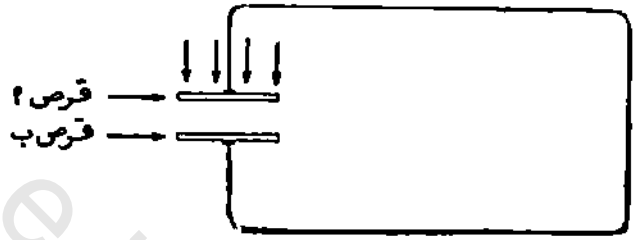
وفى كسر قليل من الثانية تكون كل الكهربا قد انتقلت من (أ) إلى (ب) كما فى الشكل.



وكما نكسنا الجهاز فى الساعة الرملية لكى يستمر الرمل فى الحركة، فإن المكثف يعكس اتجاه الكهربا فتترك القرص (ب)، وتسرى متجهة إلى القرص (أ) ثم تتركز عليه بعد وقت قصير.

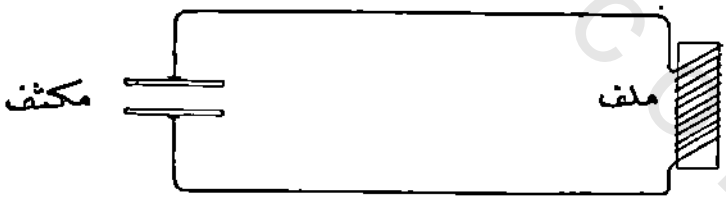


وتكرر هذه العملية فتبقى الكهربا فى حركة مستمرة بين القرص (أ) والقرص (ب).



ومن العوامل التى تؤثر فى الساعة الرملية حجم كل من الإناءين، وكذلك حجم الفتحة الموجودة بينهما التى تحدد المدة اللازمة لمرور الرمل. فإذا كان الوعاءان كبيرين فإن ملء أحدهما أو تفريغه يستغرق وقتًا طويلاً. وفى المكثف يقوم القرصان بالعمل نفسه، فإذا كان القرصان كبيرين فإن الكهربا لا تسرى بينهما بسرعة كبيرة، وبالعكس إذا كانا صغيرين.

كما أن حجم الملف يحدد عدد مرات سريان الكهربا جيئة وذهابًا، كما يحدده حجم المكثف أيضًا. وبذلك تكون لدينا وسيلتان للتحكم فى الكهربا، أو بمعنى أصح للتحكم فى تردد موجاتها. ولذلك توصل الملف والمكثف كما فى الشكل.



وبهذه الطريقة تكون لدينا الوسيلة لاختيار التردد المطلوب. فإذا أبطأ الملف من سرعة الكهربا، فإن المكثف يعمل على مرورها. وإذا أبطأ المكثف من سرعة الكهربا، فإن الملف يعمل على مرورها. وهذا يعنى أن لدينا وسيلة لزيادة سرعة الموجة أو الحد من سرعتها وبذلك نتحكم فى ترددها. وتستخدم توصيلة الملف

والمكثف فى جهاز الإرسال فى محطة الإذاعة، وكذلك فى جهاز الاستقبال الموجود فى منزلك.

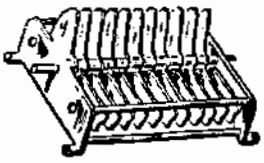
ففى محطة الإرسال لابد أن تثبت تركيبة الملف والمكثف لتصدر نوعًا من الموجات الثابتة التردد، وهى تردد الموجات الحاملة التى تنقل البرنامج. وعندئذ يوصل الملف والمكثف بالسلك الواصل إلى برج الإرسال.

أما فى جهاز الاستقبال، فإن تركيبة الملف والمكثف لابد أن تصنع بحيث يمكنها استقبال عدد الموجات المختلفة التردد. ومن وسائل الوصول إلى ذلك أن تستخدم عددًا من الملفات المختلفة الحجم ومكثفًا يمكن تغير حجمه.

ويسمى مثل هذا المكثف بالملف المتغير. وهو يتكوّن من مجموعتين من الأقراص الصغيرة. تتصل أقراص كل مجموعة بعضها ببعض لكى تقوم مقام قرصين كبيرين.

وتثبت مجموعة من الأقراص بمحور يمكن إدارته بحيث يمكن عن طريق تغيير مواضعها أن نحصل على مستودع كبير أو صغير لتخزين الكهربا، وبهذا يمكن ضبط الكهربا السارية جيئة وذهابًا بين الأقراص.

انظر فى جهاز الاستقبال للراديو وأنت تدير مسمار اختيار المحطات، فإنك ترى الأقراص تتداخل أو تنفصل كما فى الشكل:



وفى جهاز الاستقبال نضبط تركيبة الملف والمكثف لتردد المحطة المطلوبة. فإذا ما استقبلنا هذه الموجة بالذات، فإننا نسمح لها بالمرور دون غيرها من الموجات المختلفة التى تصل إلى هوائى الجهاز، كما أننا نستبعد المحطات الأخرى ذات التردد المختلف.

٩ - عمل جهاز راديو «سماعة»

مما يجعل دراسة الراديو والتليفزيون ممتعة أنك تستطيع أن تطبق المعلومات التى درستها سابقًا عمليًا:

وسنقوم بعمل جهاز راديو يختلف عن الأجهزة المألوفة. وسنحتاج فى عمل الجهاز إلى:

شفرة حلاقة قديمة

دبوس

قَطَّة (قصفة) قلم رصاص.

وقد استخدم هذا النوع من الأجهزة فى الحرب العالمية الثانية، إذ كان الجنود يستخدمونها فى جبهات القتال. وتستطيع أن تستخدم هذا الجهاز فى استقبال برامج محطة تبعد عنك ٥٠ كيلومترًا.

وستحتاج أيضًا إلى الأدوات الآتية:

مطرقة (شاكوش)

«زرادية».

مطواة.

obeikandl.com

ويلزم لك أيضًا لوحة صغيرة من الخشب طولها ٢٠ سم وعرضها ١٥ سم أو أكبر من ذلك إذا أردت.

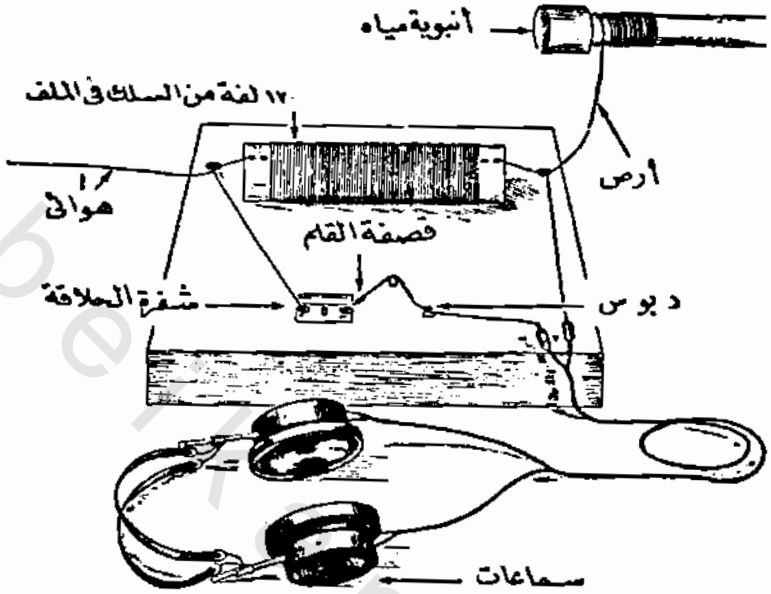
وكذلك أنبوبة من الورق المقوى قطرها ٥ سم وطولها ١٥ سم. وستحتاج أيضًا إلى بكرة من سلك نحاس معزول.

ومن الضرورى وجود زوج من السماعات لوضعها على الأذنين.

وتحتاج إلى ثلاثة مسامير جديدة، و ٤ دبابيس رسم نحاسية، وشفرة حلاقة لامعة بيضاء إذ أنها أحسن من الشفرات الزرقاء، ودبوس كبير وقطة «قصفة» قلم رصاص. ولنضع الأدوات والقطع المختلفة على نضد هكذا:

ويلزمك أن تعلم تفاصيل استخدام الأجزاء المختلفة وطريقة عمل الجهاز. ويبدو الجهاز بعد انتهاء صنعه كما فى الشكل التالى:

وسنبدأ أولاً بصنع الملف.



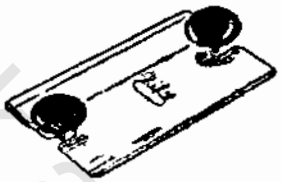
خذ قطعة من السلك وافردها مستقيمة على أرض الحجرة. اصنع - مستعينًا بأحد المسامير - ثقبين صغيرين عند إحدى نهايتى أنبوبة الورق المقوى وثقبين آخرين فى الطرف الثانى ولتكن رقم ١، ٢، ٣، ٤. وستبدو الأنبوبة كما فى الشكل التالى:

ادفع حوالى ١٥ سم من السلك خلال الثقب رقم ٢ ثم شده من الثقب ١ وبذلك يمكن تثبيت السلك عند أحد طرفى الأنبوبة. امسك الأنبوبة بيدك اليسرى ولف السلك بدقة بيدك اليمنى حول الأنبوبة حتى تحصل على ١٢٠ لفة. وتأكد أن اللفات ملاصقة بعضها لبعض ولا يوجد أىّ منها فوق الآخر.

قس ١٥ سم من السلك بعد نهاية اللفات ثم اقطع السلك فى ذلك المكان باستخدام «الزرادية». ادفع هذا الطرف من السلك فى الثقب رقم ٣ ثم اجذبه من الثقب رقم ٤. وتكون بذلك قد انتهيت من صنع الملف. ضع اللوحة الخشبية

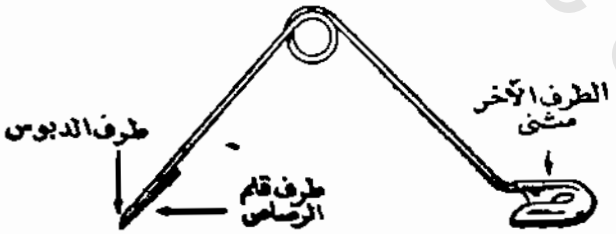
أمامك على نضد وثبت فى مؤخرتها الملف أفقيًا باستخدام دبوسين من دبابيس الرسم مع التأكد من أنها لا تلامس السلك النحاس.

ضع شفرة الحلاقة أفقية أمام الملف واحترس فى أثناء تناولها وإلا جرحتك، وثبتها فى اللوحة الخشبية باستخدام الدبوسين الآخرين بحيث لا تدفعها تمامًا فى اللوحة الخشبية، ولكن مجرد تثبيت فقط كما فى الشكل.

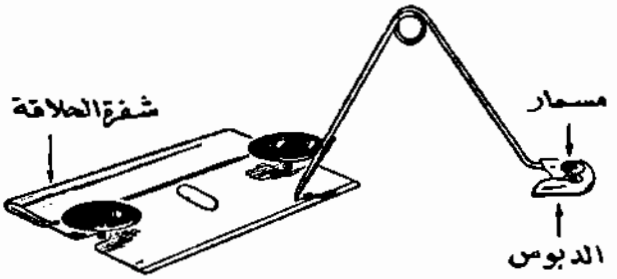


ويأتى بعد ذلك دور الدبوس الكبير. أبر القلم بحيث يظهر جزء كبير من رصاصته، ثم اكسر هذا الجزء وثبته فى النهاية المدببة للدبوس باستخدام قطعة من السلك بعد نزع الجزء العازل عنها.

استخدم «الزرادية» فى ثنى الطرف الآخر للدبوس بحيث يصبح أفقيًا على اللوحة الخشبية، وبذلك يبدو كما فى الشكل:

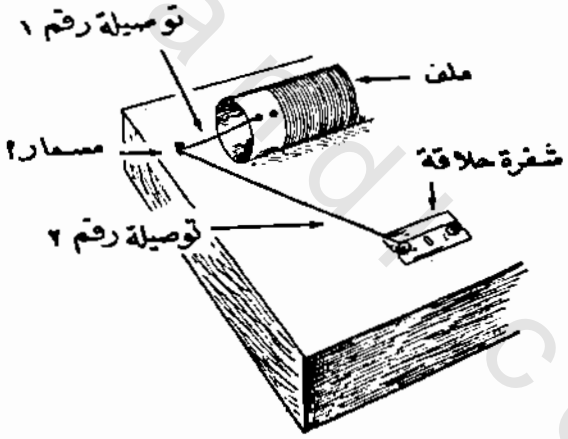


ثبت الدبوس فى الجهة اليمنى من شفرة الحلاقة مستخدمًا أحد المسامير فى طرفه المفلطح وادفعه بالمطرقة حتى يكاد يلامس الدبوس وبذلك تصبح جميع الأجزاء فى أماكنها، وما علينا إلا أن نوصلها بسلك. انزع العازل عن طرفى



السلك باستخدام المطواة – وهذا مهم جدًا، إذ أن عدم نزع العازل يعطل عمل الجهاز.

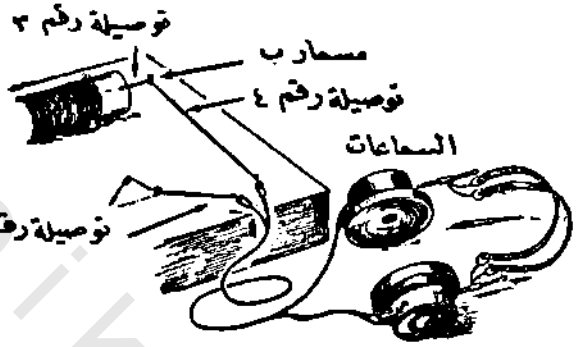
ولنبدأ الآن بالنصف الأيسر من الجهاز:



أوصل طرف سلك الملف المنزوع عنه العازل حول المسمار (أ) وهذه هى التوصيلة رقم ١.

خذ قطعة أخرى من السلك وضع طرفها غير المعزول تحت دبوس الرسم الذى يثبت شفرة الحلاقة، ثم ادفع الدبوس فى اللوحة بقدر ما تستطيع لكى يثبت السلك بالشفرة، ثم لف الطرف الآخر للسلك حول المسمار (أ) وهذه هى التوصيلة رقم ٢.

ولننتقل الآن للنصف الأيمن من الجهاز ويبدو هكذا:



خذ السلك فى نهاية الملف الأيمن ولفه حول المسمار (ب)، وهذه هى توصيلة رقم ٣. لف طرف سلك آخر حول مسمار (ب) ولف الطرف الآخر حول النهاية المعدنية لأحد سلكى السماعتين، وهذه هى توصيلة رقم ٤.

خذ قطعة أخرى من السلك ولف أحد طرفيها حول الطرف المعدنى الآخر للسماعتين، ثم ضع الطرف الآخر تحت النهاية المفلطحة للدبوس، باستخدام المطرقة ادفع المسمار الذى يثبت هذا الجزء المفلطح من الدبوس فى اللوحة الخشبية بحيث يصبح وضع الدبوس رأسيًا، وهذه توصيلة رقم ٥. وبهذا نكون قد انتهينا من صنع الجهاز. ولم يبق أمامنا إلا خطوتان قبل تشغيله.

لابد أن يكون لدينا سلك هوائى يجعل الكهربا تسرى جيئة وذهابًا فى الملف. ومهما يكن نوع الهوائى المستخدم، لف نهايته حول المسمار (١) الذى يصل الملف بشفرة الحلاقة. وكلما كان الهوائى طويلا كان الاستقبال أقوى. ويمكنك أن تترك حوالى ٥٠ مترًا أو ١٠٠ متر من السلك وتوصلها بين النافذة وشجرة مثلا.

ويجب أن يكون لدينا كذلك جسم يصل للأرض، ويستحسن أن يكون أنبوبة مياه فى المنزل. انزع العازل من قطعة من السلك ولفها بإحكام حول الأنبوبة ثم صل الطرف الآخر بالمسمار (ب). وبذلك يكون الجهاز على استعداد لاستقبال البرنامج.

تذكر دائمًا أن هذا الجهاز يختلف عن الأجهزة الأخرى فلا تتوقع أن تسمع البرنامج بوضوح مباشرة.

ضع السماعات على أذنيك ولاحظ أن تكون الغرفة التى تجلس فيها هادئة.

حرك الدبوس على الشفرة بحيث يلمس سن قلم الرصاص الشفرة.

حرك السن على الشفرة ببطء كما فى الشكل.

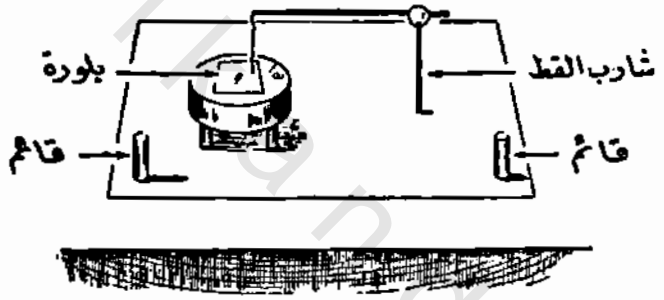
وستسمع فجأة بعض الأصوات الضعيفة. فإذا حركت الدبوس قليلا فقد تسمع البرنامج. ولا تستغرب إذا سمعت برنامجين فى وقت واحد. تذكر أن الملف وحده قد يسمح بمرور برنامجين فى وقت واحد. وستجد متعة كبيرة فى استخدام هذا الجهاز، ولنناقش الآن كيف يعمل:

نعلم أن الموجات القادمة ترسل الكهربا فى الملف جيئة وذهابًا، ولذلك يتحتم علينا أن نعدلها بحيث تسير فى اتجاه واحد إلى السماعات.

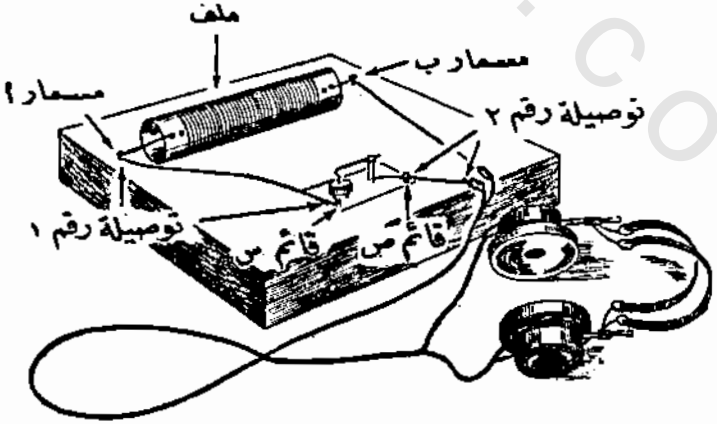
وتقوم شفرة الحلاقة وسن قلم الرصاص مقام بوابة كهربية. فالشفرة مصنوعة من الصلب وسن قلم الرصاص من الكربون. فإذا لمس الكربون الصلب سمحا

بمرور الكهربا خلالها فى اتجاه واحد فقط. وبمرورها فى الشفرة والدبوس تسرى إلى السماعات.

ولنبحث الآن ما إذا كنا نستطيع تحسين هذا الجهاز. يمكننا أن نحوله إلى جهاز راديو بلّورة (كريستال) ولذلك يلزمنا أن نشترى بلّورة راديو، وهى تتكون من جزأين رئيسيين: أحدهما قطعة بلّورية من معدن «الجالينا» متصلة بقاعدة على قائم لتوصيلها بباقى أجزاء الجهاز. وتحل البلّورة محل شفرة الحلاقة. أما الجزء الثانى فيسمى شارب القط Cat Whisker ويحل محل الدبوس ويوجد على ذراع صغيرة تتصل بقائم لتوصيله بباقى الأجزاء. وتبدو البلّورة وشارب القط هكذا:



وسيبدو الجهاز بعد إدخال التحسينات عليه بتغيير شفرة الحلاقة والدبوس بالبلّورة التى اشتريناها هكذا:



يصل سلك المسمار (أ) بالقائم (س) فى البلّورة وتسمى بالتوصيلة رقم ١

كما يصل سلك آخر أحد طرفى السماعتين إلى القائم (ص) فى البلّورة. وتسمى هذه بالتوصيلة رقم ٢. ولكى يؤدى جهاز البلّورة عمله يلزم توصيله بالهوائى والأرض كما فى الجهاز السابق. ثم يحرك شارب القط بحيث يلمس السلك الرفيع سطح البلّورة.

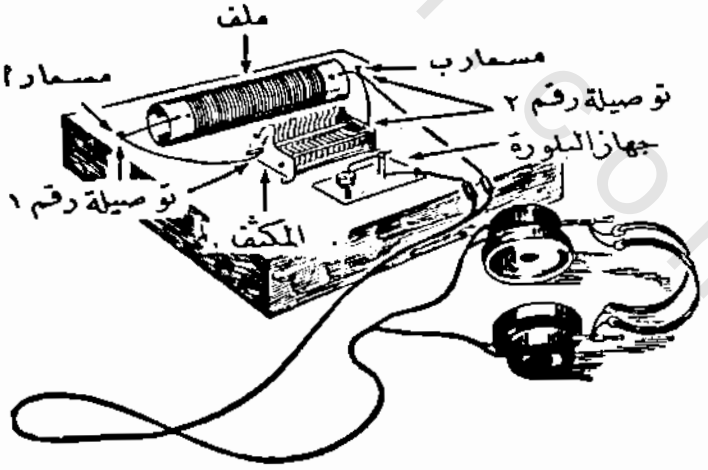
أنصت جيدًا وستجد أنه على جزء من البلّورة تسمع المحطة بوضوح.

وفى هذه الحالة تكون البلّورة بمثابة البوابة الكهربية التى تسمح بمرور التيار فى اتجاه واحد.

هل تذكر أننا بينا فيما سبق أن توصيل الملف بالمكثف يساعد على استقبال المحطة المطلوبة دون سواها؟

ولذلك يمكننا أن نستخدم مكثفًا متغيرًا لجهاز راديو البلّورة (الكريستال) يساعد على فصل المحطات. ويمكن الحصول عليه من محل أجزاء راديو أو من المخلفات القديمة لأجهزة الراديو. وتحتاج إلى مكثف ذى ٢١ قرصًا بعضها ثابت وبعضها الآخر متحرك. ومع ذلك فإن مكثفًا ذا ١٧ أو ١٩ قرصًا يصلح للغرض نفسه.

وسيبدو المكثف بعد تركيبه فى الجهاز هكذا:



وتتصل الأقراص الثابتة فى المكثف بقائم يتصل بالمسمار (أ) بسلك، وتسمى بالتوصيلة رقم ١. كما يتصل قائم آخر بالمكثف بالأقراص المتحركة ومنه يخرج

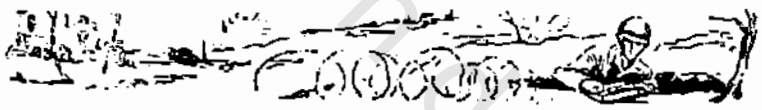
سلك إلى المسمار (ب)، وتسمى بالتوصيلة رقم ٢.

وبانتهاء تركيب المكثف فى الجهاز يجب أن نحرك شارب القط على البلّورة حتى نسمع البرنامج، ثم بعد ذلك يدار المكثف يميناً أو يساراً حتى يسمع الصوت فى أوضح صورة.

والفرحة بسماع برنامج على جهاز صنعته بيدك لا تعادلها فرحة أخرى.

ولو أن هذا الجهاز ربما لا يستطيع استقبال جميع المحطات التى ترغب فى الاستماع إليها، كما أنه لا يصلح للاستقبال إذا كنت تبعد عن محطات الإرسال بمسافات كبيرة. وكذلك يستقبل البرنامج بدرجة لا يمكن سماعها إلا فى السماعة.

ولو تعذرت تقوية أجهزة الاستقبال فى الراديو والتليفزيون لاستحال انتشارها بالصورة الحالية. ولندرس الآن كيفية تقوية هذه الأجهزة.



١٠ - صمامات الراديو:

لعل جدتك لا تزال محتفظة فى منزلها بجهاز الراديو الذى كانت تستخدمه منذ ثلاثين سنة أو أكثر. ولعلك لاحظت الفرق فى الحجم بين هذا الجهاز القديم والجهاز الذى تستمع إليه الآن. فجهازك فى حجم الكف بل قد يكون أصغر منه، أما جهاز جدتك القديم فهو كبير الحجم وأشبه بقطعة الأثاث التى كان يستكمل بها تزيين الحجرة بالإضافة إلى وظيفته الأصلية كراديو. ويرجع هذا الاختلاف بين الجهازين، القديم والحديث، إلى التقدم الذى أحرز فى الوسائل المستخدمة لتقوية الصوت فى أجهزة الراديو، وتقوية الصوت والصورة فى أجهزة التليفزيون. فقد كانت التيارات الكهربية الحاملة للصوت والصورة تقوى فيما مضى بالصمامات الإلكترونية أما الآن فقد حل الترانزستور والدوائر المتكاملة محل الصمام الإلكترونى فى كثير من الاستخدامات. والحيز الذى يشغله صمام إلكترونى واحد يمكن أن يتسع لعدة ترانزستورات ودوائر متكاملة يعمل كل منها عمل عدة صمامات.

ونظرًا لأن الصمامات الإلكترونية لاتزال مستخدمة، خاصة فى محطات الإرسال فسوف نصفها فيما يلى بالإضافة إلى وصف الترانزستورات والدوائر المتكاملة.

لكى ندرس طريقة عمل الصمام لابد أن نعرف بعض الحقائق عن الكهربا. إذا كنت قد شاهدت مجرى مائيًا لنهر أو جدول، فإن انسياب الماء فيه يشبه إلى

حد كبير انسياب الكهربا. فتيار الماء يتركب من ملايين الملايين من القطرات المائية الصغيرة، وكذلك التيار الكهربى يتركب من بلايين الجسيمات الكهربية التى تسمى الإلكترونات.

ومرور الإلكترونات فى سلك يكوّن تيارًا كهربيًّا. ولكن هناك ماهو أهم من ذلك فيما يتعلق بالإلكترون؛ إذ يتصرف بطريقة خاصة هى الـسر فى عمل الصمام.

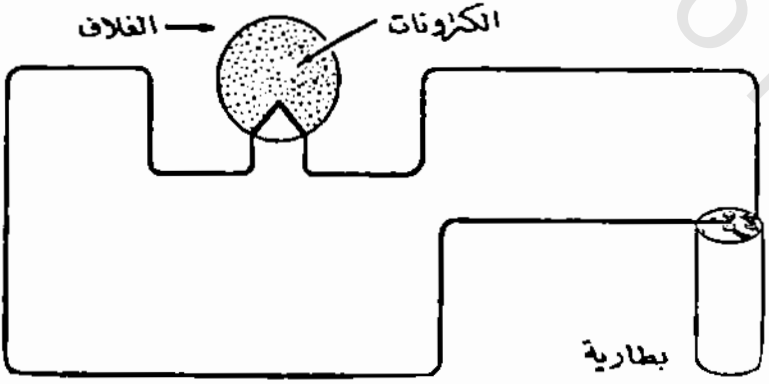
عندما تتجمع الإلكترونات تتدافع بعيدًا عن بعضها البعض. إذ أن شحنتها الكهربية متماثلة، وهى شحنة سالبة، ولذلك فإن الشحنات المتماثلة تتنافر.

وهناك أيضًا نوع آخر من الشحنة الكهربية هى الشحنة الموجبة وتسمى بالبروتون، ويتجاذب الإلكترون والبروتون إذا تقاربا. إذ أن الشحنات المختلفة تتجاذب، وبمعنى آخر يمكن تعجيل فى سير الإلكترونات إذا جذبتها شحنات كهربية موجبة، كما يمكن الحد من سرعتها إذا اعترضتها شحنات سالبة.

ويتلخص عمل الصمام فى توليد تيار من الإلكترونات أولاً، ثم عن طريق التحكم فيها بطرق مختلفة يقوم الصمام بوظائف عدة تبعًا لذلك.

ويصنع الغلاف الخارجى للصمام عادة، إما من الزجاج وإما من المعدن المفرغ من الهواء. ويتخذ هذا الغلاف أشكالاً وأحجامًا مختلفة، فمنها ماهو أصغر من حجم الإصبع الصغيرة، ومنها كذلك ما قد يعجز رجل عن حمله بمفرده.

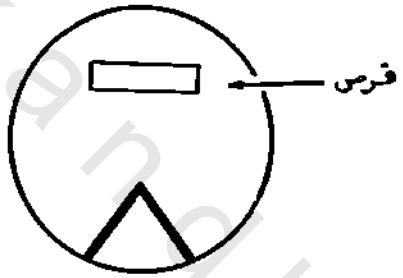
وبداخل كل صمام – صغيرًا كان أو كبيرًا – أنواع مختلفة من الأسلاك والقطع المعدنية الأخرى تتصل بقوائم معدنية تبرز من قاعدة الصمام، ويمكن بوساطتها إرسال التيار داخل الصمام أو خروجه منه.



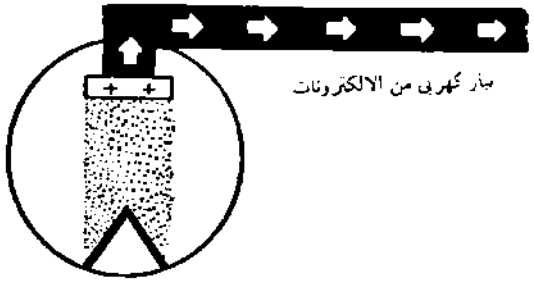
ولندرس الآن ماذا يحدث عند إرسال التيار داخل الصمام.

يسخن أحد الأسلاك داخل الغلاف الزجاجي تدريجيًا حتى يتوهج ويسمى بالفتيل وهو من المعدن. وجميع المعادن تحمل الإلكترونات، إلا أن بعضها مثل التنجستون تقذف بالإلكترونات إذا سخنت. وفى صمام الراديو يسبب رفع درجة حرارة الفتيل خروج الإلكترونات إذا سخنت. وفى صمام الراديو يسبب رفع درجة حرارة الفتيل خروج الإلكترونات فى سحابة كما فى الشكل السابق:

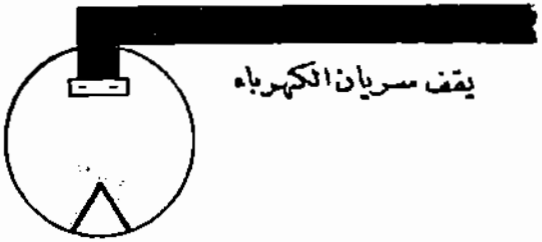
وإذا لم يوجد أىّ مخرج للإلكترونات من الغلاف، فإنها تصبح عديمة الفائدة. أما إذا وضع قرص معدنى داخل الغلاف، فإنه يمكن الاستفادة منها، وبذلك يبدو الصمام كما فى الشكل:



فإذا وضعنا شحنة موجبة (+) من الكهربا على القرص، فإن هذا يعنى أنه سيجذب الإلكترونات لأنها سالبة الشحنة. ولذلك تتدافع الإلكترونات تجاه القرص. وبمعنى آخر نحصل على تيار كهربى من الإلكترونات كما فى الشكل التالى:

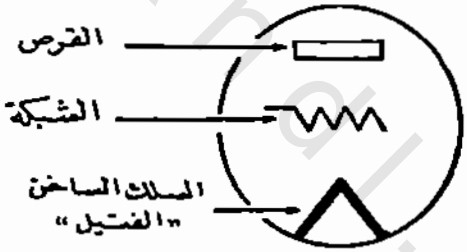


أما إذا وضعنا شحنة سالبة (–) على القرص فإن الإلكترونات لا تتجه إليه بل تبتعد عنه، وبذلك لانحصل على أى تيار كهربى كما فى الشكل التالى:

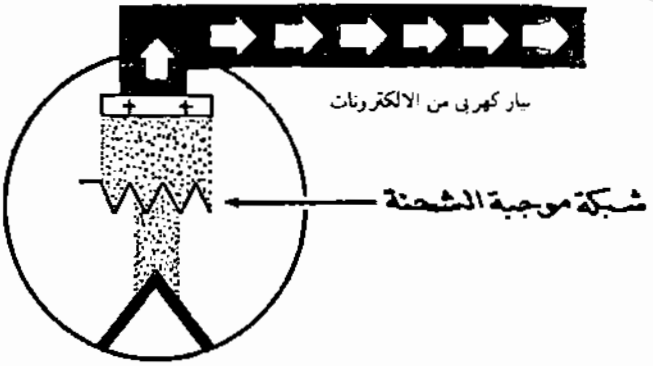


ومن ذلك ترى أن الصمام يسمح بمرور الكهربا فى اتجاه واحد فقط مثل شفرة الحلاقة والدبوس أو قطعة البلّورة. وتستخدم جميع أجهزة التليفزيون والراديو هذه الصمامات، لكى تفصل الأصوات والصور من الموجات الحاملة. وتسمى هذه الصمامات بمقومات التيار.

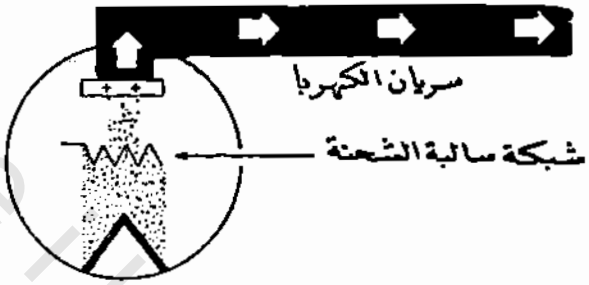
ولنبحث ما يحدث إذا وضعت شبكة من السلك داخل الصمام بين مصدر الإلكترونات والقرص، فيبدو الصمام كما فى الشكل:



فإذا وضعت شحنة كهربية موجبة على الشبكة، فإنها تعمل على جذب الإلكترونات من السلك الساخن والإسراع بها ناحية القرص كما فى الشكل:



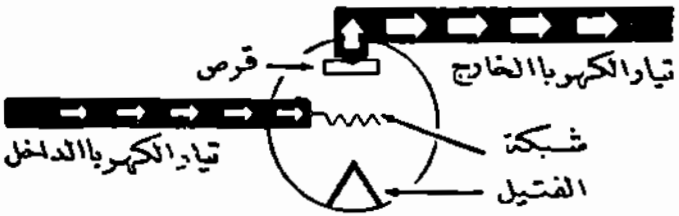
أما إذا كانت الشحنة على الشبكة سالبة، فإنها تعمل على الحد فى مرور الإلكترونات من السلك الساخن، وبذلك يقل مرور الكهربا فى القرص كما فى الشكل:



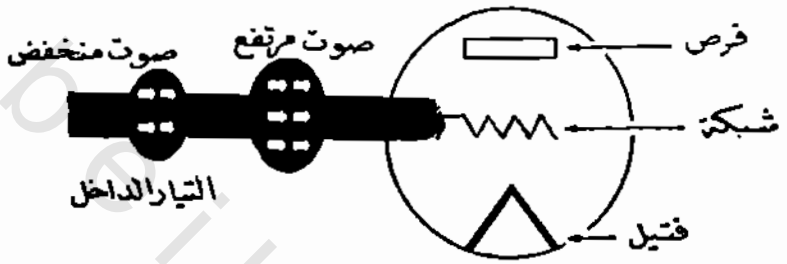
وبما أن الشبكة تستطيع التحكم فى سريان الإلكترونات من القرص، فإنه يمكن استخدام مثل هذا الصمام لزيادة قوة الصوت ويسمى هذا بصمام التضخيم. وإذا علمت أن الصوت فى راديو السماعة كان منخفضاً فقد كان ذلك بسبب أن الموجات القادمة سببت تياراً كهربياً ضعيفاً فى الجهاز يمكن تمثيله كما فى الشكل التالى:

أما على القرص فى صمام التضخيم، فإنه يمكن أستخدام مصدر كهربى قوى لإحداث الشحنة الموجبة كبطارية مثلاً ويمكن تمثيل سريان الكهربا كما فى الشكل:

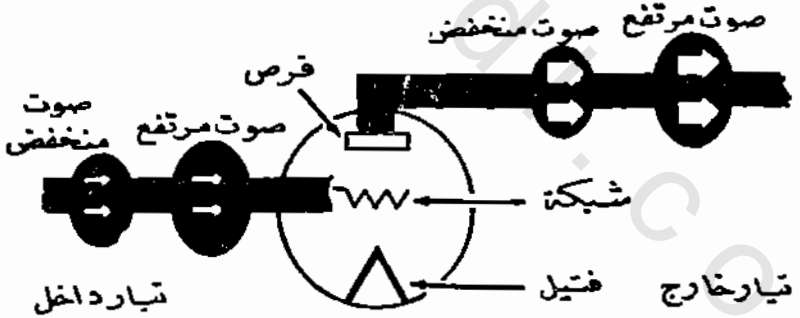
وعند توصيل الكهربا فى صمام التضخيم يعمل كالآتى:



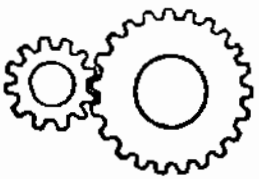
فإذا أردنا أن نضخم - أى نقوى - الأصوات المختلفة الداخلة إلى الميكروفون، فإن هذا يعنى أن الأصوات المرتفعة ستحدث دفعة كهربية قوية، والأصوات المنخفضة تحدث دفعة ضعيفة تدخل إلى الشبكة كما فى الشكل:



ويسبب كل تغير فى الكهربا تغيرًا فى حجم الشحنة على الشبكة، فينتج عن الشحنة الكبيرة تيار قوى، وعن الشحنة الصغيرة تيار أقل. ولما كان التيار على القرص أقوى بكثير من التيار الواصل إلى الشبكة، فإن تأثير الأصوات المنخفضة والمرتفعة يسبب تيارًا خارجًا من القرص كما فى الشكل:



وتلاحظ أن صمام التضخيم يعمل كمجموعة تروس كهربية. يستقبل الأصوات على صورة ترس صغير ويصدرها من القرص على صورة ترس كبير كما فى الشكل:



فإذا أردنا أن نضخم أى نقوى الأصوات أكثر وأكثر، فما علينا إلا أن نمررها فى عدة صمامات تضخيم. وهى تستخدم فى محطات الإرسال لتضخيم البرامج قبل إرسالها، ثم تستخدم فى أجهزة الاستقبال لتضخيم البرامج مرة ثانية. ومن ذلك يمكن معرفة السر فى وجود عدد متفاوت من الصمامات فى أجهزة الاستقبال. فإذا كنت تريد الاستماع إلى برامج الراديو من محطة قريبة، فقد يكفى جهاز ذو أربعة أو خمسة صمامات. أما إذا كنت تريد استقبال البرامج من محطات فى جميع أنحاء العالم، فقد تحتاج إلى جهاز ذى خمسة عشر صمامًا.

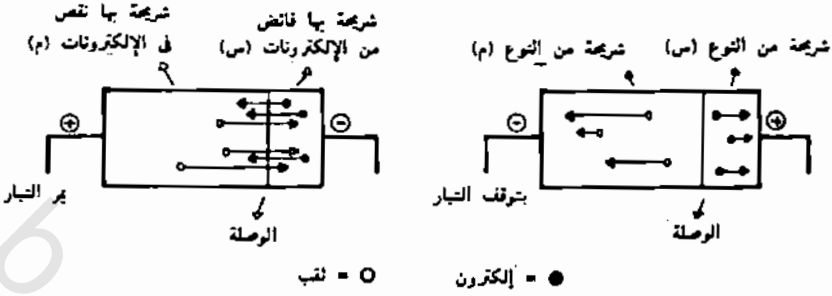
ولما كان جهاز التلفزيون لابد أن يستقبل الصورة والصوت، فإنه يحوى عددًا من الصمامات أكثر مما يحويه جهاز الراديو؛ إذ يبلغ عددها فى بعض الأجهزة ثلاثين صمامًا.

وهناك فائدة هامة أخرى لصمامات التضخيم وهى أنها تكوّن الموجات الحاملة التى تنقل البرامج فى الجو. فإذا أرسلنا الكهربا جيئة وذهابًا فى الملف والمكثف، فلابد أن يكون لدينا ما يضمن توافر الكمية الكافية من الكهربا، وهذه هى وظيفة أنابيب التقوية، ويتم ذلك عن طريق أخذ تيار قوى من القرص فى الصمام يصل مرة ثانية إلى الملف والمكثف، مما يؤدى إلى تقوية الكهربا المارة فى الشبكة. وهذا يعنى أيضًا تيارًا قويًا يصل إلى القرص. وتتكرر هذه العملية فلا تؤدى إلى ضمان مرور التيار فى الملف والمكثف فحسب، بل تعمل على تقويته أيضًا بحيث يمكن إرساله من برج الإذاعة فتنتج عنه الموجات الحاملة.

والآن لننتقل إلى الترانزستورات، ويتوقف عمل الترانزستور على سلوك الإلكترونات أيضًا كما هى الحال فى الصمامات الإلكترونية. ولكن الإلكترونات فى الصمام الإلكترونى تنتقل من الفتيل إلى القرص فى الفراغ، أما فى الترانزستور فإنها تتحرك داخل نوع من المواد يسمى «أشباه الموصلات». وشبه الموصل مادة وسط بين الموصل الجيد والعازل للكهربا. فنحن نعلم أن هناك مواد كالنحاس والألومنيوم، والمعادن عمومًا، جيدة التوصيل للكهربا ولذا تصنع منها الأسلاك الكهربائية، كما توجد مواد رديئة التوصيل أى عازلة، كالزجاج والبلاستيك والكهرمان وغيرها. وشبه الموصل لا تصل جودة توصيله إلى جودة توصيل الموصلات، كما لا يصل فى رداءة التوصيل إلى العوازل، فهو وسط بينها. وأهم المواد المستخدمة فى هذا الغرض الجرمانيوم والسليكون، وهما من العناصر الكيميائية.

ويتكون مقوم التيار الجرمانيومى من شريحة رقيقة صغيرة من الجرمانيوم النقى تحقن فيها كمية ضئيلة جدًا من الانتيمون أو الخارصين، فتصبح غير نقية، أى بها شوائب، ولكن هذه الشوائب معلومة ومضافة قصدا. وينتج عن اضافتها زيادة عدد الإلكترونات فى الشريحة أكثر مما يلزم بها. وتلصق هذه الشريحة بشريحة أخرى مماثلة من الجرمانيوم النقى ولكنها محتوية على نوع آخر من الشوائب كالجاليوم أو الإنديوم، وهما عنصران كيميائيان أيضًا، وتعمل إضافة هذا النوع من الشوائب على نقص عدد الإلكترونات فى الشريحة عما يلزم لها. فالشريحة الأولى بها فائض من الإلكترونات (النوع س)، والثانية بها نقص من الإلكترونات (النوع م)، يُعبَّر عنه بالثقوب، أى أن كل إلكترون ناقص يسمى «ثقبا». فإذا شحن وجه الشريحة ذات الثقوب بشحنة كهربائية موجبة جذبت الإلكترونات من الشريحة الأخرى واتجهت الثقوب فى الاتجاه المضاد، وهكذا يسرى تيار الإلكترونات داخل الشريحتين نحو الشحنة الموجبة.

وإذا حدث العكس وشحنت الشريحة ذات الإلكترونات الزائدة بشحنة كهربائية موجبة، فإن الإلكترونات والثقوب تظل كما هى ولا يسرى تيار، وهكذا فإن هاتين الشريحتين المتصلتين كلا منهما بالأخرى تسمحان بمرور التيار فى اتجاه واحد فقط، مثل الصمام الإلكترونى أى أنها تقوم التيار.



ولعلنا نذكر أن الصمام الإلكترونى المستخدم فى التضخيم به شبكة بين الفتيل والقرص تنظم مرور الإلكترونات، وكذلك الحال فى الترانزستور، فيتكون الترانزستور من ثلاث شرائح، اثنتان منهما متشابهتان من النوع س أو م، وتحصران بينهما شريحة ثالثة من النوع الآخر، وتعمل هذه التركيبة على تنظيم مرور الإلكترونات فى مرورها من شريحة إلى أخرى، وهكذا يقوى التيار كما هى الحال فى الصمام الإلكترونى.

ولقد تقدمت تكنولوجيا أشباه الموصلات حتى أنه أمكن تصغير هذه الشرائح، إلى حد أنه أمكن جمع عدد من الترانزستورات والصمامات الثنائية (المقومة للتيار) والمكونات الأخرى للدائرة الكهربائية فى حيز صغير جدًّا تبلغ أبعاده بضعة مليمترات، وهذا ما يسمى بالدوائر المتكاملة التى أصبحت تستخدم فى الراديو والتليفزيون، فعملت على تصغير أحجام هذه الأجهزة، كما أنها تستخدم فى الساعات الإلكترونية الصغيرة والحاسبات الإلكترونية.

الصوت المجسَّم:

من نعم الله علينا أن جعل لنا أذنين لنسمع بهما بدلا من أذن واحدة. فالأذن الواحدة تسمع، ولكن الأذنين معًا تحددان اتجاه مصدر الصوت أيضًا. فنظرًا لأن الأذنين واقعتان على جانبى الرأس، فإن الصوت يصل إلى إحداهما قبل وصوله إلى الأخرى بفترة وجيزة، ويترجم المخ، بخبرته السابقة، هذا الفرق فى الزمن إلى اتجاه. والاستماع إلى الموسيقى فى الإذاعة العادية لا يعطى المتعة التى يحصل عليها المستمع فى المسرح حيث تأتيه أصوات الآلات الموسيقية من مواقع مختلفة، أما فى

الإذاعة العادية فتأتيه الأصوات جميعها من سماعة الراديو فكأنه يسمع بأذن واحدة فقط.

ولقد أمكن منذ ما يقرب من ثلاثين عامًا إحداث إحساس السمع بالأذنين فى الراديو وأجهزة التسجيل، وهذا ما نسميه «بالصوت المجسم». وفى هذه الحالة يستخدم ميكروفونان لتحويل الصوت إلى دفعات أوتغيرات كهربية، بدلا من ميكروفون واحد، فى مكانين مختلفين من استديو الإذاعة. وتعالج هذه التغيرات الكهربية الآتية من كل ميكروفون على حدة، وترسل كل منها على موجة حاملة بتشكيل السعة، ليستقبلها جهاز الاستقبال. فيعمل جهاز الاستقبال على تقويم كل من الموجتين وتضخيمها، ثم ترسل كل منها إلى سماعة مستقلة. فيتولد الإحساس لدى السامع بأنه موجود فى مسرح الأحداث، ويستطيع أن يتخيل المواقع المختلفة لمجموعات آلات العزف المختلفة.

هذا، ويمكن تسجيل الصوت المجسم على أشرطة تسجيل خاصة، والاستماع إليه باستخدام أجهزة تسجيل خاصة ذات سماعتين.

١١ - صمامات التليڤزيون

لابد من استخدام صمامات ضخمة فى أجهزة التليفزيون. وتستطيع أن تتصور حجمها إذا علمت أن الشاشة فى جهاز التليفزيون ما هى إلا أحد هذه الصمامات. ولم يكن يتعدى قطر شاشة التليڤزيون فى أول اختراعه ١٨ سنتيمترًا، ولكنه الآن قد يصل إلى ٨٠ سنتيمترًا.

ولإرسال برامج التليفزيون واستقبالها لابد من استخدام نوعين من الصمامات. يسمى أحدهما صمام الكاميرا والآخر صمام الصورة، وهو الذى تشاهده فى جهاز التليڤزيون.

ولعلك تذكر أننا فيما سبق قلنا إن برامج التليڤزيون تعتمد على تحويل جميع النقط السوداء والبيضاء فى الصورة إلى تغيرات كهربية صغيرة أو كبيرة. وبما أننا نعرف بعض الحقائق عن الإلكترون، فيمكننا الآن معرفة كيفية تحقيق ذلك.

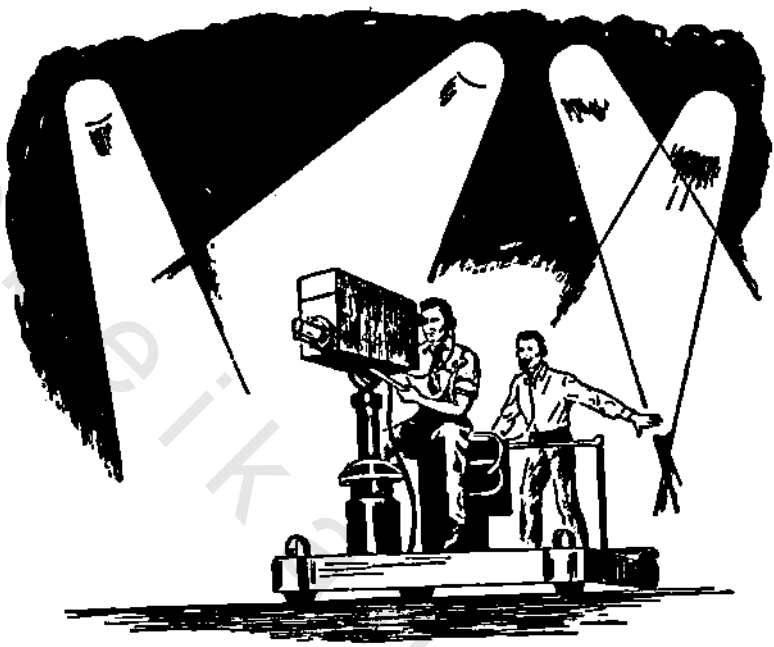
يوجد فى وجه صمام الكاميرا قرص عليه آلاف النقط الفضية المغطاة بمركب معدنى هو أكسيد السيزيوم. وهو الذى يساعد الكاميرا على القيام بوظيفتها. فإذا ما تعرض هذا المعدن للضوء انبعثت منه الكترونات، أى أنه يفقد الكترونات، ويتوقف عدد الألكترونات التى يفقدها على كمية الضوء الساقطة عليه، أى على استضاءته.

ويقوم هذا القرص مقام الفلم (اللوح الفوتوغرافى) فى الكاميرا، وعليه تتكون الصورة المراد إرسالها. وحيث أن الصورة تختلف فى استضاءتها من نقطة إلى

أخرى، فإن نقاط أكسيد السيزيوم تتلقى كميات مختلفة من الضوء حسب نقطة الصورة الواقعة عليها. وعلى ذلك تفقد كل نقطة من نقاط أكسيد السيزيوم كمية مختلفة من الإلكترونات.

وتحتوى كاميرا التليفزيون بالإضافة إلى ذلك على «مدفع الكترونات» يطلق سيلاً من الإلكترونات فى حزمة دقيقة. وتتحرك هذه الحزمة عبر الصورة من اليسار إلى اليمين فى خط مستقيم بدأ من الجانب العلوى للصورة، فإذا ما وصلت إلى الحرف الأيمن للصورة عادت سريعًا جدًّا إلى اليسار وبدأت خطًّا آخرا أسفل الخط الأول بقليل وتتكرر هذه العملية حتى تصل إلى النهاية السفلية للصورة ومثل الحزمة فى ذلك مثلك حين تقرأ صفحة كتاب باللغة الإنجليزية. وهكذا تنقسم الصورة إلى شرائط صغيرة كما فى الشكل:

وما يحدث فى أثناء حركة الحزمة الإلكترونية على هذا النحو أنه كلما وقعت على نقطة من نقاط أكسيد السيزيوم أكسبتها عددًا من الإلكترونات مساويًا العدد الذى فقدته بسقوط الصورة عليها. وهكذا تتغير الشحنة الكهربية من نقطة إلى أخرى على القرص فى تعاقب سريع. ويمكنك أن تدرك مقدار هذه السرعة إذا علمت أن عدد الشرائط فى الصورة ٦٢٥ شريطًا، وتتكرر حركة



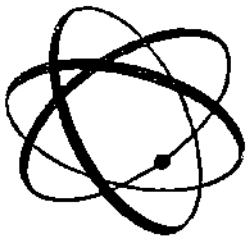
الحزمة الإلكترونية على كل شريط ٥٠ مرة فى الثانية. وتمر هذه التغيرات الكهربية فى عدد من الصمامات الإلكترونية حيث تضخم وتشكل بها الموجة الحاملة ثم ترسل إلى برج الإرسال لتتلقاها هوائيات أجهزة الاستقبال.

وفى جهاز الاستقبال يتم تقويم الموجات القادمة وتضخيم التغيرات الكهربية التى تحملها، ثم تذهب بعد ذلك إلى صمام الصورة، وهو ما يعرف باسم «أنبوبة الأشعة الكاثودية». وقاعدة هذه الأنبوبة هى الشاشة التى نرى عليها الصورة، أما طرفها الآخر فيه مدفع إلكترونى مماثل للمدفع الذى يعمل فى الكاميرا. والسطح الداخلى للشاشة مغطى بطبقة تحتوى على آلاف الحبيبات الدقيقة المتناثرة من مادة فلوريسية. ومن خصائص هذه الحبيبات الفلوريسية أنها تنعث بضوء عندما تصطدم بها الإلكترونات التى يقذف بها المدفع الإلكترونى. وتتوقف شدة الضوء المنبعث من كل حبيبة على عدد الإلكترونات الساقطة عليها. وعندما تصل التغيرات الكهربية المضخمة التى تحمل سمات الصورة التى تكونت على قرص الكاميرا فى محطة الإرسال، تعمل هذه التغيرات على زيادة أو خفض عدد الإلكترونات التى يقذف بها المدفع الإلكترونى، وهذه التغيرات متوافقة مع

التغيرات من قرص الكاميرا المغطى بأكسيد السيزيوم.

كما أن الحزمة الإلكترونية نفسها تتحرك بالكيفية نفسها تمامًا التى تتحرك بها الحزمة الإلكترونية فى الكاميرا، وهكذا نحصل على تغيرات ضوئية على الشاشة مماثلة تمامًا للتغيرات الضوئية الحادثة على قرص الكاميرا أى نحصل على صورة مماثلة للصورة المكونة فى الكاميرا.

obeikandl.com



١٢ - التليڤزيون الملون:

إذا اعتبر نقل الصور فى الهواء عملاً مدهشًا، فإن نقل هذه الصور بألوانها يعتبر من الروائع العلمية، فالتليڤزيون الملون ينقل الصور ويحتفظ بتفاصيلها الدقيقة أكثر من التليڤزيون غير الملون، ويظهر ذلك واضحًا فى مباريات الكرة، إذ يسهل التليڤزيون الملون تمييز اللاعبين بعضهم عن بعض.

وتوجد فى التليڤزيون ثلاثة ألوان رئيسية هى: الأحمر، والأزرق، والأخضر، وهى الألوان الأولية التى تستخدم فى تكوين غيرها من الألوان. ويختلف تكوين الألوان المختلفة فى التليڤزيون عن تلك الألوان التى تستخدم فى الطلاء. ففى الطلاء يمكن خلط الأزرق بالأصفر لتكوين اللون الأخضر، أما فى التليڤزيون فإن الأحمر يستخدم مع الأخضر لتكوين اللون الأصفر. وإذا خلطت الألوان: الأزرق والأحمر والأخضر بكميات متساوية تكوّن اللون الأبيض فى التليڤزيون.

ولا ترسل الألوان نفسها فى الجو، ولكنها فى محطة الإرسال تحول إلى ثلاثة أنواع مختلفة من التيار الكهربى، لكل لون تيار معين. وتستخدم هذه التيارات كل بتغيراته الناتجة عن النقط المظلمة والمضيئة فى الصورة فى تشكيل الموجات التى ترسل من محطة الإرسال كما فى التليڤزيون الأبيض والأسود.

وتفصل هذه الألوان بعضها عن بعض فى محطة الإرسال بواسطة مرايا خاصة فيمر الضوء القادم من المنظر المراد تصويره خلال عدسة تجمعه ثم يسقط على مجموعة من المرايا الخاصة تعكس كل مرآه منها لونًا معينًا وتنفذ بقية الضوء، وبهذا ينقسم الضوء القادم من المنظر إلى مكوناته اللونية الأحمر والأزرق والأخضر،

ويدخل كل لون من هذه الألوان فى كاميرا مستقلة كالسابق شرحها، وتحدث كل كاميرا من هذه الكاميرات الثلاث التغيرات الكهربية الخاصة بكل لون من الألوان الثلاثة. وتعالج هذه التغيرات وتضخم وترسل على شكل تغيرات تحدد سطوع اللّون والإحساس اللّونى ودرجة تركيز اللّون، وتجمع الكاميرات الثلاث عادة فى وحدة واحدة، تسمى «كاميرا التصوير بالألوان».

وعندما تلتقط هذه التغيرات فى جهاز الاستقبال، تعالج وتضخم، لتعطى ثلاثة أنواع من التغيرات الكهربية أحدها للّون الأحمر والثانى للّون الأزرق والثالث للأخضر، ويسلط كل نوع منها على مدفع إلكترونى فى صمام الصورة المحتوى على ثلاثة مدافع إلكترونية. والشاشة هنا مغطاة من الداخل بآلاف الدقائق الفسفورية ثلثها حساس للّون الأحمر وثلثها الثانى حساس للّون الأخضر والثلث الثالث حساس للّون الأزرق. وهذه الدقائق مرتبة فى مجموعات ثلاثية، تحتوى كل منها على دقيقة من كل نوع واقعة على رأس المثلث، وأمام الشاشة يوجد حاجز معدنى مثقب ثقوبًا صغيرة، بحيث يقابل كل ثقب مركز مثلث الدقائق. ومر الحزم الإلكترونية خلال هذه الثقوب ويعرف كل لون منها طريقة إلى الدقيقة الفسفورية الخاصة به، وهكذا تتكون ثلاث صور بنسب لونية معينة تعطى فى العين إحساسًا بالألوان الأصلية للمنظر الذى التقطت صورته فى الأستديو.

١٣ - أهمية شبكة محطات الإرسال للتليڤزيون

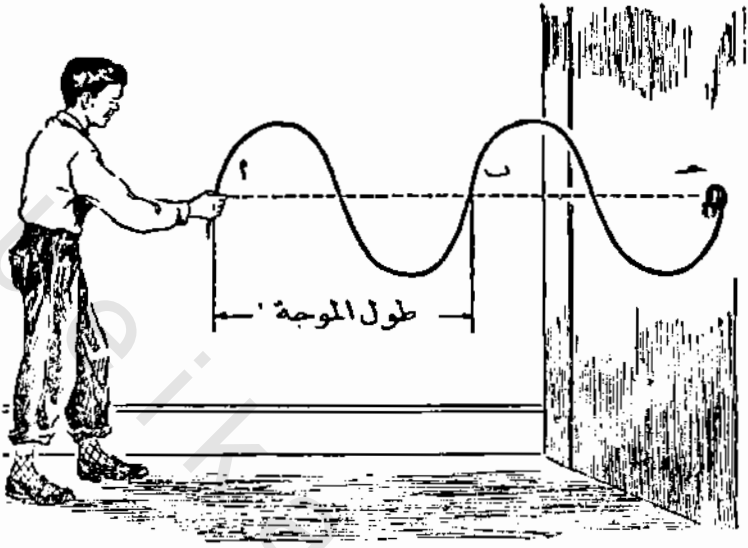
إذا تعذر إرسال برامج التليفزيون لمسافات بعيدة، فإن ذلك يحد من الاستفادة منها. فإذا كانت هناك مباراة للكرة فى مكان يبعد آلاف الكيلومترات عن جهاز الاستقبال، فإنه يستحسن توصيل هذه البرامج إلى الراغبين فى مشاهدتها والتغلب على عامل المسافة.

وقد يبدو أنه إذا أمكن تشييد محطة ضخمة لإرسال التليڤزيون، فإنه يمكنها أن ترسل البرامج إلى مسافات بعيدة. ولكن موجات التليڤزيون لا تسافر لمسافات بعيدة لأنها تتلاشى بعد مسافات محدودة.

ولكى نفهم مقدار المسافة التى يمكن لموجات التليڤزيون أن تقطعها، لابد أن ندرس بعض خصائصها وهى طول الموجات. وبالرجوع إلى تجربة الحبل السابق الإشارة إليها يمكن توضيح طول الموجة. فإذا هززت الحبل كما فى الشكل (١).

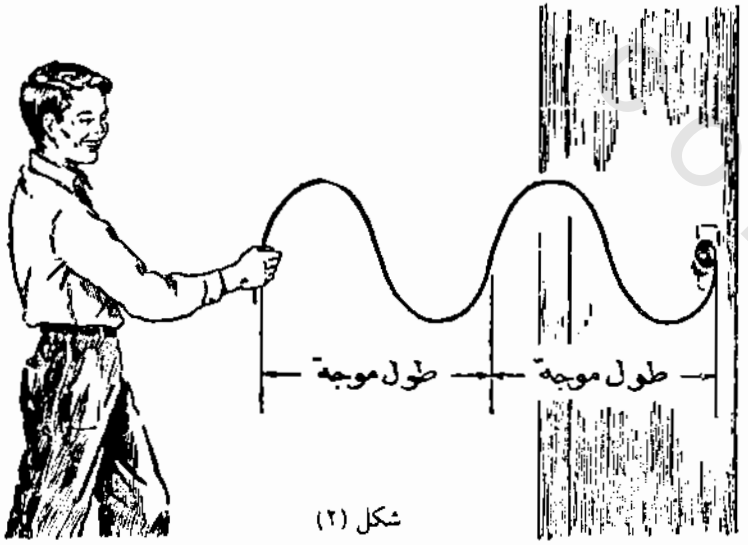
تلاحظ أن طول الموجة هو المسافة بين (أ)، (ب) أو بين (ب)، (حـ) ويتوقف طول الموجة على معدل إرسالها. فإذا تصورت أننا صنعنا موجتين بالحبل كما فى الشكل رقم (١). ثم صنعنا أربع موجات كما فى الشكل (٢).

ففى حالة وجود موجتين فقط يكون طول الموجة ضعف طولها عند تكوين ٤ موجات، وبمعنى آخر فإن تردد الموجة هو الذى يحدد طولها، فإذا كانت الموجات

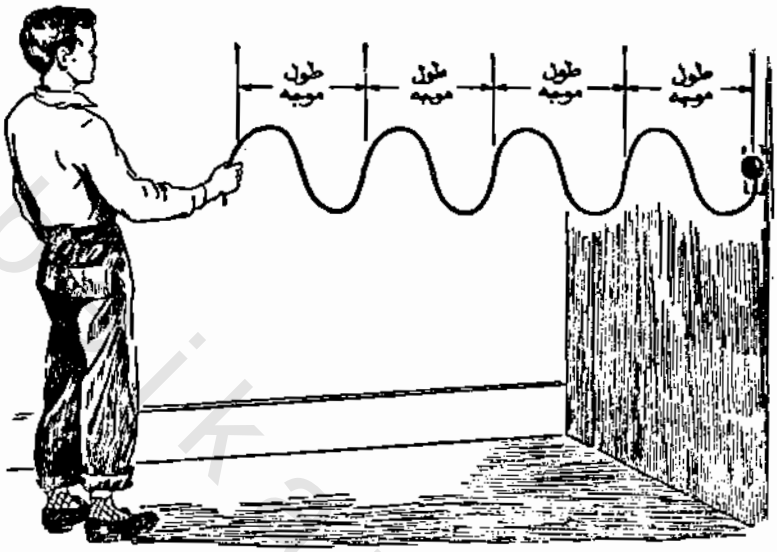


شكل (١)

عالية التردد تكون موجات قصيرة، وإذا كانت منخفضة التردد تكون موجات طويلة ولذلك فإن تردد الموجة وطولها يعنى تقريبًا الشيء نفسه. إذ أن التردد طريقة للتمييز بين موجة وأخرى، ويحدد طول الموجة المسافة التى تقطعها، فبعضها



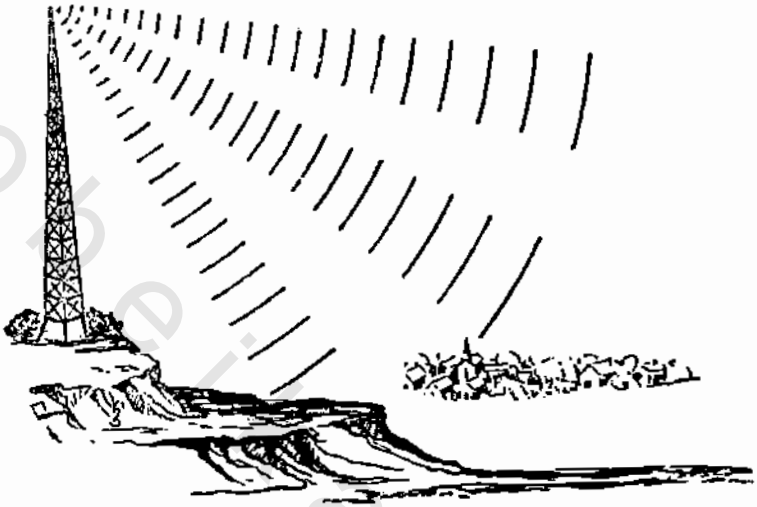
شكل (٢)



يقطع مسافات طويلة على حين لا تتعدى المسافة التى تقطعها بعض الموجات كيلو مترات محدودة.

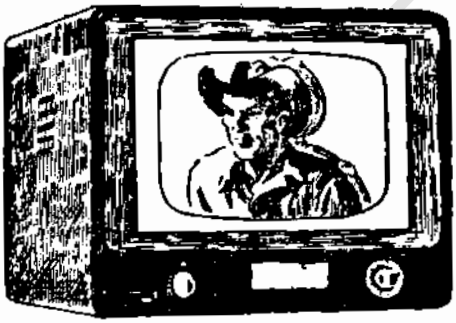
وموجات التليفزيون من الموجات القصيرة جدًّا لأن ترددها مرتفع، فإذا أرسلت ملايين الملايين من الموجات فى كل ثانية فإنه يمكن تقدير طول الموجة بالأمتار أو السنتيمترات. وإذا كان طول الموجة قصيرًا جدًّا فإنها لا تنتقل إلا إلى مسافة فى نطاق البصر. وتعلم أنه إذا تسلقت جبلًا تستطيع أن ترى إلى مسافة أبعد مما إذا كنت على سطح الأرض، ولهذا توضع أبراج الإرسال للتليفزيون على قمم الجبال أو المبانى المرتفعة، وكلما كان هذا البرج مرتفعًا قطعت الأمواج الحاملة مسافات أطول، ولكن موجات التليفزيون لا تستطيع أن تتعدى الأفق، وهذا طبعًا يتوقف على ارتفاع برج الإرسال، فلا تستطيع الموجات أن تقطع ما يزيد على ١٦٠ كيلومترًا ثم تتلاشى بعد ذلك.

وكما أن العين تستطيع الرؤية إذا لم يعترضها أى حائل يعوقها، فكذلك موجات التليفزيون تصل إلى أجهزة الإرسال قوية إذا لم يعترضها أى حائل فى الطريق. ولذلك فإنه إذا اعترض طريقها بعض الحواجز، فإنها تصل إلى أجهزة الاستقبال ضعيفة ولا تكون الصورة فى أحسن حالات وضوحها.



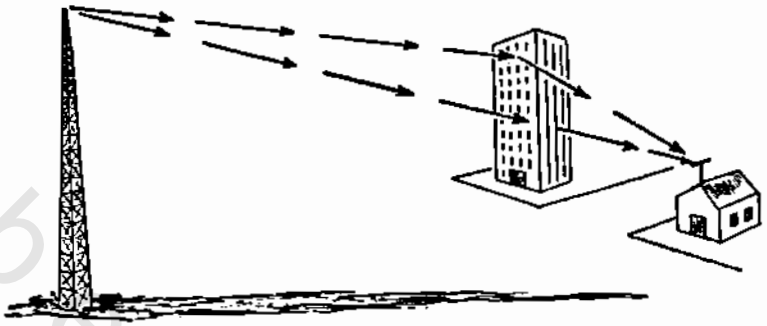
ويعمل أصحاب أجهزة التليفزيون على وضع الهوائيات فى أماكن مرتفعة لكى تستقبل البرامج قوية. أما إذا كانت محطة الإرسال قريبة من مكان الجهاز فقد يكفى وجود هوائى داخلى فقط.

وفى بعض الحالات قد ترى الصورة مزدوجة على شاشة التليفزيون هكذا:



فيبدو لك أنك لا ترى الشخص وحده بل ترى شبحه أيضًا. والسبب فى ذلك أن الموجات الحاملة تصل إلى الجهاز من اتجاهين مختلفين كما فى الشكل.

فبينما تكون إحدى هذه الموجات قد وصلت إلى الجهاز مباشرة حاملة الصورة الواضحة التى تراها. نجد أن الموجة الثانية قد اصطدمت ببناء مرتفع ثم تخطته ووصلت إلى جهاز الاستقبال وكونت الشبح، وذلك لأن الموجتين لم تصلا إلى

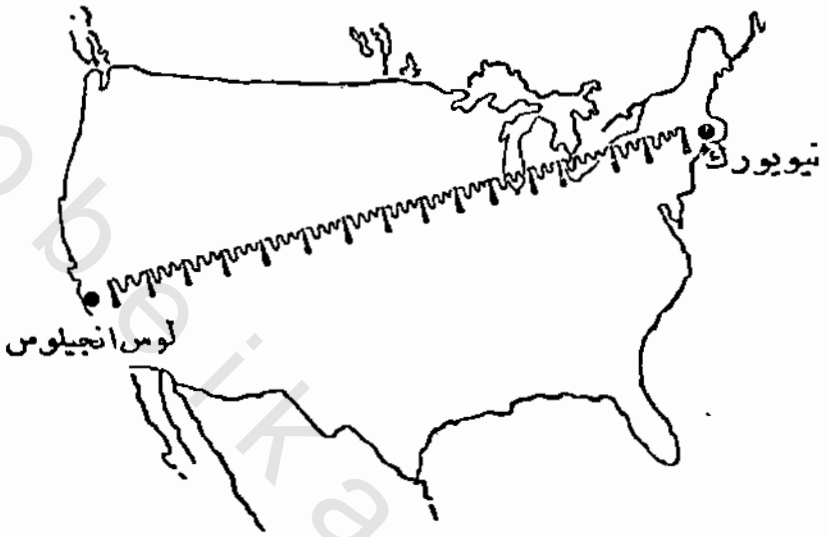


الجهاز فى الوقت نفسه؛ إذ تصل الموجة القوية للجهاز أولا، لأنها تقطع الطريق المختصر، على حين تتخلف الأخرى عنها للكسر من الثانية، ولذلك ترى صورة الرجل أولا، ثم الصورة الأخرى بعد ذلك بلحظة وجيزة.

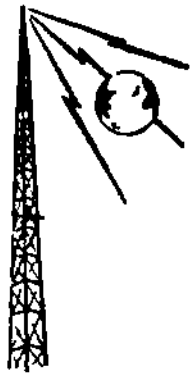
ولما كانت محطات الإرسال لا تستطيع إرسال برامجها إلى مسافات تزيد على ١٦٠ كيلومترًا لذلك كان لابد من وسيلة لتيسير نقل البرامج إلى مسافات بعيدة، ويتحقق ذلك بتوصيل أكثر من محطة بحيث ترسل كل محطة البرامج نفسها فى الوقت نفسه. وتتعدد المحطات حتى نحصل على شبكة منها تيسر نقل البرامج للمسافات البعيدة المطلوبة (ففى الولايات المتحدة الأمريكية يمكن الآن نقل البرنامج من مدينة نيويورك إلى ولاية كاليفورنيا عن طريق سلسلة من المحطات).

ولا تكون شبكة المحطات على الصورة التى قد نتصورها وهى أن كل محطة تذيع البرنامج للمحطة الأخرى وهكذا. ولكن هناك طريقتين لتوصيل محطات التليفزيون بعضها ببعض: أولاهما عن طريق استخدام سلك ضخم يصل المحطات بعضها ببعض، ويمكن استخدامه فى الفترات التى لا يكون فيها إرسال، فى نقل مئات المكالمات التليفونية، والطريقة الثانية هى ما تسمى بمحطات التجديد وهى سلسلة من أجهزة المستقبل والمرسل. وترسل البرامج فى أول هذه السلسلة كأىّ محطة تليفزيونية عادية، ويستقبل البرنامج على بعد ٤٥ كيلو مترًا ثم يقوى بصمامات (التضخيم) ويرسل إلى المحطة التالية، وتتكرر هذه العملية حتى يصل البرنامج إلى المكان البعيد. ويوجد عبر الولايات المتحدة الأمريكية بضعة مئات من هذه المحطات منتشرة كما فى الشكل السابق.

ولكى يتأكد المهندسون من وصول البرامج قوية إلى جميع أجزاء الشبكة فإنهم



يقومون بوضع وحداتها على المبانى المرتفعة، وبعضها الآخر فى الصحراء وعلى قمم الجبال. ويمكن فى أى جزء من أجزاء هذه الشبكة توصيل محطة إرسال. وتتعدد شبكات التليفزيون لكى توفر التنوع فى البرامج لتناسب الرغبات المختلفة. ويمكن توجيه البرامج إلى مناطق معينة أو جعلها مذاعة على جميع المحطات فى المناسبات الخاصة مثل إذاعة خطاب لرئيس الجمهورية.



١٤ - لماذا تصل موجات الراديو إلى جميع أنحاء العالم؟

عند إرسال برامج الراديو يكون لدينا عدد كبير من الموجات بعضها طويل والآخر قصير. كما أن بعضها يكون قصيرًا جدًّا مثل موجات التليفزيون. وبسبب تعدد هذه الموجات تتعدد المسافات التى تقطعها كل منها، فبعضها لا يقطع إلا مسافات قصيرة على حين يقطع البعض الآخر آلاف الآلاف من الكيلومترات قد تصل إلى نصف المسافة حول الأرض.

وقد تتصرف موجات الراديو بطريقة غريبة لا يمكن التنبؤ بنتائجها مقدمًا، فبينما تقطع موجة فى وقت ما ١٦٠ كيلومترًا فقط، نجد أن الموجة نفسها بعد بضع ساعات تستطيع أن تقطع آلاف الكيلومترات. وبعض الموجات تقطع فى أثناء النهار مسافات أطول مما تقطعه فى أثناء الليل وبعضها الآخر يقطع فى أثناء الليل مسافات أبعد مما يقطع فى أثناء النهار.

وتفسير كل ذلك يوجد فى سرٍّ من أهم أسرار العلوم وهو الشمس، إذ هى التى تقرر مصير موجات الراديو.

فالشمس هى أقوى محطة إذاعة ترسل طاقتها إلى الأرض.

وعلى ارتفاع ٩٦ إلى ٣٢٠ كيلومترًا عن سطح الأرض توجد عدة طبقات من الهواء تختلف فى كثافتها وتسمى بطبقة (الأيونوسفير). وعندما تصل الطاقة من

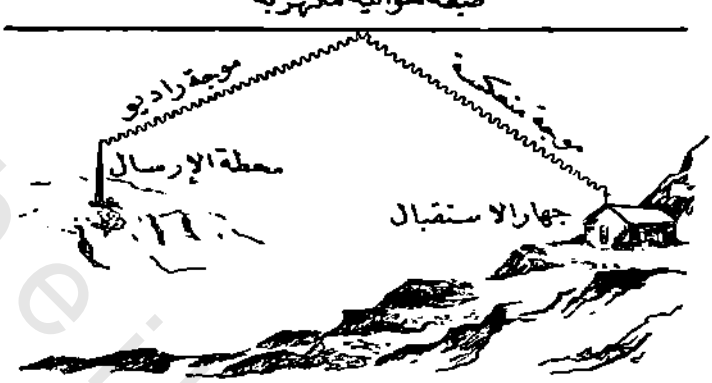
الشمس إلى هذه الطبقات تكسوها طاقة كهربية. لذلك فإنه فى أثناء النهار تكون الشمس قوية فتكهرب عدة طبقات فى اتجاه الأرض. أما فى أثناء الليل عندما تغيب الشمس فإن عدد هذه الطبقات المكهربة يصبح أقل.

وبتغير موضع الشمس من الأرض يوميًا، وباختلاف طول الليل والنهار فى الشتاء والصيف، تتغير هذه الطبقات المكهربة، فتكون أحيانًا مرتفعة وأحيانًا أخرى منخفضة.

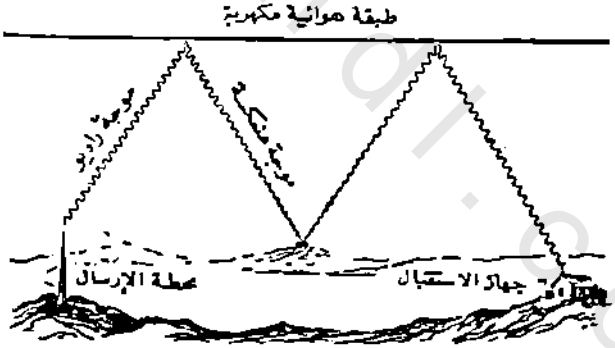
وتقوم هذه الطبقات بما يشبه المرآة الكهربية الضخمة فتعكس موجات الراديو تجاه الأرض، كما تعكس المرآة أشعة الضوء.

وفى الحقيقة ترتد موجات الراديو عند هذه المرآة، كما ترتد الكرة عندما تقذفها إلى سقف الحجرة. فإذا قذفت بالكرة فى اتجاه عمودى على السطح ارتدت إليك فى المسار نفسه مرة ثانية. أما إذا قذفتها بزاوية، فإنها تصل إلى السقف وتتجه ثانية إلى الأرض فى اتجاه آخر كما فى الشكل.

وتحدث الظاهرة نفسها فى موجات الراديو، إذ تتجه ناحية السماء فى زاوية معينة ثم تصطدم بهذه المرايا الكهربية وتنعكس بزاوية كما فى الشكل.

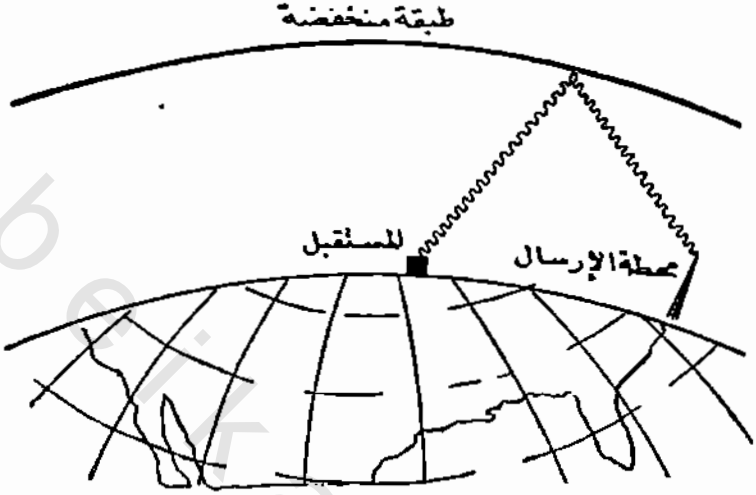


ولا يقف مسار موجات الراديو بعد ارتدادها إلى الأرض، إذ ينعكس عدد كبير منها مرة ثانية ناحية السماء، وينعكس مرة أخرى بعد اصطدامه بالطبقات المكهربة من الهواء كما فى الشكل:

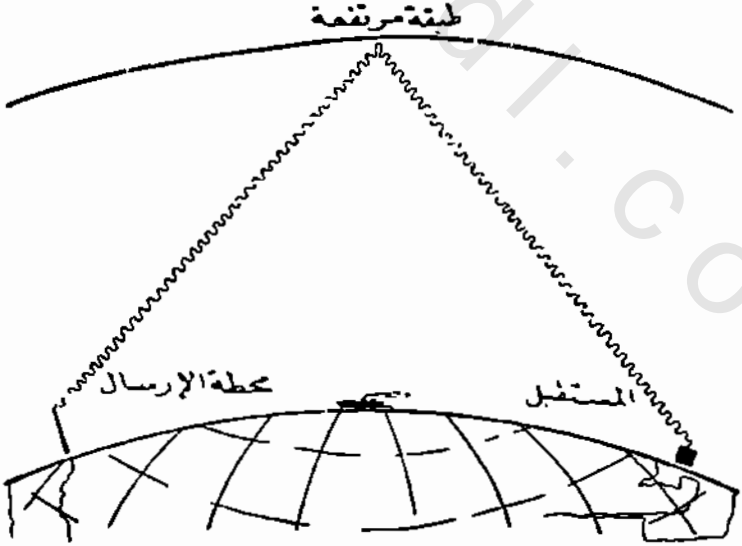


وتستمر موجة الراديو فى الانعكاس والارتداد عبر المحيطات والبلاد حتى تخبو طاقتها. ويتوقف طول المسافة التى تقطعها على قوة هذه الموجات وعلى ارتفاع الطبقات العاكسة.

ومما سبق تتبين لك أهمية الموجات العاكسة، إذ أنها تحدد المسافة التى تقطعها الموجة فى كل مرة تنعكس فيها. فإذا كانت هذه الموجات قريبة من الأرض كما هى الحال فى أثناء النهار، تكون المسافة التى تقطعها الموجة فى كل انعكاسة من انعكاساتها كما فى الشكل التالى:



أما إذا كانت الطبقة العاكسة مرتفعة كما هى الحال فى أثناء الليل، فإن الموجة تقطع مسافة أطول فى كل انعكاسة من انعكاساتها كما فى الشكل الآتى:



وقد اكتشف العلماء أيضًا خاصية هامة لهذه الطبقات العاكسة.
فقد وجدوا أن موجات الراديو المختلفة لا تنعكس من طبقة عاكسة واحدة،

فبعضها ينعكس من طبقة منخفضة، فى حين يخترق البعض الآخر هذه الطبقة المنخفضة وينعكس من طبقة أعلى منها.

ويتحكم فى ذلك طول الموجة، إذ هو الذى يحدد الطبقة العاكسة له. فالموجات التى تحمل البرامج العادية تستخدم طبقة عاكسة منخفضة، ولذلك فإنها تخبو بعد بضع مئات من الكيلومترات. ولا تنعكس جميع هذه الموجات من الطبقات العليا. إذ يبقى بعضها قريبًا من الأرض وتسمى بالموجات الأرضية، وتذهب مباشرة إلى أجهزة الاستقبال كما فى الشكل:

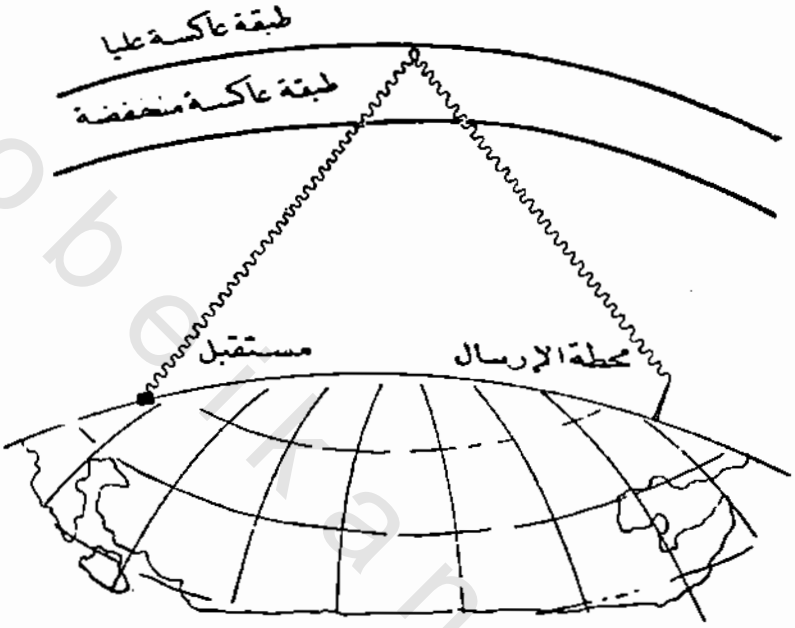
ولا تقطع الموجات الأرضية مسافات طويلة، فهى فى ذلك تشبه موجات التليفزيون إلى حد كبير.

وبرغم ذلك فإنها يمكن الاعتماد عليها ليلا ونهارًا، إذ أن انتقالها لا يتوقف على انعكاسها من الطبقات العليا.

ولما كانت الموجات الأرضية لا تقطع إلا مسافات محدودة كما أن الموجات الأخرى غير مضمونة، فإنه فى حالة الراديو تعترضنا المشكلة نفسها تقريبًا التى اعترضتنا فى حالة التليفزيون. لذلك كان من الواجب ربط عدة محطات بعضها مع بعض فى صورة شبكة متصلة لكى تنتقل البرامج إلى عدد كبير من الناس، وتستخدم لذلك أسلاك التليفون التى تصل مئات المدن بعضها ببعض.

أما محطات الراديو التى ترسل على الموجات القصيرة فإنها تتميز عن الموجات العادية بأن موجاتها تخترق الموجات العاكسة المنخفضة وتنعكس من طبقات أعلى منها كما فى الشكل التالى.

وهذا يعنى أنه فى كل واحدة من هذه الانعكاسات تحمل الموجات القصيرة



موجات الراديو مئات الكيلومترات دون التأثر بما إذا كانت المسافة التى تقطعها عبر اليابسة أو المحيطات، ولذلك فإنها تصل عددًا كبيرًا من دول العالم بعضها مع بعض.

وتواجه هذه الموجات الدولية القصيرة مشكلات هامة. فبسبب تغير الطبقة العاكسة قد تسمع المحطة واضحة فى بعض الحالات وضعيفة فى حالات أخرى.

كما أن هناك فى بعض الأوقات نقطاً غريبة على الشمس تسبب اضطراب جميع الطبقات العاكسة بحيث لا تستطيع أى من الموجات القصيرة الانتقال فيها. وقد أدى انتشار استخدام الموجات القصيرة إلى ظهور هواية عند عدد من الناس فى مختلف أنحاء العالم هم (هواة الراديو).

ولراديو الهواة موجات خاصة يستخدمونها فى إرسال واستقبال الإشارات. ويستطيع الهاوى باستخدام طاقة كهربية لا تزيد على «٦٠ وات» أن يتصل من الولايات المتحدة الأمريكية مع آخر فى أوربا أو أمريكا الجنوبية. وعن طريق هذه الموجات تصادق أحد المحامين فى مدينة «نيويورك» بسائق أتوبيس فى مدينة «لندن» لسنوات عدة برغم أنهما لم يتقابلا إطلاقًا.

وفى الولايات المتحدة الأمريكية يوجد مئات الألوف من هواة الراديو يمكن سماع أحاديثهم على الأجهزة بسهولة. وقد أثبت هؤلاء الهواة همة ونشاطًا فى حالات كثيرة من حالات الطوارئ، مثل التقاط رسائل من طائرات أو بواخر فى حالة طلب النجدة، وقاموا بإبلاغها إلى الجهات المختصة بمنتهى السرعة.

ويتحتم على هاوى الراديو أن يحصل على رخصة، وأن يؤدى امتحانًا خاصًا فى طريقة استقبال وإرسال الرسائل قبل السماح له باستخدام موجات راديو الهواة.

obeikandl.com

١٥ - شُرطة الإذاعات اللاسلكية

إذا حاول عدو أو جاسوس استخدام محطة سرية لإرسال معلوماته، أو حاول أيُّ شخص استخدام الموجات اللاسلكية فى إذاعات غير قانونية، فإنه سرعان ما يقبض عليه بوساطة شرطة الإذاعات اللاسلكية الذين وظيفتهم مراقبة جميع المحطات اللاسلكية من حيث احترامها للقانون.

وقد أنشئت هيئة الشرطة هذه فى الولايات المتحدة كهيئة حكومية بعد أن تداخلت المحطات بعضها مع بعض بطريقة جعلت الاستماع إليها بوضوح متعذرًا.

ولابد أن تحصل محطات الإذاعة والتليفزيون على ترخيص من هذه الهيئة، فتقرر لها طول موجتها وغير ذلك من البيانات. وبهذا يمكن استخدام الجو لعدد أكبر من المحطات نتيجة لتنظيمها.

وإذا حاول شخص تشغيل محطة إرسال دون ترخيص، فسرعان ما تقتفى شرطة الإذاعات اللاسلكية أثره للقبض عليه.

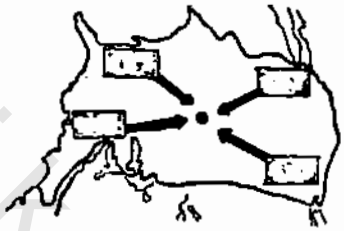
فإذا فرض وجود محطة غير قانونية فى وسط الولايات المتحدة الأمريكية ترسل إذاعتها بطريقة غريبة، فإن رجال هذا النوع من الشرطة لهم محطات للاستماع فى جميع أنحاء الولايات المتحدة، وهم يألفون المحطات القانونية ويبحثون عن المحطات غير القانونية.

فإذا التقط أحد رجال الشرطة الإذاعة فسرعان ما ينبه جميع محطات الاستماع

obeikandl.com

فى جميع أنحاء الولايات المتحدة لتحديد مكان وجود المحطة بوساطة أجهزة خاصة.

وتوجد فى العاصمة الأمريكية (واشنطن) خريطة تفصيلية تحدد عليها الاتجاهات المختلفة الواردة من محطات الاستماع، وعند تلاقى هذه الخطوط يحدد مكان المحطة بالضبط.



ولا يتنبه الشخص الذى يدير المحطة السرية لذلك، فتخرج سيارة مزودة بأجهزة استقبال خاصة إلى المكان المحدد على الخريطة. وتوجد فى السيارة بُصْلَة لاسلكية توضح اتجاه الموجات، كما يحدد عداد معين ما إذا كانت الإذاعة آخذة فى القوة أو فى الضعف. وتسير السيارة فى الاتجاه الذى تقوى فيه الإذاعة، وبذلك تقترب من المرسل حتى تصل إلى مكان المحطة ويتم القبض على الشخص الذى يديرها.

ولمعظم دول العالم شُرطتها الخاصة، لهذا الغرض توزع على محطاتها الموجات بحيث لا تتداخل بعضها فى بعض. ويتم ذلك باتفاقيات دولية.

وفى بعض الحالات لا تحترم بعض الدول هذه الاتفاقيات الدولية، فترسل إذاعاتها على الموجات نفسها التى تستخدمها دول أخرى، أو تقوم بالشوشرة عليها باستخدام صفارات أو أصوات مختلفة على موجات الإذاعة نفسها للدول الأخرى، فيصبح الاستماع إليها مستحيلا.

وفى أثناء الحرب العالمية الثانية استخدمت ألمانيا والحلفاء مثل هذه الوسائل فى حرب الإذاعات.

١٦ - شرطة النجدة

يظن بعضنا أن الإرسال مقصور على إرسال البرامج لملايين المستمعين للترفيه عنهم، وهذا صحيح إلى حد كبير. ولكن هناك نوعًا آخر من الإذاعات قد يفوق فى أهميته الإذاعات الترفيهية، ويستمر ليلا ونهارًا دون أن يستمع إليه الناس أو يروه.

ولا يقتصر الإبداع فى إذاعات الراديو على أنها تحمل الأصوات فى الجو فحسب، ولكن فى أن هذه الإذاعات يمكن أن تتم حين يكون المرسل والمستقبل فى حركة دائمة على الأرض. وربما تألف المستقبل المتحرك لأنك تستخدم فعلاً راديو السيارة الذى يستقبل البرامج دون التأثر بحركة السيارة أو سرعتها. وبالسهولة نفسها يمكن وضع جهاز إرسال فى سيارة ويستخدم له هوائى عادى يبرز من سقفها للإرسال والاستقبال معًا. ويخصص لذلك زر خاص إذا ضغط أصبح الهوائى للإرسال، وإذا لم يضغط كان مستعدًّا للاستقبال.

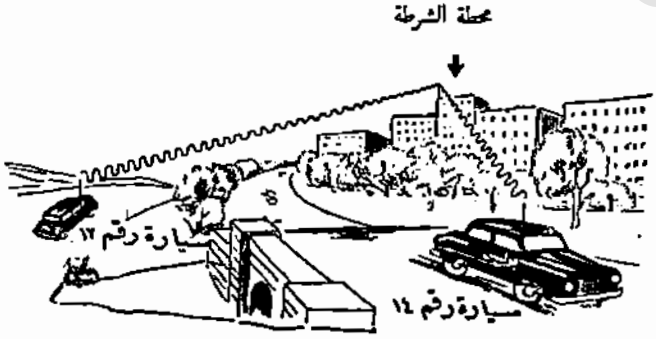
وإذا وضع مستقبل ومرسل أحدهما مع الآخر تكوّن عندنا ما يسمى (التليفون اللاسلكى)، وتوجد هذه الأجهزة فى السيارات والبواخر والطائرات والقطارات وغيرها. وهناك أيضًا محطات إرسال متنقلة للتليفزيون يمكن وضعها فى السيارة بحيث توضع الكاميرا فوق سقفها وأجهزة الإرسال فى الكرسى الخلفى. وترسل هذه المحطة الصغيرة الصور على موجات إلى برج إرسال ضخم، فيمكن بوساطة هذه الإذاعات تحديد مكان السيارة بالضبط.

شرطة

شرطة النجدة:

استخدمت الشرطة أجهزة الإرسال والاستقبال منذ عدة سنوات للمحافظة على الأمن والقبض على المجرمين. فإذا اتصل شخص تليفونيًا بإدارة الشرطة للتبليغ عن وجود بعض اللصوص فى منزله يحدث الآتى:

يسأل الضابط المختص فى محطة الشرطة عن عنوان المنزل ثم يرسله مباشرة إلى غرفة الإرسال اللاسلكى التى تكون دائمًا على علم بأماكن وجود سيارات النجدة فى المدينة. ويقوم المختص فى هذه الغرفة بإبلاغ أقرب سيارة لمكان السرقة عن طريق استخدام رموز خاصة يفهمها رجال الشرطة. وبعد دقائق قليلة تصل سيارة النجدة إلى المكان المبلغ عنه ويتم القبض على اللص. وقبل إدخال هذا النظام كان يتحتم على رجال الشرطة إرسال سيارة من مركز الشرطة إلى المكان المطلوب الذى قد يكون على بعد عدة كيلومترات منه مما يستغرق وقتا طويلا.



استدعاء الطبيب:

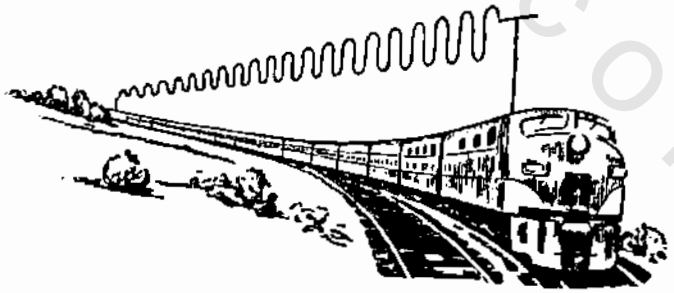
إذا أصيب شخص فى حادث أو ألمَّ به مرضٌ مفاجئ يكون فى أمسّ الحاجة إلى الطبيب. وقد يكون الطبيب فى طريقه من زيارة مريض إلى زيارة آخر، وهنا يستخدم التليفون اللاسلكى فى حالة هذه الطوارئ لاستدعاء الطبيب.

وهناك نظام آخر يسمى مركز الرسائل اللاسلكية. ولا يحتاج الطبيب عند استخدام هذا النظام إلا إلى استخدام جهاز استقبال عادى. فإذا أراد شخص الاتصال به فما عليه إلا الاتصال بالمركز الذى يذيع بدوره اسم الطبيب عدة مرات على جهاز الإرسال. وعندما يسمع الطبيب النداء يتوجه إلى أقرب تليفون عادى ويتصل بالمركز لتلقى الإشارة.

الراديو فى القطارات:

تستخدم القطارات الحديثة الراديو فى أغراض مختلفة. فتوجد فى بعض العربات أجهزة تليفون يمكن بوساطتها الاتصال بالسنترال لكى تتم المحادثة بين راكب القطار وأى رقم يختاره.

وتستخدم أجهزة الراديو فى قطارات البضاعة، فيستطيع السائق فى القاطرة الاتصال عن طريق التليفون اللاسلكى بعامل الفرملة فى العربة الأخيرة من القطار.



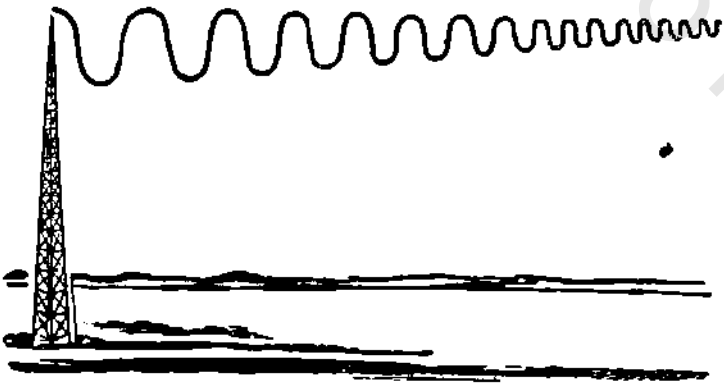
فإذا كان قطار البضاعة به مائة عربة أمكن تقدير قيمة هذا الاتصال فى تلافى الحوادث. ويمكن للسائق كذلك الاتصال بسائقى القطارات المقابلة.

الراديو فى البحر:

تزود عابرات المحيط بأنواع مختلفة من الأجهزة اللاسلكية. فأحد هذه الأجهزة يكون دائمًا على اتصال بموجة الخطر الدولية التى تستخدمها جميع البواخر فى حالة تعرضها للكوارث، وتسمى هذه الموجة S.O.S.، كذلك يوجد فى البواخر تليفونات لاسلكية يستخدمها الركاب فى الاتصال بذويهم على الأرض، كما أن هناك أجهزة موجة قصيرة للحصول على الأنباء وتنبؤات الجو.

الراديو فى الهواء:

تستخدم الطائرات الأجهزة اللاسلكية فى إقلاعها وهبوطها وفى أثناء طيرانها. وفى الطائرات الكبيرة توجد أنواع مختلفة من تلك الأجهزة لأنها تحتاج فى بعض الحالات إلى استخدام موجات ذات أطوال مختلفة. فإذا خرجت الطائرة إلى الممر فى المطار يتصل بها برج المراقبة لاسلكيًا لإرسال تعليمات إليها بخصوص الطيران. فإذا ما حلقت الطائرة فى الجو يخطر الطيار لاسلكيًا بالارتفاع اللازم. ويتقيد الطيار بهذه المعلومات إلا فى حالة الطوارئ. أما فى الحالات العادية فإنه لا يستطيع تغيير ارتفاعه إلا بعد الحصول على التصريح من أقرب برج مراقبة على الأرض. ويقوم الراديو كذلك بخدمة أساسية للطيران فى توجيه أجهزة الطيران الآلية. فعن طريق موجات لاسلكية خاصة، يستطيع الطيار معرفة ما إذا كان يسير فى الاتجاه الصحيح أم لا. وهذه الموجات هى أشعة فى اتجاه واحد ترشد الطيار إلى الطريق الدقيق فى أثناء الطيران.



وعندما يتأهب الطيار للهبوط يستخدم برج المراقبة فى المطار الراديو فى إصدار التعليمات للطيار بالهبوط أو الانتظار حتى يخلو الممر.

الراديو فى ميادين القتال:

يستخدم الجنود فى جبهة القتال تليفونًا لاسلكيًا صغيرًا مصممًا للإرسال والاستقبال من مسافات قصيرة قد لا تتعدى بضعة كيلومترات. ويكون الجهاز فى هذه الحالة بسيطًا وخفيفًا بحيث يستطيع الجندى حمله دون مشقة. ويستخدم رجال الإطفاء مثل هذه الأجهزة فى حالات كثيرة.

سماعة بدون سلك للتليفون:

يفضل الكثيرون من الناس أن يكون لآلة التليفون سلك طويل بحيث يمكن نقلها من حجرة إلى أخرى بالمنزل. ولقد أصبح من الممكن الآن استخدام سماعة بدون أسلاك. وتحتوى هذه السماعة على جهاز استقبال راديو وإرسال. كما أن آلة التليفون الأساسية بها جهاز استقبال وإرسال مطابقان تمامًا لجهازى السماعة. فإذا تحدث إليك شخص تليفونيًا فإن التيارات الكهربية التى تحمل الكلام لا تصل إلى السماعة مباشرة كما يحدث فى التليفون العادى ولكنها تصل إلى جهاز الإرسال فى آلة التليفون الأساسية ويعالجها جهاز الإرسال ويرسلها كموجات راديو يستقبلها جهاز الاستقبال الموجود فى السماعة ويحدث العكس عندما تتحدث أنت، وهكذا يمكنك الاتصال تليفونيًا من أى حجرة فى المنزل بدون اتصال سلكى بين السماعة وآلة التليفون.

التحكم من بعد:

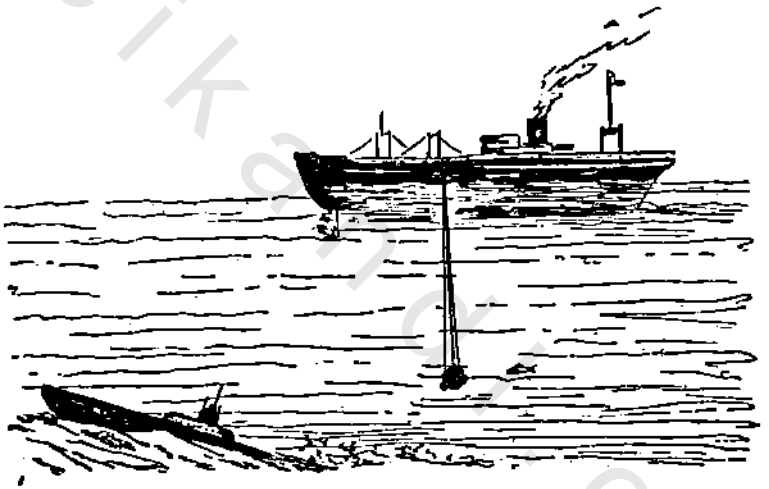
تدعو الحاجة فى بعض الأحيان إلى تشغيل جهاز أو إبطاله أو ضبطه من مسافة بعيدة، كالتحكم فى توجيه الصواريخ أو الأجهزة التى تحملها الأقمار الصناعية، أو تشغيل جهاز التليفزيون وإبطاله وتغيير القنوات وضبط الصورة والصوت ألخ وأنت مستريح فى مقعدك الوثير. والفكرة الأساسية فى هذا التحكم من البُعد هى أن جهاز التحكم هو فى الواقع جهاز إرسال راديو يرسل إشارات مختلفة تبعًا للزر الذى تضغطه؛ ويوجد فى الآلة التى تريد التحكم فيها جهاز استقبال مرتبط

بأجهزة أخرى إلكترونية وكهربائية ومغنطيسية، فإذا أنت ضَغطتَ زرًا معينًا وليكن زر التشغيل أرسل جهاز الإرسال إشارة معينة واستقبلها جهاز الاستقبال فى التليڤزيون مثلا. ويستطيع جهاز الاستقبال التمييز بين الإشارات المختلفة الصادرة بضغط الأزرار المختلفة. ويغذى بها الجهاز المناسب لتنفيذ ما تأمر به، ففى حالة زر التشغيل مثلا يغذى بها مفتاح كهرمغنطيسى صغير يعمل على وصل

التيار لتشغيل التليڤزيون، وهكذا الحال مع الأزرار الأخرى التى تعنى أوامر مختلفة.

التليفزيون تحت سطح الماء:

إن العلماء يبتكرون وسائل مختلفة لاستخدام التليفزيون، فقد أستخدمته بعض الأساطيل للبحث عن الغواصات الغارقة تحت الماء، وذلك بوضع الكاميرا فى صندوق لا يسمح بنفاذ الماء، ثم تدلى تحت سطح الماء فتستطيع أن تصور الأجسام الموجودة على أعماق مختلفة.



obeikandl.com

١٧ - رحلة إلى القمر

منذ زمن بعيد تمنى الإنسان أن يرى فى الظلام، وقد تحقق له هذا الحلم بعد اختراع الرادار. وكلمة رادار مشتقة من بعض الكلمات الإنجليزية التى تعنى استخدام الراديو فى البحث عن أماكن الأجسام المختلفة.

Radio Detection and Ranging.

ويستخدم الرادار الموجات، إذ تنطلق فى الفضاء ثم ترتد ومعها صورة ما قد يعترضها من أجسام دون أن تتأثر بالظلمة أو العواصف أو الدخان.

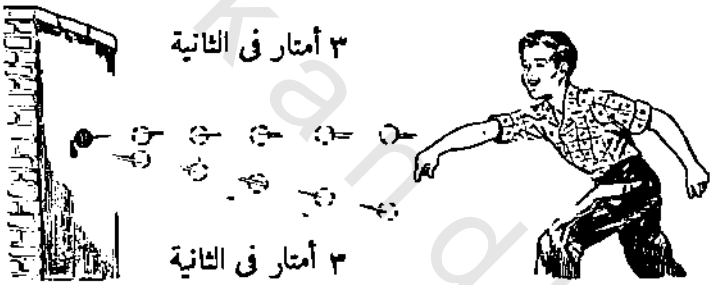
ويستخدم الرادار كجهاز للتنبيه فى حالة وجود عوائق أو للتحذير من اقتراب أى خطر. وقد ساعدت أجهزة الرادار إنجلترا فى الحرب العالمية الثانية إذ خففت عنها الأضرار الناتجة عن غارات الطائرات النازية عندما حاول الألمان تحطيم لندن وغيرها من المدن. ولم يكن لدى إنجلترا سوى عدد قليل من الطائرات وبعض الطيارين الشجعان، وكانت أجهزة الرادار تنبه إلى اقتراب الطائرات النازية، فكان الطيارون الإنجليز يخرجون لملاقاتها وضربها مما سبب خسارة عدد من الطائرات الألمانية أضعفت السلاح الجوى الألمانى وغيرت وجهة الحرب.

ويعمل الرادار بالنظرية نفسها التى ترتد بها الكرة المطاط إذا قذفت فى حائط، فهى ترتد ثانية كما فى الشكل التالى.

فإذا قدرنا السرعة التى تنطلق بها الكرة عند قذفها ولتكن ٣ أمتار فى الثانية..

obeikandl.com

إذا قدر صديق لك الزمن الذى تستغرقه الكرة حتى ترجع إليك مرة ثانية لوجد أنها ثانيتان كما فى الشكل.

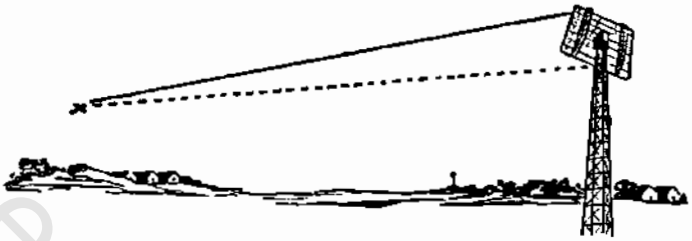


وإذا كنا نعلم أن الكرة تقطع عشر أقدام فى الثانية وأنها استغرقت ثانيتين فى رحلتها ذهابًا وإيابًا فهذا يعنى أنها قطعت ٦ أمتار. والذى نريد أن نعرفه فى هذه الحالة المسافة بيننا وبين الحائط. فما علينا إلا أن نقسم المسافة ذهابًا وإيابًا على اثنين فتكون المسافة بيننا وبين الحائط ٣ أمتار.

وفى الرادار تحل موجات الراديو محل الكرة، فيوضع فى محطة الرادار مرسل ومستقبل متجاورين، ثم يرسل المرسل موجة فى الهواء ويقفل بعد ذلك على حين يجهز المستقبل للاستقبال وتستمر الموجة المنطلقة فى الحركة حتى تصطدم بجسم قد يكون سفينة أو طائرة فترتد الموجة مرة ثانية إلى المستقبل محدثة إشارة ضوئية على صمام خاص فيه.

ولما كنا نعلم أن موجات الراديو سرعتها حوالى ٢٩٨,٠٠٠ كيلو متر فى الثانية، فإنه يمكن معرفة المسافة التى قطعتها الموجة بتقدير الزمن الذى استغرقته منذ تركت المرسل إلى أن ارتدت للمستقبل، فنستطيع بذلك تقدير المسافة التى

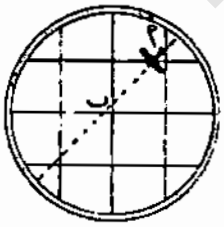
قطعتها ويكون نصف هذه المسافة هو المسافة بين جهاز الرادار والحائل الذى أدى إلى ارتداد الموجة كما فى الشكل.



وفى جهاز الرادار تحسب هذه المسافة بطريقة آلية.

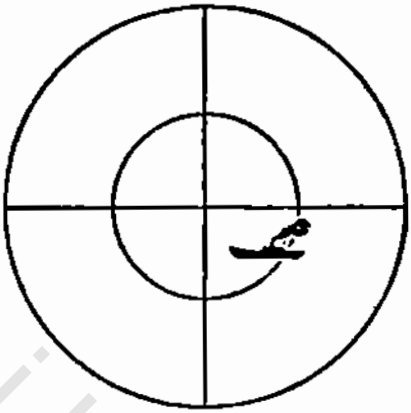
ولما كانت موجات الراديو تسير بسرعة تفوق الطائرات بمراحل، فإنها تستطيع أن تتبع الطائرة فى أثناء طيرانها. وتقسم الشاشة فى جهاز الرادار إلى مربعات صغيرة يظهر عليها مكان وجود الطائرة وأين سيكون مكانها بعد فترة قصيرة كما فى الشكل التالى.

فإذا وجدت الطائرة عند النقطة (أ) فإننا نعلم أنها ستصل إلى النقطة (ب) بعد فترة قصيرة تكفى لإطلاق النار عليها إذا كانت طائرة معادية إذ تصل الطلقة عند النقطة (ب) فى اللحظة نفسها التى تصل فيها الطائرة فتسبب نسفها.



ومن أنواع الرادار أجهزة ترسل وتستقبل عددًا من الموجات فى وقت واحد بحيث تعطى صورة مكتملة للجسم الذى تصطدم به كما فى الشكل التالى.

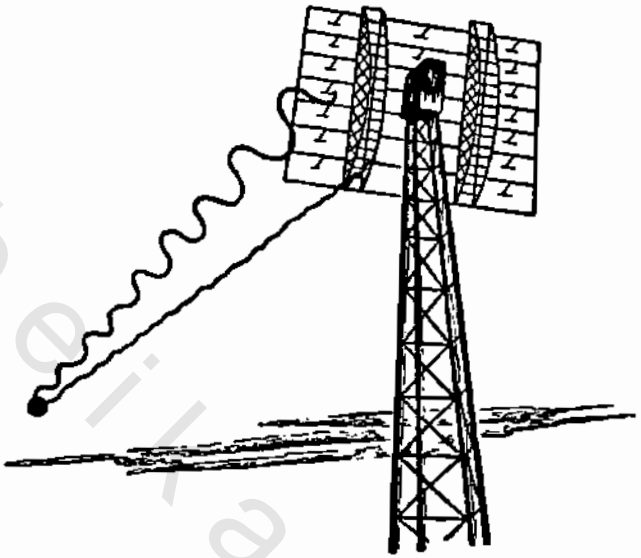
ومن ذلك يمكنك أن تقدر أهمية الرادار للبواخر والطائرات، وخصوصًا فى أثناء تحركها فى الظلام أو العواصف أو الضباب، فتستطيع الباخرة تحديد مكان أى سفينة تعترض طريقها أو تحدد أماكن جبال الثلج إن وجدت. وهذه الأجهزة من الدقة أحيانًا إلى درجة تجعلها تلتقط صورة الهوائى فى غواصة معادية.



وباستخدام الرادار تستطيع الطائرات تحديد أماكن الجبال التى تعترض طريقها أو التنبه فى حالة طيرانها قريبة من سطح الأرض. وفى الطائرات المقاتلة النفاثة توجد أجهزة رادار صغيرة يستخدمها المدفعى فى إصابة الهدف برغم أنه لا يراه بعينيه.

ومن أهم القصص التى تحكى عن الرادار ما حدث فى ليلة من ليالى شهر يناير سنة ١٩٤٦ على تل منعزل فى ولاية (نيوجيرسى) بالولايات المتحدة الأمريكية، فقد كان على هذا التل مبنى خشبى محوط بسور مرتفع يقوم بعض الجنود على حراسته. وفوق المبنى كانت هناك قطعة من المعدن تشبه (ملة سرير) إلى حد كبير ومتجهة إلى أعلى، وكانت هذه هى هوائى جهاز الرادار. وفى داخل المبنى كان يوجد بعض الضباط يلاحظون باهتمام جهاز رادار لساعات طويلة؛ ثم وقف أحدهم فجأة بعد أن نظر إلى ساعته وقال: «حسن»! وفجأة سمع فى الحجرة صوت إشارة لاسلكية جعلت كل من فى المبنى فى حالة تيقظ تام. وأخذ الرجال يعدون (١ و ٢ و.....) وبعد جزء من الثانية سمعت الإشارة مرة ثانية فسببت حدثًا تاريخيًّا هامًّا، إذ كانت هى الدليل على أول اتصال بين الإنسان والقمر. فقد كان الصوت الأول هو الموجة التى أرسلها الإنسان إلى القمر وكان الصوت الثانى صوت الإشارة بعد ارتدادها إلى الأرض مرة ثانية.

ويمتلئ الفضاء المحيط بالأرض بالأقمار الصناعية التى تدور حول الأرض ليلًا ونهارًا لأداء وظائف معينة، وتأتينا المعلومات التى تجمعها هذه الأقمار الصناعية إما بالراديو وإما بالتليفزيون، فكثير من الأقمار الصناعية ماهو مزود بكاميرات



تليفزيونية ترسل لنا صورًا للفضاء الخارجي، وما نريد أن ندرسه منه. ومن هذه الأقمار ماهو مخصص للأرصاد الجوية، فيرسل لنا صورًا للتكوينات السحابية، ومعلومات بالراديو عن درجات الحرارة وسرعة الرياح وما إلى ذلك من البيانات اللازمة للتنبؤ بالأحوال الجوية. ولعلنا جميعًا شاهدنا صور رواد الفضاء وهم ينزلون على القمر لأول مرة. لقد كان كل ذلك حلمًا، ولكنه تحقق وسيتحقق ما هو أغرب منه، باستمرار تقدم العلم والتكنولوجيا.

obeikandl.com

رقم الإيداع	١٩٩٢ / ٥٤٤٠
الترقيم الدولي	ISBN 977 – 02 – 0740 – X

١ / ٩٢ / ١٨٦

طبع بمطابع دار المعارف (ج . م . ع .)

obeikandl.com