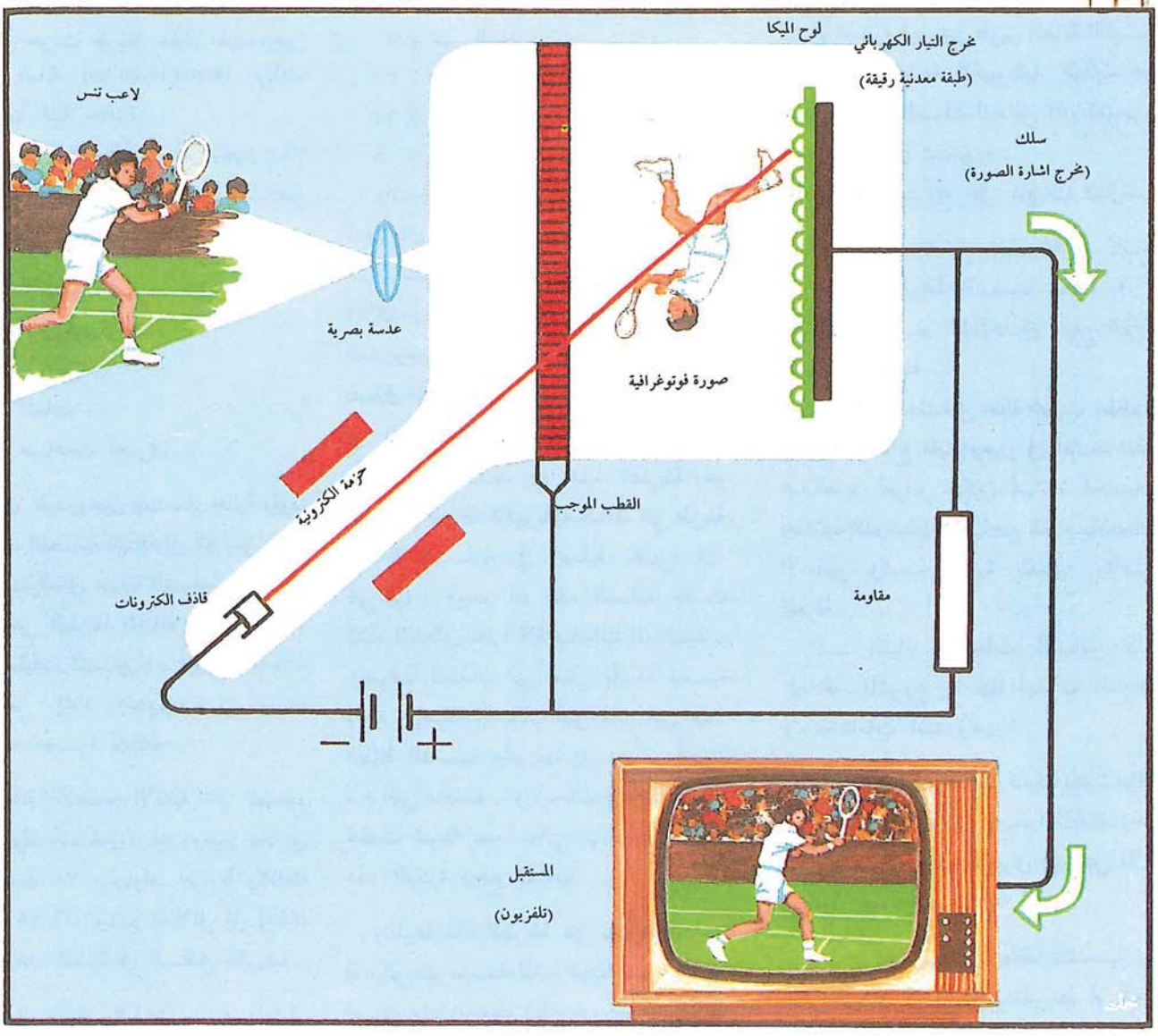
البـــــث التلفزيونـــــي

عبدالعزيز الشمري*

لقد أصبحت قصة اكتشاف الالكترون وتتابع أحداثها التي تعرض لتطور علم الالكترونيات أشبه بقصص الخيال ـ والآن نرى تطبيقات هذا العلم في أكثر من مجال . ولقد بلغ قمته في اختراع الحاسب الآلي ، الذي نجده في كل مكان ـ في المصانع والمستشفيات والجامعات والمدارس ـ وقبل أن نصل إلى الحاسب الآلي كان هناك الراديو والتلفزيون .

والتلفزيون معجزة الكترونية تغلغلت في حياة كل فرد ، وكان لها أثر بعيد في سلوكه وعاداته وكغيرها من أنواع التقنية الحديثة فهي ليست خيراً كاملاً بل لها سلبياتها التي قد تضر بالإنسان إذا ما أسيء استعمالها . وقد أصبح التلفزيون أداة لهو يقضي أمامها الأطفال فترات طويلة ، ومن جراء هذا التعلق الحاد بالتلفزيون قد يصاب البصر بالضعف . وقد يتعلم الأطفال العادات السيئة . والمصيبة الكبرى هي ضياع الوقت . ولكن ألسنا متعسفين ونحن نسرد مساوىء التلفزيون ـ متناسين خدماته التي لا تقدر شريطة أن توجه برامجه التوجيه السليم .



شكل (١) رسم يوضح انتقال الصورة عبر الكاميرا التلفزيونية إلى جهاز التلفزيون

ومهما تكن حسنات أو سيئات التلفزيون فهو في حد ذاته انجاز علمي له قدره . ولعلنا في هذا المقال نجذب انتباه القاريء ــ من خلال وصف مفصل لتركيب التلفزيون ، وكيف يعمل ــ إلى هذه المعجزة من معجزات العلم التي حدثت عندما عرف الإنسان كيف يسخر الالكترونيات لتحقيق انجاز علمي يبنى على أساس من النظريات والمباديء التي توصل إليها العقل البشري جيلاً بعد جيل . ونحن نأمل أن يشارك جيلنا العربي الحاضر في بناء هذه المعرفة النافعة .

والمبدأ الأول الذي بنى عليه اختراع التلفزيون هو اكتشاف ظاهرة «الكهروضوئية» وهي عبارة عن انطلاق الالكترونات من سطوح بعض المعادن عندما يسقط عليها الضوء ويصبح المعدن بعد ذلك موجب الكهربائية . وفي حالة وجود قرص من معدن السيلينيوم متصل بالقطب السالب لبطارية يمكن لهذا القرص إذا سقط عليه شعاع ضوء أن يرسل بألكتروناته إلى لوح معدني أمامه متصل بالقطب الموجب للبطارية . ويتوقف عدد الالكترونات المنطلقة والتيار الناتج على شدة الضوء الساقط . وتسمى هذه المجموعة **بالخلية الكهروضوئية** .

والمبدأ الثاني هو أن بعض المعادن عند تسخينها إلى درجة التوهج ينبعث منها فيض من الألكترونات . وإذا سخن فتيل مصنوع من التنجستن ووضع هذا الفتيل في أنبوبة مفرغة ووضع أمامه حلقة معدنية موجبة التكهرب اندفعت الالكترونات نحو الحلقة لتمر من خلالها ، وتسمى هذه الالكترونات المنسابة من الفتيل إلى الحلقة بالحزمة الالكترونية . ولقد وجد أنه من الممكن معاملة الحزمة الالكترونية كما لو كانت حزمة ضوئية فيمكن تجميع الحزمة الالكترونية بفعل العدسات الكهربائية المغنطيسية . بحيث تلتقي في نقطة على قاعدة الأنبوب في الطرف المقابل للفتيل ، وتطلى هذه القاعدة من الداخل بمادة معينة تضيء عند اصطدام الالكترونات بها ، وتسمى هذه الظاهرة بالفلورة ، فنرى نقطة تجمع الالكترونات على القاعدة نقطة مضيئة .

وتسمى مجموعة الفتيل أو العدسات الكهربائية والمغنطيسية التي تجمعها بـ «قاذف الألكترونات» ، ويكون قاذف الالكترونات جزءاً هاماً في الكاميرا التلفزيونية وفي اظهار الصورة على شاشة جهاز الاستقبال التي هي في الواقع قاعدة الأنبوبة التي تحتوي على القاذف وهي مغطاة من الداخل بمادة متفلورة ، تضيء بسقوط الالكترونات عليها .

كيف يعمل التلفزيون ؟

تبدأ عملية البث التلفزيوني بالتصوير من خلال كاميرا التلفزيون ووظيفتها تجزئة الصورة وإرسال أجزائها تباعاً على هيئة تيار كهربائي متغير ويتلخص أساس عمل هذه الكاميرا فيما يلي :

تستخدم مجموعة عدسات بصرية لتكوين صورة فوتوغرافية على لوح من الميكا مرصع بمئات الألوف من حبيبات الفضة المغطاة بطبقة من معدن السيلينيوم ، وهكذا تتكون صورة فسيفسائية تحمل كل حبيبة فضية جزءاً ضئيلاً منها ، والوجه الآخر من لوح الميكا مغطى بطبقة معدنية رقيقة متصلة بسلك هو مخرج التيار الكهربائي ويسميه مهندسو الألكترونيات «مخرج إشارة الصورة» وهذا اللوح الفسيفسائي موضوع في نهاية أنبوبة «قاذف الالكترونات» والمعروف أن معدن السيلينيوم كما قلنا من المعادن التي تتأثر بالضوء وعلى ذلك تكتسب كل حبيبة من حبيبات الفسيفساء شحنة موجبة متناسبة مع شدة اضاءتها . ونتيجة للشحنات الكهربائية الموجبة المتكونة على حبيبات الفسيفساء تتكون شحنة سالبة مساوية لمجموع شحنات الفسيفساء ، وهذه خاصية كهربائية يسميها الفيزيائيون «الحث الكهربائي» وهكذا أمكن تجزئة الصورة إلى أجزاء صغيرة تحملها حبيبات الفسيفساء المعدنية شكل (١) .

وعلينا الآن تحويل هذه الأجزاء إلى نبضات كهربائية متتابعة أي تيار كهربائي متغير الشدة .

ويتم تحويل الصورة إلى نبضات كهربائية متتابعة بعملية تسمى «المسح الألكتروني» فتنطلق حزمة الألكترونات المجمعة من القاذف الألكتروني لتسقط على احدى الحبيبات وتكون الحبيبة الواقعة في الركن العلوي الأيسر من الصورة ، عندئذ تعوض الحزمة تلك الحبيبة مافقدته من الألكترونات بفعل الضوء الذي أحدثته الصورة وتزودها بعدد مماثل من الألكترونات فتصبح متعادلة ، وبالحث الكهربائى تنقص شحنة الوجه الآخر للوح الميكا مقداراً مماثلاً وحيث أنه من الممكن تحريك الحزمة الألكترونية كما سبق أن شرحنا فإن حركة الحزمة أفقياً من شأنها معادلة حبيبات الفسيفساء الواحدة تلو الأخرى ، واحداث تغييرات متتابعة في شحنة الوجه الآخر للوح الميكا ، واحداث نبضات كهربائية متتابعة ومتفاوتة المقدار أي تيار كهربائي مختلف الشدة يخرج من «مخرج الإشارة» .

والمتبع عادة أن يكون نصف الصورة في خطوط أفقية من اليسار إلى اليمين شكل (٢) ، ولو أنها تميل قليلاً عن الأفقي ، فإذا ما وصلت الحزمة إلى النهاية اليمنى للصورة بطل عملها لتبدأ الخط التالي إلى أسفل من اليسار ــ وهكذا يستمر انتقال الحزمة الألكترونية خطاً خطاً حتى تمسح الصورة بأكملها في ٦٢٥ خطاً بمعدل ٢٥ مرة في الثانية الواحدة ولا يتم مسح الصورة في الخطوط المتتابعة في التسلسل العددي ، ولكن تمسح الخطوط الفردية أولاً أي الخطوط رقم ١ ، ٣ ، ٥ ، ٧ ، .. الخ . حتى ٣١٢,٥ خطاً ، وتعرف هذه الخطوط بالمجال الفردي للصورة ، ثم تعود الحزمة الألكترونية لتمسح الخطوط التي تركتها ابتداء من الخط رقم ٢ ثم ٤ ، ٦ ... إلى نهاية الصورة وتعرف هذه الخطوط بالمجال الزوجي للصورة ، وبهذه الطريقة نرى الحزمة الألكترونية ترسم مجالين متماثلين للصورة الواحدة يشمل كل منهما ٣١٢,٥ خطاً ، وتشمل الصورة الكاملة ٦٢٥، وكل ذلك يحدث في زمن قدره $\frac{١}{٢٥}$ من الثانية أي أنه خلال ثانية واحدة يتم مسح ١٨٧٥٠ خطا وإذا كان الخط الواحد يتكون

من ٧٠٠ حبيبة فسيفسائية فإن ذلك يعني أن ١٣,١٢٥,٠٠٠ جزءاً من أجزاء الصورة يتحول إلى نبضات كهربائية في الثانية الواحدة .

وتكون هذه النبضات ضعيفة جداً ويلزم تكبيرها ، وكانت فيما مضى تكبر بعد خروجها من الكاميرا التلفزيونية بوساطة دوائر الكترونية خاصة ، أما الآن فقد تم تطوير الكاميرا التلفزيونية فزادت حساسيتها ، والفكرة الأساس في طريقة زيادة الحساسية هي مضاعفة الالكترونات ، فعندما تسقط الالكترونات على سطح معدني يخرج من هذا السطح عدد من الالكترونات الثانوية فإذا جعلنا هذه الالكترونات تسقط على سطوح أخرى أخرجت أعداداً مضاعفة من الالكترونات الثانوية ، وهكذا يمكن تكرار هذه العملية ليتكاثر الالكترون الواحد فيعطينا مئات الالكترونات .

ولقد أمكن احراز نجاح جديد في انتاج كاميرا تلفزيونية متطورة يطلق عليها اسم «الفيديوكون» وفي هذه الكاميرا تستخدم خاصية التوصيل الكهربائي الضوئي وهي خاصية تتصف بها بعض المواد فيزيد توصيلها للتيار الكهربائي أي تقل مقاومتها بزيادة شدة الضوء الساقط عليها وبالتالي يكون التيار الكهربائي المتغير المناظر لأجزاء الصورة أكبر في قيمته من ذلك الناتج من الكاميرات السابقة .

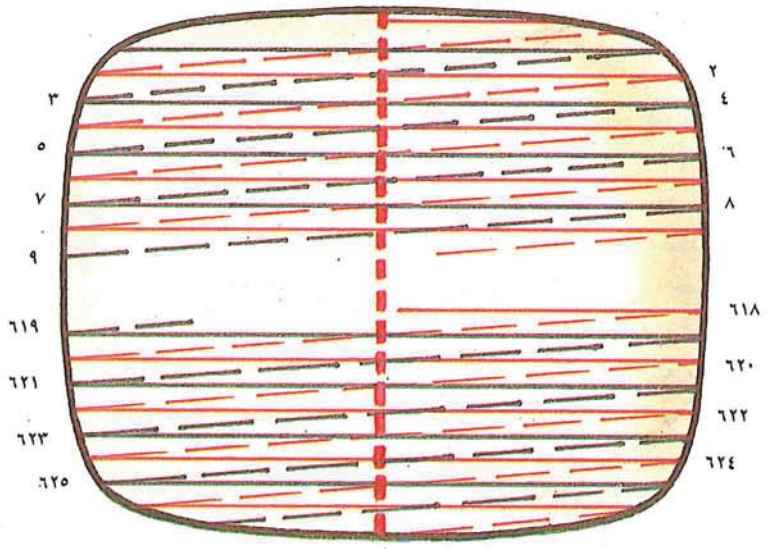
ماذا عن الصوت ؟

وكما هي الحال مع الصورة ، تحول الموجات الصوتية بوساطة الميكرفون إلى تيارات كهربائية متغيرة الشدة ، تناظر تغيراتها المقاطع الصوتية المتتابعة ، ويوجد الآن أنواع متعددة من الميكرفونات منها ميكرفون الحبيبات الكربونية ، والميكرفون الشريطي ، وميكرفون الملف المتحرك ، والميكرفون الالكتروستاتيكي ، وفي جميع هذه الأنواع يوجد غشاء معدني رقيق يهتز عندما تسقط عليه الموجات الصوتية بحيث تكون اهتزازاته مناظرة للموجات الصوتية ، ويكون هذا الغشاء جزءاً من مجموعة كهربائية متغيرة مناظرة للحركة ، طبقاً لخصائص كهربائية ومغنطيسية معروفة ، ففي ميكرفون الملف المتحرك يتصل الغشاء المعدني الرقيق بملف خفيف يمكن أن يتحرك في مجال مغنطيسي شعاعي ، ناتج عن مغنطيس مكون من اسطوانتين متحدتي المحور لهما قاعدة مشتركة ، وتكون احداهما القطب الشمالي والأخرى القطب الجنوبي ، وباهتزاز الغشاء يتحرك الملف إلى أعلى وإلى أسفل في المجال المغنطيسي وينتج عن ذلك تيار كهربائي متغير بالحث الكهرومغنطيسي وتتوقف شدة التيار على السرعة التي يقطع بها الملف خطوط قوى المجال المغنطيسي وبالتالي تكون التغيرات في التيار الكهربائي مناظرة لحركة الغشاء التي بدورها تكون مناظرة للموجات الصوتية الساقطة .

وتحمل الموجات الكهرومغنطيسية التيارات الكهربائية المتغيرة الناتجة عن تحويل الصورة والصوت إلى كهرباء وتنتشر هذه الموجات بسرعة مذهلة تبلغ ٣٠٠,٠٠٠ كيل في الثانية ، أي أنها تدور حول الكرة الأرضية سبع مرات في أقل من الثانية .

الارسال التلفزيوني

ووظيفة محطة الارسال هي تعديل الموجات الكهرومغنطيسية باشارات الصورة أو اشارات الصوت ، أو بعبارة أخرى تحميلها بهذه الاشارات ، فيوجد في محطة الارسال أجهزة ألكترونية خاصة لتوليد تيارات كهربائية عالية التردد وتسمى هذه الأجهزة «بمتذبذبات» ويضبط تردد المتذبذبات بحيث يساوي قيمة ثابتة باستمرار تزيد على معدلات تغير الاشارة المطلوب نقلها .



شكل (٢) تحرك الإشارة الكهربائية

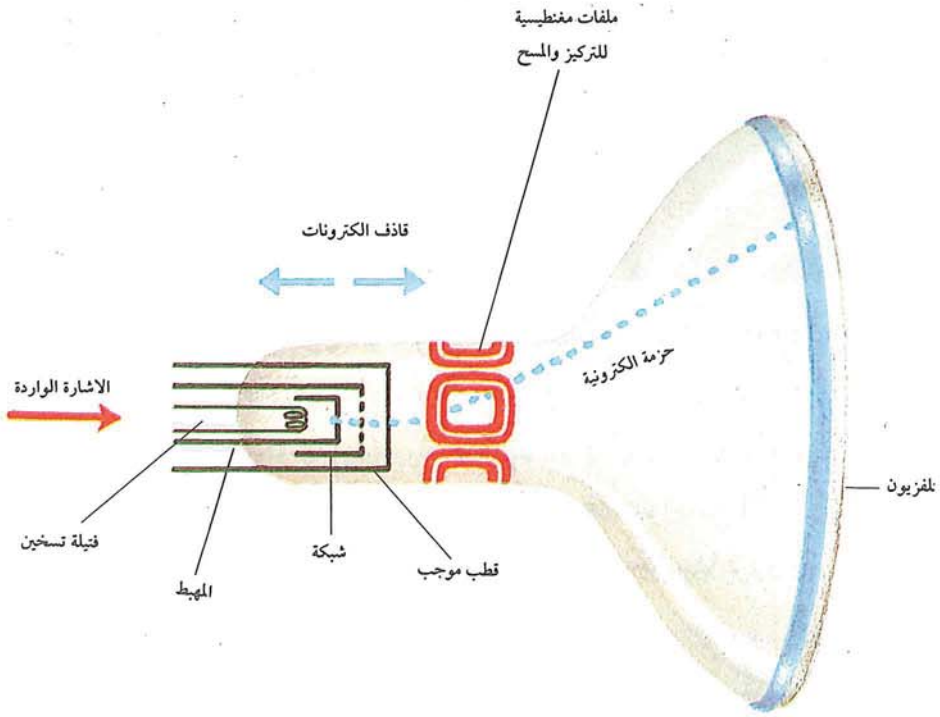
ولقد ذكرنا أن اشارات الصورة تحدث بمعدل ١٣١٢٥٠٠٠ اشارة في الثانية ، وعلى ذلك يلزم أن يزيد تردد المتذبذب على هذا المقدار ، وعلى ذلك تستخدم لنقل الصورة ترددات تقع في حدود تتراوح بين ٥٤ مليون هيرتز و٩٨٠ مليون هيرتز (الهيرتز هو عدد الموجات في الثانية) .

وتنقل اشارات الصورة والصوت من الاستوديو إلى محطة الارسال بوساطة الأسلاك أو محمولة على موجات دقيقة قصيرة الموجة جداً ، وفي محطة الارسال تمزج هذه

الاشارات بالتيارات المتذبذبة المتولدة في المتذبذب الألكتروني فتعدلها وهكذا يخرج من الدوائر الالكترونية تيار متردد هو حصيلة جمع التيار المتغير المكون لاشارات الصورة أو الصوت ، والتيار الذي يولده المتذبذب الموجود في محطة الارسال ، ويكون تردد التيار الجديد هو تردد المتذبذب . ولكن شدته معدلة نتيجة تدرج التيارين ، تيار الاشارات

الاستقبال التلفزيوني

ان المدخل الأساس لكل من الاستقبال التلفزيوني والاذاعي (الراديو) هو الهوائي ، أي الدائرة الكهربائية التي تسمح بانسياب التيار المتذبذب فيها ، ويحتوي جهاز الاستقبال على دائرة تذبذبية يمكن تغيير



شكل (٣) يوضح الأجزاء المختلفة لشاشة التلفزيون

وتيار المتذبذب ــ ويحمل هذا التيار الجديد سلك إلى الهوائي الذي يشع الموجات الكهرومغنطيسية المعدلة في الفضاء نتيجة مرور التيار المتذبذب المعدل فيه روحة وجيئة ، ويلاحظ أن طول الهوائي يساوي نصف طول الموجة التي يشعها وعلى ذلك فاشعاع موجة طولها ١,٥ متر يلزم أن يكون طول الهوائي ٧٥سم ، ويحيط بهذا الهوائي سطح معدني على شكل الطبق ليعكس مايصل إليه من موجات ويوجهها في الاتجاه المطلوب .

مكوناتها ، لتكون لها ترددات معينة ، وتسمى هذه الدائرة دائرة التنغيم ، فمفتاح القنوات

والمحطات هو الوسيلة لتغيير مكونات دائرة التنغيم ، وعندما نريد مشاهدة برنامج قناة

معينة فإننا ندير مفتاح القنوات لتعديل مكونات دائرة التنغيم لكي يصبح ترددها

مساوياً تماماً لتردد الموجة الحاملة لاشارات الصورة والصوت لهذا البرنامج التي أشعها هوائي محطة الارسال وبثها في الفضاء .

رؤية الصورة وسماع الصوت

ان التقاط الموجات الكهرومغنطيسية وتحولها إلى تيار متذبذب في دائرة التنغيم يكون المرحلة الأولى من الاستقبال، وهذه التيارات المتذبذبة تكون ضعيفة جداً ، فتتناولها دوائر الكترونية خاصة لتكبيرها ، ثم تأتي المرحلة الثانية وهي فصل اشارات الصورة عن اشارات الصوت ، ثم توجه اشارات الصوت إلى دوائر الكترونية تقويها ، أي تستخلص التيارات الكهربائية المناظرة لتيارات الميكرفون من الموجة الحاملة ، ثم تكبرها ، وبعد ذلك تتجه إلى السماعة فنسمع البرنامج .

وتحدث نفس المراحل لاشارات الصورة ، فتوجد دوائر الكترونية خاصة لتقويمها ثم تكبيرها ، ثم توجه إلى أنبوبة الشاشة شكل (٣) ، التي هي في الواقع أنبوبة الأشعة الألكترونية ذات القاعدة المتفلورة السابق شرحها .

لقد ذكرنا من قبل أن الحزمة الألكترونية المتجمعة تلتقي في نقطة على قاعدة الأنبوب التي تكون شاشة التلفزيون ، وما يحدث في جهاز الاستقبال هو أن هذه الحزمة تمسح الشاشة في خطوط قريبة من الأفقية بالكيفية نفسها تماماً التي تمسح بها الحزمة الألكترونية الصورة الفسيفسائية في الكاميرا التلفزيونية ، مع تزامن الحزمتين في أنبوبة الصورة في جهاز الاستقبال والكاميرا التلفزيونية ، أي أن الحزمتين تكونان في نفس الموقع من الصورة الفسيفسائية ، ومن قاعدة أنبوبة الصورة (الشاشة) في نفس اللحظة ، وتتحكم اشارة الصورة في عدد الألكترونات المكونة للحزمة فإذا كانت الإشارة مناظرة لبقعة ناصعة من الصورة ، فإنها تعمل على زيادة عدد الألكترونات في الحزمة مسببة نصوع نقطة التقائها مع الشاشة ، وإذا كانت الإشارة مناظرة لبقعة خافتة فإنها تعمل على خفض عدد الكترونات الحزمة لتظهر نقطة التقائها بالشاشة خافتة ، وهكذا تستعاد الصورة الفسيفسائية على الشاشة التلفزيونية المتفلورة .

* عن كتاب التلفزيون سلسلة الشروق العلمية