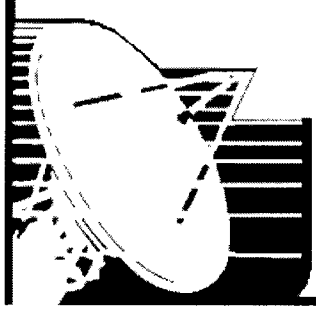
أساسيات التلفزيون

* * * * *

- التلفزيون الأبيض والأسود - الملون .
- تحليل الصورة التلفزيونية .
- المسح الإلكتروني للشاشة .
- داخل كاميرا التصوير التلفزيوني .
- طريقة عمل الدائرة الكهروضوئية .
- سرعات المسح .
- إشارة المرئيات .
- أشباه الموصلات الضوئية .
- نبضات التوافق .
- إعادة إظهار الصورة .
- شاشة العرض .
- التعديل الموجي .
- الضوء والألوان .
- ترشيح الألوان .
- الإضاءة واللون والتشبع .
- قدرات العين البشرية .
- نسبة التباين .



التلفزيون الأبيض والأسود . الملون :

لكى نفهم أساسيات تقنية التلفزيون الملون الواسع الانتشار فى هذه الأيام ، يجب أن نعرف أولاً المبادئ الأساسية التى بنيت عليها تقنية عمل أجهزة التلفزيون غير الملونة أو ما نسميه الأبيض والأسود ، وكما سنرى فى هذا الكتاب أن جميع الأنظمة فى التلفزيون الملون تعتمد أساسًا على التحليل الإلكترونى للصورة وهى فكرة تعود إلى الثلاثينيات من القرن العشرين .

وعلى الرغم من ندرة وجود الأجهزة غير الملونة هذه الأيام فإنها تعتبر الأصل فى تطور نظام عمل أجهزة التلفزيون الملون الموجود فى غالبية المنازل ، وظلت تقنية مسح الشعاع الإلكترونى للشاشة، وإشارات الاستضاءة ، ونظام تعديل الموجات فى التلفزيون الملون كما هى فى تقنية التلفزيون الأولى غير الملون . وسنقوم ببيان أساسيات عمل التلفزيون الملون عن طريق الرسوم التوضيحية فى أبواب هذا الكتاب لاحقًا .

تحليل الصورة التلفزيونية :

لأن الصورة التلفزيونية التى نراها على الشاشة عبارة عن مساحة ضوئية ذات بعدين اثنين (طول وعرض) ، فإن الطريقة الوحيدة لنقل كل المعلومات والتفصيلات لهذه الصورة هى الطريقة التتابعية ، فإذا نحن أرسلنا هذه التفصيلات المرئية عبر قناة إرسال فعلينا ـ إذن ـ أن نقوم بتقسيم أو تحليل هذه الصورة ، وبالتالى يبرز أمامنا دور عنصر التوقيت فى كل من الإرسال والاستقبال، بمعنى أن تكون عملية تحليل الصورة إلى عدد من النبضات الإلكترونية من جهة المرسل ، وعملية إعادة تجميع هذه الصورة فى جهاز المستقبل تتمان معًا فى توافق زمنى دقيق .

وبذلك يحوى الإرسال الذى يخرج من محطة التلفزيون المرسلة نوعين من الإشارات هى :

* **إشارات للمرئيات** : وهى التعبير الكهربائى أو الإلكترونى عن المكونات الضوئية للصورة المرسلة .

* **إشارات توقيتية** : وهى النبضات التوافقية التى تعرف وتحدد خطوات تحليل الصورة المرسلة ، فعلى سبيل المثال فإن هذه الإشارات التوقيتية هى التى تحدد الوقت الذى تستغرقه عملية تجميع وبناء هذه الصورة على شاشة المُسْتَقْبِل، ويعتمد طول أو قصر هذه المدة على قدرتنا على الإسراع فى عملية ترتيب عناصر الصورة فى نظام متتابع دقيق ، ويعتمد ذلك بدوره على سعة الموجات المتاحة فى نظام الإرسال .

عملية المسح الإلكترونى للشاشة *Scanning* :

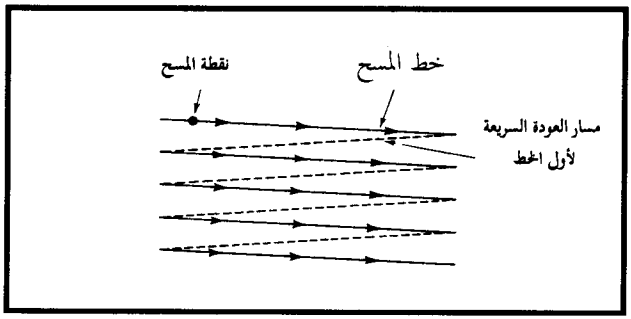
إذا تم تركيز الصورة الضوئية على سطح حساس للضوء فإن هذه الصورة تصبح جاهزة للخطوة التالية وهى عملية تحليل أو تقسيم الصورة .

وتنقسم الصورة إلى عنصر يسمى «**بيكسل**» وهو عبارة عن عدة نقاط متجاورة تعبر عن شدة الاستضاءة وهى تماثل ـ تمامًا ـ مجموعة النقاط التى تُكَوِّن الصور المطبوعة التى نراها فى الجرائد اليومية ، فنحن إذا دققنا النظر بعدسة مكبرة فى هذه الصور الصحفية نجدها عبارة عن مجموعة من النقاط المختلفة الدرجات تصنع فى مجموعها الصورة المطبوعة على ورق الصحيفة ، وكلما زاد عدد هذه العناصر «**البيكسل**» زاد وضوح الصورة .

فعلى سبيل المثال فإن جهاز التلفزيون الذى يحوى ٦٢٥ خطًا أفقيًا فى شاشته نجد أن عدد العناصر الضوئية فيه هو ٤٥٠ ألف عنصر ضوئى أو «**بيكسل**» تكفى لإظهار الصورة فى شاشة طول قطرها ٦٧ سم.

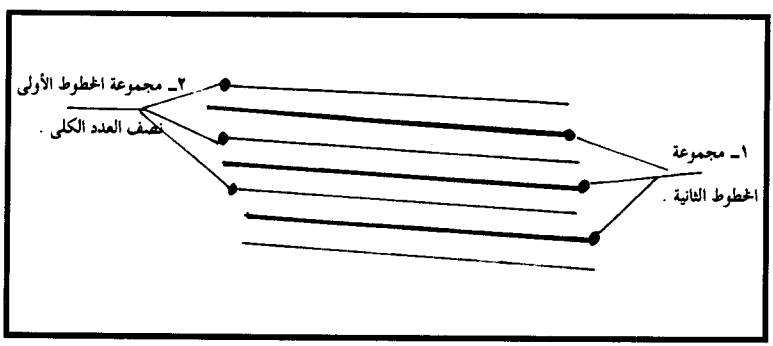
وتنظم هذه العناصر الضوئية «**البيكسل**» فى خطوط أفقية يصل عددها فى

بعض الأنظمة إلى ٦٢٥ خطًا أُفقيًا . والشكل التالى يوضح طريقة المسح الإلكترونى لخطوط الشاشة حيث يتم مسح الشاشة خطًا بعد خط حتى يمكن إظهار تفصيلات الصورة بإظهار سلسلة متتابعة من العناصر ذات الظل والضوء المتباين .



عملية مسح الشاشة حيث يتم رسم الخطوط من اليسار لليمين فى اتجاه أفقى ثم تتراص هذه الخطوط رأسيا فوق بعضها البعض عن طريق الإزاحة الرأسية للشعاع الإلكترونى بالاستعانة بالمجال الكهربائى الرأسى

ومن المهم هنا أن نعرف أن عملية المسح تتم على مرحلتين حيث يتم أولاً مسح نصف عدد الخطوط بالطريقة الموضحة فى الشكل حيث يتم مرور الشعاع الإلكترونى من اليسار لليمين ، ثم القفز عائداً لليسار مرة أخرى ، ثم يمسح الخط الثانى وهكذا ، وبوصول الشعاع إلى نهاية الشاشة من أسفل يكون قد مسح نصف عدد الخطوط الأفقية التى يجب مسحها ، وبعد ذلك يقفز الشعاع الماسح مرة أخرى إلى قمة الشاشة ؛ ليمسح النصف الثانى من الخطوط الأفقية، وهذه الخيوط تقع فى المسافات البينية بين المجموعة الأولى من الخطوط التى تم مسحها فى المرة الأولى . انظر الشكل .



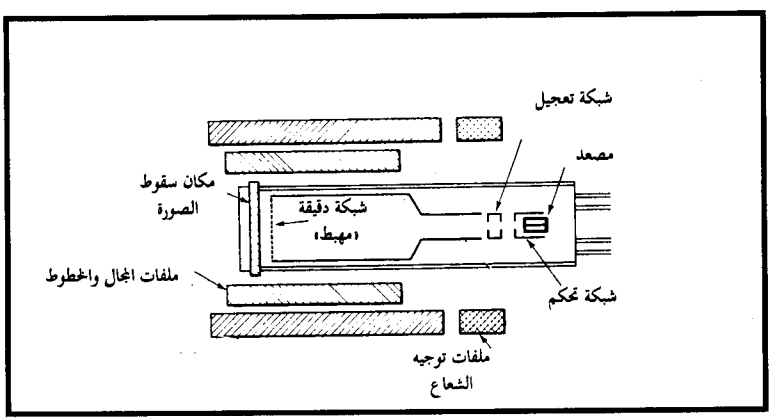
مجموعة الخطوط الأفقية الثانية تقع فى المسافات البينية بين مجموعة الخطوط الأولى .

وتستخدم كل أنظمة التلفزيون هذه الطريقة فى المسح الأفقى الذى يتوقف نجاحه على دقة إطلاق المجال الكهربائى الخاص بعملية المسح .

داخل كاميرا التصوير التلفزيونى :

توجه الصورة التى تصورها كاميرا التلفزيون إلى مساحة تقع خلف مجموعة العدسات ، ومكانها خلف الأنبوبة الإلكترونية الموجودة داخل كاميرا التصوير ، وتحتوى الكاميرا ـ أيضًا ـ على مصعد أو **Cathode** فى نهاية الكاميرا يشبه ذلك الموجود فى شاشة عرض الصورة التلفزيونية ، ويقوم هذا المصعد بإرسال شعاع من الإلكترونات تجاه المساحة التى تقع عليها الصورة الضوئية ، وهناك نظام من الملفات الكهربائية يعمل على تعجيل الشعاع الإلكترونى ويعمل ـ أيضا ـ كعدسة إلكترونية بحيث يجمع الشعاع الإلكترونى فى نقطة صغيرة مُركَّزة على مقدمة أنبوبة الكاميرا .

أما عملية المسح فيتم توجيهها عن طريق تغيير موجى فى جهد ملفات المجال الموجودة حول أنبوبة الكاميرا ، فهذا التغير فى الجهد يؤثر مغناطيسيًا على الشعاع الإلكترونى بحيث يجعله ينحرف عن مساره أثناء مروره فى داخل الأنبوبة بحيث يحدث عملية المسح السابق توضيحها .

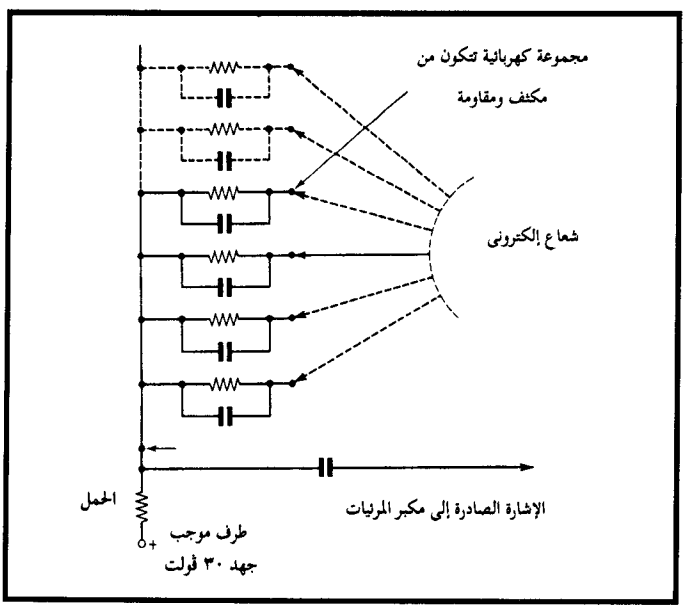


الأجزاء الأساسية فى أنبوبة كاميرا التصوير التلفزيونى

طريقة عمل الدائرة الكهروضوئية :

ذكرنا فى السابق أن الصورة الضوئية تسقط على جزء مستطيل مطلى بمادة تصبح قادرة على التوصيل الكهربائى عند سقوط الضوء عليها ، وأحد أمثلة هذه المواد أكسيد الرصاص الذى يتميز بخاصية المقاومة العالية جدًا للتوصيل الكهربائى فى الظلام ، وعلى النقيض تقل مقاومته للتوصيل الكهربائى إلى درجة كبيرة بتعرضه للضوء .

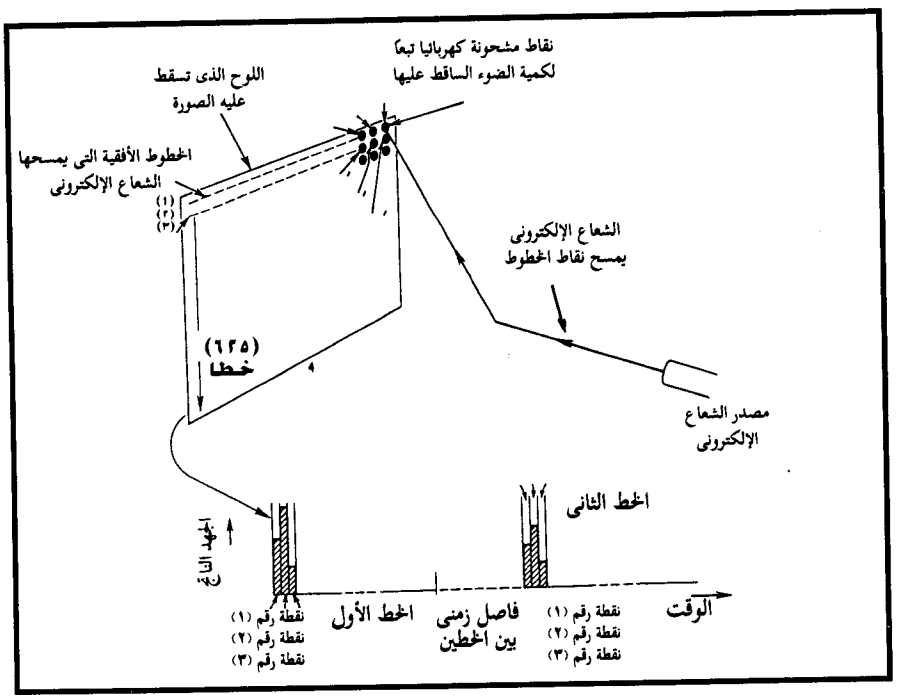
وباستغلال هذه الخاصية فى كاميرا التصوير التلفزيونى فإن سقوط صورة متباينة الاستضاءة على هذا السطح المطلى بأكسيد الرصاص سيوجد أماكن متباينة الاستضاءة والظلال ، وعند تمام تركيز الصورة لتكون فى البعد البؤرى لعدسات الكاميرا ـ تمامًا ـ فإن عناصر هذه الصورة المتكونة ستكوِّن كل منها زوجًا من العناصر الكهربائية عبارة عن مقاومة ومكثف موصلين على التوازى كما هو موضح بالشكل .



وتتناسب شحنة كل مكثف من هذه المكثفات مع شدة الضوء الساقط عند تلك النقطة .

أما الشعاع الإلكترونى الساقط على هذه النقاط فيمثل موصل لحظى يمر ـ دورياً ـ على كل نقطة فيقوم المكثف بتفريغ شحنته . وبوضع مقاومة على التوالى عند الطرف الموجب فإن الجهد الناتج سيتناسب مع الشحنات المفرغة من نقاط الصورة كل حسب شدة استضاءته .

ويمثل هذا الجهد المتغير الإشارة المطلوبة والتى تعبر كهربائيا عن شدة الاستضاءة فى نقاط الصورة المختلفة فكلما مرَّ الشعاع الإلكترونى على أحد الخطوط الأفقية ولَّد إشارات كهربائية متتالية تعبر كل منها عن شدة استضاءة نقطة من نقاط هذا الخط ، والشكل التالى يعبر عن هذه العملية :



شكل توضيحى يعبر عن مرور الشعاع الإلكترونى على النقاط الموجودة فى الخطوط الأفقية بحيث يعمل الشعاع وكأنه موصل كهربائى يدفع كل نقطة إلى تفريغ شحنتها الكهربية المتناسبة مع الضوء الساقط عليها ، وبذلك ينتج فى النهاية إشارات كهربائية تعبر كل منها عن شدة استضاءة النقطة التى تم مسحها بالشعاع الإلكترونى الذى سقط عليها ، وبتكرار مرور الشعاع على جميع النقاط فى جميع الخطوط ينتج لدينا سلسلة من الإشارات الكهربائية معبرة بالترتيب عن كل نقاط الصورة الضوئية التى تصورها الكاميرا .

سرعات المسح في الاتجاهات المختلفة :

ذكرنا ـ سابقًا ـ أن الشعاع الإلكترونى يقوم بمسح نقاط الخطوط الأفقية واحدة بعد الأخرى مُتَّجهًا من اليسار إلى اليمين إذا كنا ننظر للكاميرا من الخارج ، ثم يعود مرة أخرى بسرعة إلى نقطة البداية فى الخط الثانى ، وبذلك يكون قد تحرك رأسيا ـ أيضًا ـ لمسافة قصيرة هى المسافة البينية ما بين الخط الأول والثانى، وبذلك يكون لهذا الشعاع الإلكترونى سرعات ثلاث هى :

* سرعة المسح للخطوط الأفقية .

* سرعة القفز السريع للبدء فى مسح خط جديد .

* سرعة التحرك الرأسى هابطًا فى الوقت نفسه من الخط الأول للثانى ثم الثالث وهكذا ..

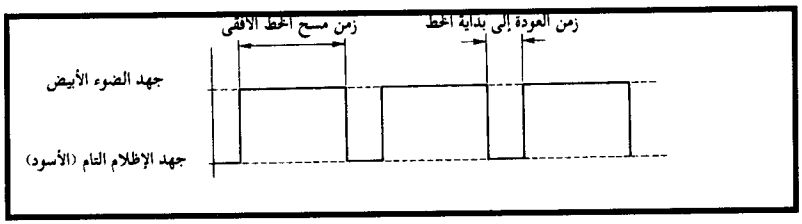
وحتى نتصور هذه السرعات الفائقة يكفى أن تعرف أن الشعاع الإلكترونى لكى ينحرف من أقصى يسار الخط الأفقى حتى أقصى يمينه يستغرق زمنًا قدره ٥٢ جزءاً من المليون من الثانية الواحدة ، أما حركة الشعاع للقفز من آخر مدى الخط الأول إلى بداية الخط الثانى فهى أسرع وتستغرق ١٢ جزءاً من مليون جزء من الثانية أو ١٢ ميكروثانية .

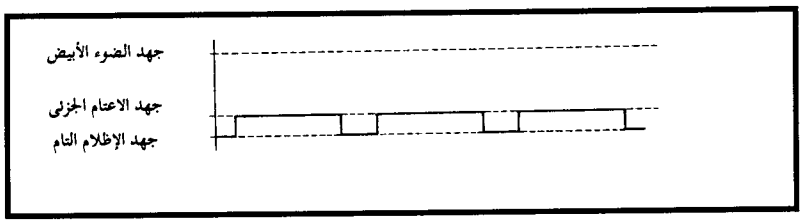
أما حركة الشعاع هبوطًا من أعلى نقطة إلى أسفل نقطة فى مستطيل الصورة فيأخذ وقتًا طويلاً نوعًا ما يُقدّر بعشرين جزء من ألف جزء من الثانية أو ما يمكن أن نسميه ٢٠ مللى ثانية .

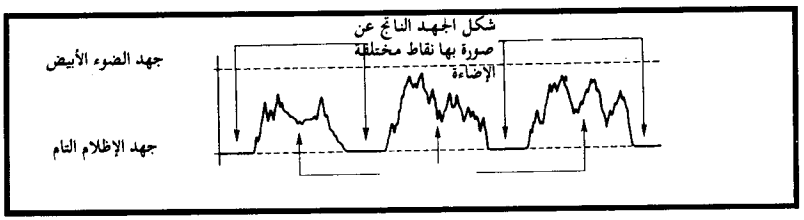
إشارات المرئيات :

تصدر الإشارات الموجية الناتجة من الجزء الإلكترونى فى كاميرا التصوير على هيئة نبضات يفرق بينها زمن ٦٤ ميكروثانية أو ٢٠ مللى ثانية والزمن ٦٤

ميكروثانية هو مجموع ٥٢+١٢ ميكروثانية التى يستغرقها الشعاع فى مسح الخط ثم القفز لبداية الخط التالى . والشكل التالى يوضح شكل هذه الإشارات فى حالة الاستضاءة المختلفة .





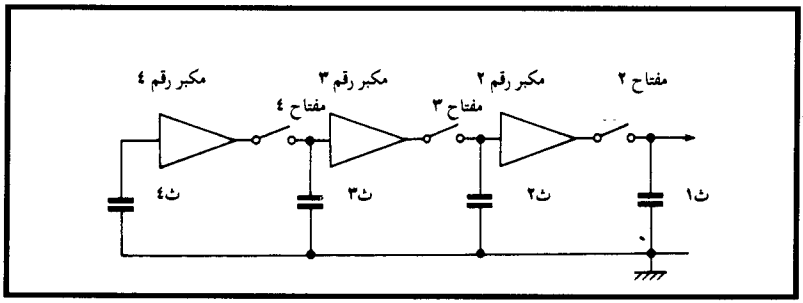


استخدام أشباه الموصلات الضوئية CCD :

فى الواقع أن هناك تقدما هائلا فى الإلكترونيات ، كما تم استحداث العديد من المكونات الكهربائية والدوائر المتكاملة والرقائق الإلكترونية ، وقد ساهم هذا التقدم فى مجال إرسال الصور التلفزيونية باستخدام أشباه الموصلات التى تحس بالضوء ، وتحول الإشارات الضوئية إلى إشارات كهربائية بدلاً من الأنبوبة التقليدية فى الكاميرات القديمة .

فقد استحدثت الرقائق الإلكترونية التى لا تزيد مساحتها على ٨×١٠ ملليمتر ، وتحتوى على عدة آلاف من أشباه الموصلات الحساسة للضوء والمصنوعة من السيلكون ، وكل واحد من هذه الموصلات الصغيرة يعمل عمل

المكثف الذى تتناسب شحنته مع شدة الضوء الساقط عليه ، وإذا رمزنا لكل مكثف من هذه المكثفات بالرمز ث١ ، ث٢ ، ث٣ .. وهكذا ، فإنه بالإمكان تمثيل ما يحدث فى حالة تعرض عدة نقاط على خط أفقى من خطوط الصورة الجارى تصويرها للضوء . بالرسم التالى :

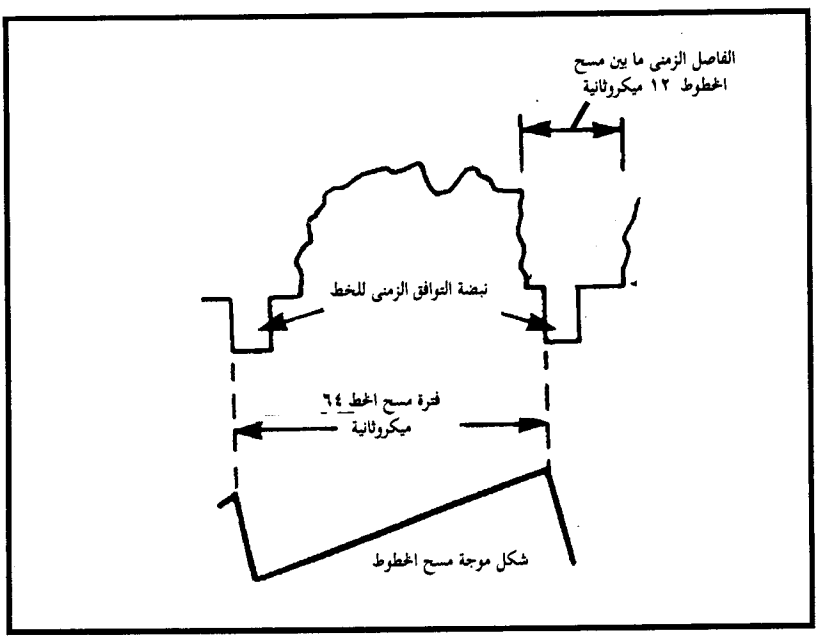


فإذا تصورنا المكثف ث٤ الذى يمثل نقطة على الخط الأفقى للصورة ، وحيث إنه معرض لشدة إضاءة معينة فإن شحنته تكون متناسبة مع شدة الإضاءة الساقطة عليه ، وستتحول هذه الشحنة بعد مرورها فى المكبر رقم ٤ إلى جهد موجود عند طرف المكبر رقم ٤ ، فإذا كانت المفاتيح رقم ٤ ,٣ ,٢ فى حالة توصيل لحظى فإن شحنة المكثف رقم ٤ ستأخذ طريقها لتحل محل شحنة المكثف رقم ٣ التى تمر بدورها إلى المكثف رقم ٢ ؛ لتطرد شحنته إلى المكثف رقم ١ ، وهكذا نجد أن عملية توصيل كل المفاتيح على الخط فى توقيت واحد متزامن يجعل شحنة المكثفات تنتقل من واحد إلى آخر فى تتابع زمنى سريع ، ومعنى ذلك أن إشارة الكهرباء المعبرة عن الضوء الساقط على نقاط الخط ستخرج من الناحية الأخرى (اليمنى) بسرعة تعتمد على سرعة فتح وغلق مفاتيح هذه الدوائر .

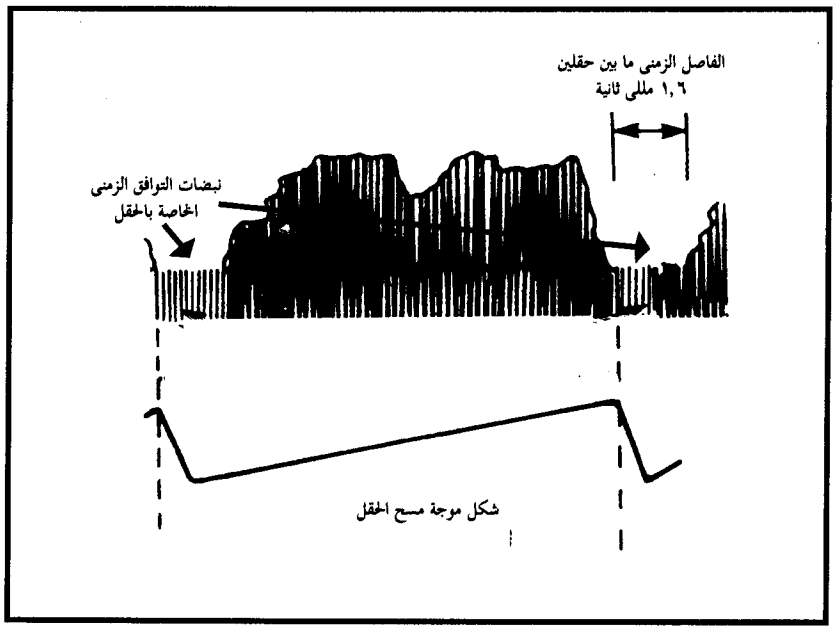
وبذلك نكون قد حصلنا على أحد روافد الصورة ، ألا وهو إشارة المرئيات ، وبقى لدينا إدخال الرافد الثانى وهو نبضات التوقيت؛ لكى يتم توافق جهاز الاستقبال مع جهاز الإرسال .

نبضات التوافق :

لكل جهاز استقبال تلفزيونى نظامه الداخلى الذى يتحكم فى عملية مسح الخطوط الأفقية على شاشته ، وهذا النظام لابد وأن يتوافق زمنيًا مع نظام المسح الخاص بالكاميرا حتى نضمن أن كل مفردات الصورة المرسلة من كاميرا التصوير يتم إعادة عرضها على شاشة جهاز الاستقبال فى مكانها الصحيح تماما. فعلى سبيل المثال إذا كانت كاميرا التصوير فى لحظة ما تمسح الجزء العلوى الأيمن للصورة ، وكان جهاز الاستقبال يمسح الجزء الأوسط من الشاشة فإن النتيجة الحتمية لذلك التعارض ظهور صورة مشوهة . ولتلافى ذلك فقد أدخلت نبضات للتوافق الزمنى على موجات المرئيات المعتادة فى فترات زمنية منتظمة ، ولهذه النبضات خصائص مميزة حتى يمكن لجهاز الاستقبال قراءتها وتمييزها . ففى بداية عملية مسح كل خط أفقى يتم إدخال نبضة سالبة الاتجاه زمنها ٤,٧ ميكروثانية فى كل فاصل زمنى ، كما هو موضح فى الشكل :



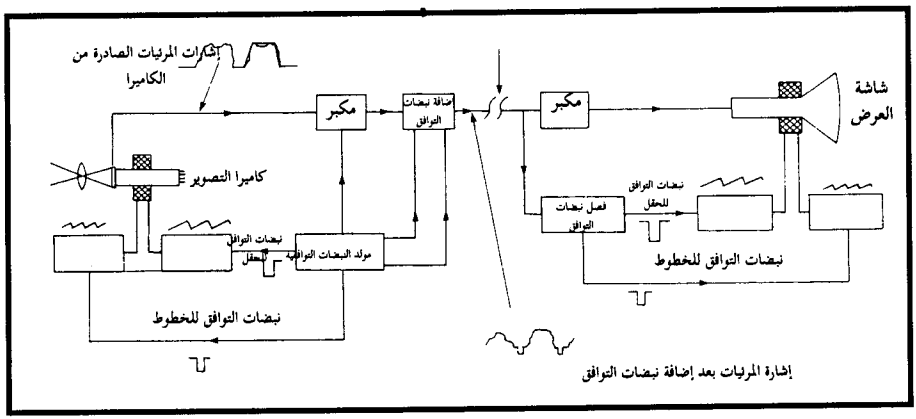
وهناك ـ أيضا ـ نبضات للتوافق الزمنى خاصة بعودة عملية المسح من آخر الصورة لأولها مرة أخرى ، أو ما يمكن تسميته بنبضات الحقل ، وهى نبضات مشابهة لنبضات الخطوط يتم إدخالها فى الفاصل الزمنى ما بين مسح الحقل الأول والعودة لأول الحقل مرة أخرى ، كما هو موضح بالشكل التالى .



إعادة إظهار الصورة :

بينا فى الصفحات السابقة كيفية الحصول على موجة إشارية مُركبة تختص بالمرئيات ، حيث تحمل هذه الموجة المركبة إشارات المرئيات وإشارات التوقيتات معًا . وعلينا الآن بيان كيفية استخدام ذلك فى إعادة إظهار الصورة فى جهاز الاستقبال ، ولتبسيط ذلك سنفترض وجود دائرة مغلقة تحوى كاميرا تصوير تلفزيونى وجهاز تلفزيون للاستقبال وأن الجهازين موصلان ببعضهما البعض عن طريق سلك محورى من النوع الذى نستخدمه فى توصيل الهوائيات ، والرسم التالى يوضح هذا الوضع والمكونات الرئيسية للدائرة المغلقة ، حيث نلاحظ وجود مولِّد رئيسى لنبضات التوافق يقوم بإرسال نبضات على هيئة

موجات تشبه شكل أسنان المنشار لكل من ملفات المسح للخطوط وللحقل ، ويرسل نبضات أخرى لمكبر المرئيات ، ونلاحظ أيضًا وجود توصيلتين من مولِّد النبضات إلى وحدة إضافة النبضات التوافقية لكى تركب هذه النبضات على الموجة الخارجة من دائرة الإرسال .



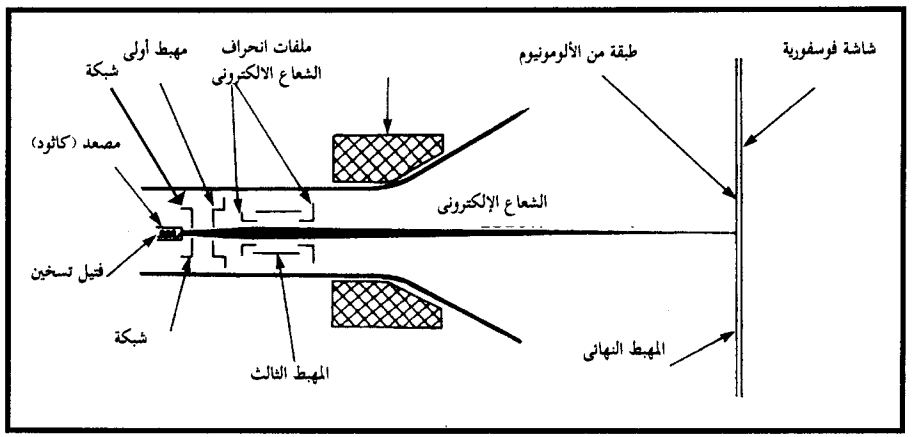
دائرة مغلقة ما بين كاميرا تصوير وجهاز استقبال
لبيان كيفية إعادة إظهار الصورة على شاشة جهاز التلفزيون .

وعند وصول هذه الموجة إلى جهاز الاستقبال يتم أولا تكبير الإشارة بالمكبر الموجود فى جهاز الاستقبال ، ثم تمر على مصعد « **كاثود**» شاشة العرض ، وهناك مسار آخر تمر فيه الإشارة الصادرة إلى وحدة فصل نبضات التوافق حيث يتم تمييز نبضات التوافق الخاصة بمسح الخطوط عن نبضات التوافق الخاصة بمسح الحقل ، ومن ثم يتم إرسال كل منها إلى الملفات الخاصة بها التى تسبب انحراف الشعاع الإلكترونى الموجود داخل شاشة العرض .

وبذلك يكون الشعاعان كلاهما فى الكاميرا وفى شاشة العرض فى توافق زمنى تام ، ومع تدفق إشارة المرئيات التى تعبر عن الضوء والظل تظهر عناصر الصورة نفسها الملتقطة بكاميرا التصوير فى الوقت نفسه على شاشة العرض .

شاشة العرض :

لكى نعرف طريقة عمل شاشة العرض الملون يجب أن نستعرض أولا طريقة عمل شاشة العرض التلفزيونية غير الملونة أو الأبيض والأسود ، ويمكن القول بصفة عامة أن هناك الكثير من أوجه التشابه فيما بين شاشة الألوان والشاشة غير الملونة . والشكل التالى يوضح المكونات الأساسية لأنبوبة أو صمام الشاشة ونلاحظ أنه يشبه ـ أيضا ـ مكونات الجزء الكهربائى من كاميرا التصوير التلفزيونية .



المكونات الإلكترونية لشاشة العرض

تبدأ عملية توليد الإلكترونات بتسخين المهبط أو الكاثود حيث تنبعث منه الإلكترونات عن طريق الحرارة ، وحول هذا الكاثود نجد الشبكة التى عادة ما تكون على هيئة أسطوانة ذات ثقب ضيق فى نهايتها ، ثم تنجذب الإلكترونات النافذة من ثقب الشبكة بقوة تأثير المهبط ذى الشحنة الموجبة القوية ، وبذلك يتوجه شعاع إلكترونى حاد إلى الشاشة أو المهبط النهائى ، ويقع هذا الشعاع الإلكترونى وهو فى مساره إلى الشاشة تحت تأثير ملفات الانحراف التى تقوم بتوجيهه حتى يقوم بعملية مسح الشاشة أفقيا خطًا بعد خط نزولا من أعلى إلى أسفل .

ونلاحظ ـ أيضا ـ أن شاشة التلفزيون مغطاة من الداخل بطبقة رقيقة من الألومنيوم ، وتوصل هذه الطبقة بمصدر جهد كهربائى عالى يصل إلى عدة آلاف فولت مما يؤدى إلى توافر فرق جهد كبير بينه وبين المصعد أو الكاثود الذى يبث الإلكترونات ، ويساعد فرق الجهد الكبير هذا على عملية تعجيل الإلكترونات ـ الصادرة من الكاثود ـ التى تصطدم بالجزء الفوسفورى من الشاشة بسرعات عالية جدا .

*** وكيف إذن يصدر الضوء من الشاشة ؟**

إن الجزء الداخلى من سطح الشاشة مطلى بطبقة من الفوسفور ، ولعنصر الفوسفور خاصية إشعاع ضوء أبيض ساطع عندما تصطدم به الإلكترونات ذات السرعات العالية ، ويتغير الضوء المنبعث من الشاشة حسب تغير التيار القادم من مكونات الصورة المرسلة ، وحسب شدة استضاءة كل نقطة فيها .

التعديل الموجى :

يقصد بهذا التعديل الموجى عملية تركيب إشارة موجية للصوتيات أو المرئيات أو النبضات الرقمية على موجة حاملة ، وتتوقف طبيعة الموجة الحاملة على الوسط الذى تسير فيه ، فمن الممكن أن يكون هذا الوسط كابل أو يكون الفضاء الجوى أو ألياف ضوئية ، كما تؤثر المسافة المطلوب تغطيتها أيضا على طبيعة الموجة الحاملة .

فعلى سبيل المثال فإن الموجات الحاملة متوسطة الذبذبة تصلح لحمل الصوت لمسافات بعيدة كما هو الحال فى الإذاعات المسموعة ، ولكنها لا تصلح لحمل موجات المرئيات ، وعلى النقيض فإن الموجات ذات الذبذبات الفائقة القيمة (SHF) تصلح للإرسال التلفزيونى الشعاعى عبر الأقمار الصناعية . ويمكننا القول بصفة عامة إن الموجة الحاملة ما هى إلا مركبة تحمل الإشارة المطلوب توصيلها من المرسل إلى جهاز الاستقبال ، ويتم التخلص منها بمجرد وصول الإشارة إلى جهاز الاستقبال ، وأدائها لدورها فى توصيل الإشارة للجهاز .

أنواع التعديل الموجى :

هناك أربعة أنواع من التعديل الموجى يتم استخدامها فى الاتصالات ، وذلك لتحميل معلومات أو موجة معينة على موجة حاملة ، والأنواع هى :

* تعديل السعة **Amplitude Modulation** .
* تعديل الذبذبة **Frequancy Modulation** .
* تعديل الوجه **Phase Modulation** .
* تعديل كود النبضات **Pulse - code Modulation** .

١ـ تعديل السعة :

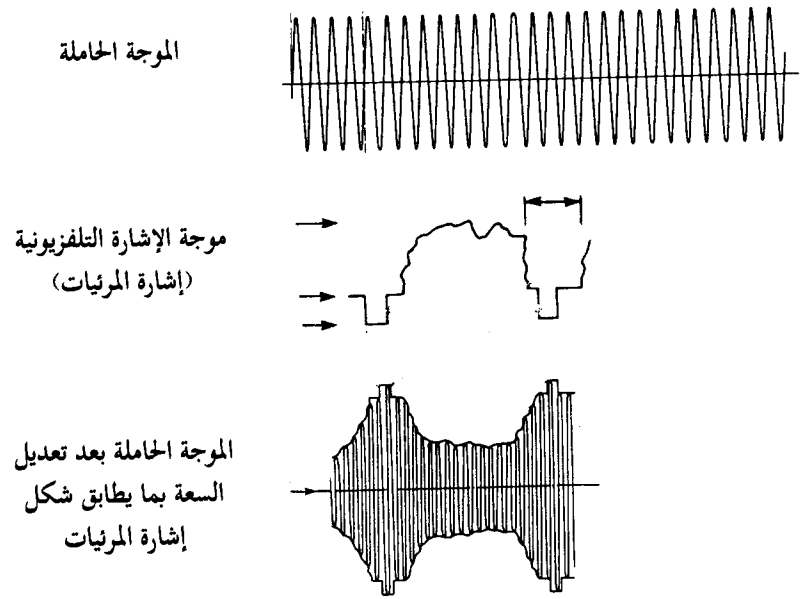
يشتهر هذا النوع بالرمز **AM** ، وهو أقدم أنواع التعديل الموجى ، وهو أسهل الأنواع وأقربها للفهم ، وتستخدم هذه الطريقة من طرق التعديل الموجى فى نقل إشارة المرئيات فى الإرسال التلفزيونى الأرضى .

ولبيان طريقة هذا التعديل للسعة فإن أول عنصر يجب تواجده هو جهاز إصدار الذبذبات أو **oscillator** حيث يقوم هذا الجهاز بإصدار ذبذبات ثابتة التردد على هيئة موجات هى التى نسميها الموجة الحاملة .

أما المعلومات التى سوف تُحَمَّل على هذه الموجات الحاملة فتعمل على تغيير سعة الموجة الحاملة . بذلك تكون إشارة المرئيات قد رُكِّبت على الموجة الحاملة، وهذا الشكل من الموجات هو الذى يتم بثه بالفعل من محطات الإرسال التلفزيونى ، وبالتالى هو الشكل نفسه الذى يستقبله جهاز الاستقبال فى المنزل .

من أهم مزايا هذا النوع من التعديل البساطة فى التعرف على الموجات ، أو

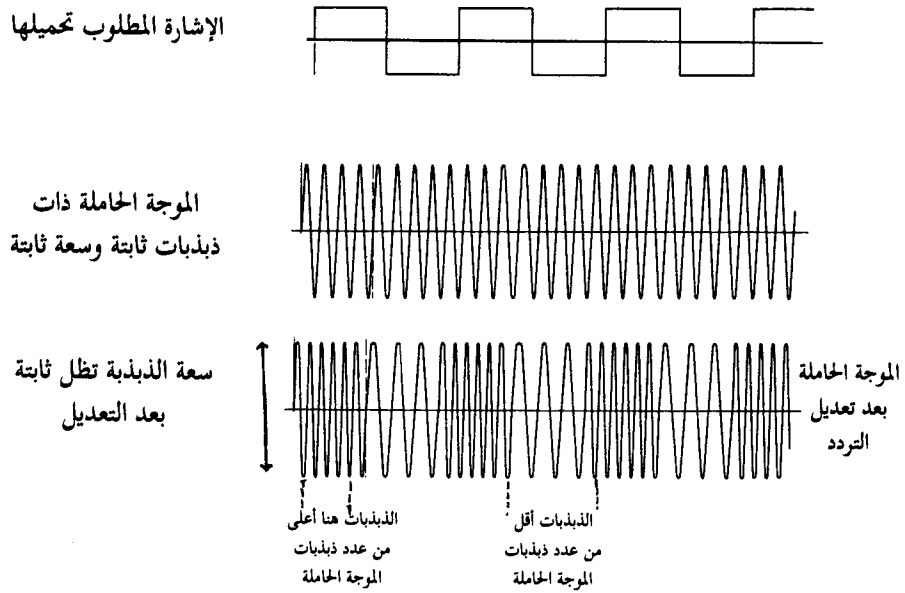
إعادة فكّها إلى عنصريها فى جهاز الاستقبال حيث لا تحتاج هذه العملية إلا إلى موحد ومرشح للحصول على عنصرى الموجة فى جهاز الاستقبال، والرسم التالى يوضح كيفية تعديل سعة الموجة الحاملة :



٢ـ تعديل الذبذبة *FM*:

هى ثانى طريقة من طرق التعديل الموجى ، وتلى طريقة تعديل السعة فى مدى انتشارها فى الإرسال ، وتستخدم فى الإرسال الصوتى إذا أردنا له درجة عالية من النقاء .

فى هذه النوعية من التعديل الموجى تظل سعة الذبذبات للموجة الحاملة ثابتة، بينما يتغير التردد فيها بمعدل يتناسب مع تذبذب الإشارة المطلوب تحميلها ، ويتغير ـ أيضًا ـ بتغير قوة الإشارة المرسلة ، والشكل التالى يوضح طريقة التعديل للذبذبة :



٣. تعديل الوجه :

فى هذا النوع من التعديل الموجى يتم تعديل وجه الموجة الحاملة تبعًا للإشارة المطلوب تحميلها ، وتشترك هذه الطريقة فى التعديل مع طريقة التعديل للذبذبة فى كثير من الخصائص ، لكن الانحراف صغير جداً بالمقارنة بذبذبة الموجة الحاملة نفسها .

والمثال الواضح فى استخدام تعديل الوجه فى الإرسال التلفزيونى هو فى إرسال الإشارات المرجعية على فترات ثابتة على موجة حاملة ثانية وبالتردد نفسه، ولكنها تختلف فى توقيتها لتحمل المعلومات المطلوبة التى يجب أن تميز عن باقى المعلومات المحمولة ، وهذه الطريقة هى الأساس فى تكويد الألوان كما سيأتى شرحه فيما بعد .

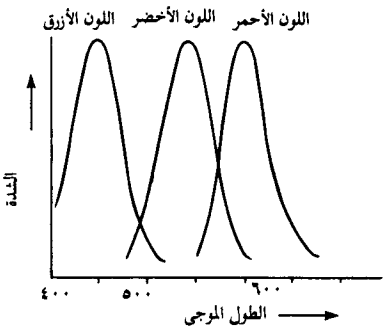
٤ـ تعديل كود النبضات :

هذه طريقة أخرى من طرق التعديل الموجى لإرسال إشارة لها حالتان فقط هما : وصل وقطع (on , off) ، ويتم ذلك بقياس لحظى لسعة الموجة الخاصة بالصوتيات أو المرئيات ، وعلى فترات زمنية منتظمة ومتقاربة بدرجة يتحقق معها التمثيل الجيد لشكل الإشارة المطلوب نقلها . ففى كل نقطة على الإشارة تتم عملية قياس السعة الموجية لها ، ويتم ترجمة هذه السعة إلى رقم يمثلها ، ثم يتم ترجمة هذا الرقم إلى رقم ثنائى بطريقة الترقيم الثنائى **binary system** ، وهى التى يتم تحويلها فى النهاية إلى مجموعة من النبضات تمثل بالضبط الرقم الدال على السعة الموجية للنقطة ، وعند استقبال هذه الإشارة بنظام الكود أو النظام الرقمى يتم إمرارها على جزء لفك رموزها هو **Decoder** حيث يتم استعادة الأرقام من النبضات الوافدة ، ثم تعامل الأرقام مرة أخرى ليصدر عنها شكل موجى يماثل الشكل الأصلى الذى كانت عليه قبل التعديل .

ويمتاز نظام التعديل الرقمى هذا عن الأنواع الأخرى من أنواع التعديل حينما يكون مسار الإرسال طويلا ، أو أن يكون معرضًا للتشويش ، أو الانعكاسات التى توثر على الإشارة المرسلة ، وقد تم حديثًا التوسع فى استخدامات التعديل الرقمى فى تقنيات التلفزيون فى أماكن أستوديوهات التصوير ومجال تصوير أشرطة الڤيديو وعند الإرسال بالألياف الضوئية .

★★الضوء والألوان★★

كلنا نعرف أن ما يذيعه التلفزيون والراديو ما هو إلا موجات كهرومغناطيسية يتحدد طولها الموجى على ترددها ، وإذا نحن استعرضنا الترددات تصاعديًا فإننا نبدأ بترددات الراديو ، ثم ترددات المحطات التلفزيونية الأرضية ، ثم ترددات الاتصالات الفضائية ، وبعد هذه الترددات بحيز آخر نجد أن الموجات الكهرومغناطيسية تتواجد فى شكل حرارة ، وبإطراد التصاعد فى التردد نصل إلى الأشعة تحت الحمراء ، وعند الذبذبات التى تتراوح ما بين ٣٨٠ مليون ، ٧٩٠ مليون ميجا هرتز نكون قد دخلنا فى نطاق الطاقة الضوئية ، وما بعد هذه الترددات هو الأشعة فوق البنفسجية ، ثم تتلوه الأشعة السينية ، وأخيراً الأشعة الكونية .

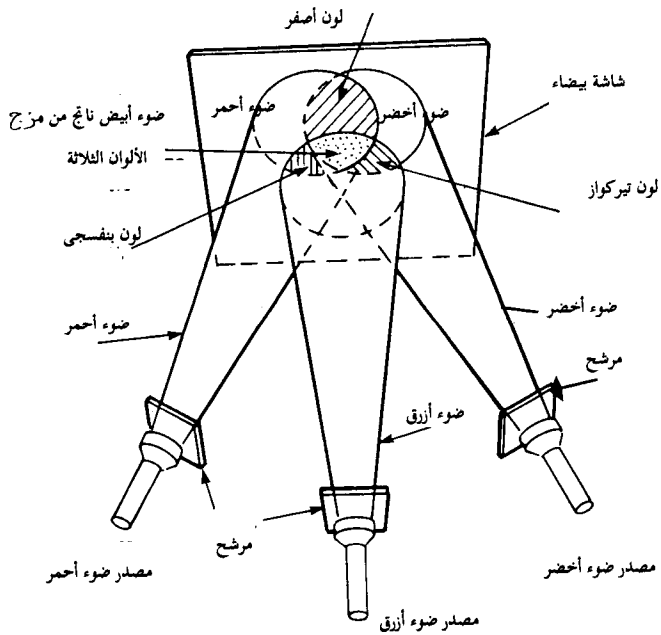


والرسم البيانى المقابل يوضح شدة الضوء الأزرق والأخضر والأحمر بالتناسب مع الطول الموجى .

ونلاحظ أن ترتيب الطول الموجى لهذه الألوان الثلاثة يأتى بالترتيب نفسه فى الطيف اللونى الذى يظهرمع قوس قزح أو عند التحليل الضوئى للضوء باستخدام المنشور الزجاجى . فالحقيقة أن الضوء الأبيض ما هو إلا خليط من ألوان الطيف ، وعملية فصل هذه الألوان بالمنشور الزجاجى تتم اعتماداً على أن لكل لون من هذه الألوان معامل انكسار مختلف يعتمد على الطول الموجى الخاص بكل لون من ألوان الطيف ، فإذا نحن أمررنا هذه المجموعة من ألوان الطيف على منشور مقلوب ستتجمع هذه الألوان لتنتج لنا ضوءاً أبيض مرة

أخرى ، وتدل عملية تحليل وإعادة تجميع الضوء الأبيض هذه على أن الضوء الأبيض يحوى كل ألوان الطيف المرئية ، وإننا يمكننا الحصول على الضوء الأبيض بإضافة كميات متناسبة من الألوان ، أما فى حالة التلفزيون فإن الاعتماد يكون ـ أساسًا ـ على ثلاثة ألوان هى الأحمر والأخضر والأزرق .

والرسم التالى يوضح نظرية مزج هذه الألوان الأساسية حيث يتم إسقاط هذه الألوان الثلاثة من ثلاثة مصادر على شاشة تتوسط المصادر الثلاثة ، وفى منطقة تقاطع الألوان الثلاثة نجد أن المزيج ينتج اللون الأبيض . انظر الشكل .



★ ترشيح الألوان :

لاحظنا فى الرسم السابق وجود مرشح على كل مصدر ضوء ملون ، وفائدة هذا المرشح هو أنه يمتص جميع الألوان عدا اللون المطلوب مروره فمثلا عند وضع مرشح أحمر على مصدر للضوء فإن هذا المرشح يمتص كل الألوان عدا اللون الأحمر ، وبذلك نضمن أن الضوء المسلط هو ضوء أحمر دون أى شوائب أخرى ، وبالمثل يسمح المرشح الأخضر للضوء الأخضر فقط بالمرور ويمتص باقى الألوان .

★ الألوان المتكاملة :

كما علمنا فإن الضوء الأبيض يمكن أن نعتبره خليطًا من الألوان الثلاثة الأساسية الأحمر والأخضر والأزرق ، ولكن مع توافر هذه الألوان الثلاثة يمكننا ـ أيضا ـ تكوين تباديل وتوافيق بين لونين فقط من الثلاثة ، فمثلا إذا حذفنا الأزرق وتبقى لدينا الأحمر والأخضر ومزجناهما معًا ينتج لنا الأصفر ، وهذا اللون الأصفر يعتبر لونًا تكميليًا للون الأزرق طالما أنه اللون المحذوف من الألوان الأساسية فى عملية الحصول عليه .

وبالمثل يمكننا القول بأن اللون التيركواز هو اللن التكميلى للأحمر ، وكذلك فإن اللون البنفسجى هو اللون التكميلى للأخضر لأن الأحمر هو المحذوف عند تكوين اللون التيركواز من الأزرق والأخضر ، أما الأخضر فهو اللون المحذوف عند تكوين اللون البنفسجى من الأحمر والأزرق .

وبذلك نجد أن لدينا ثلاثة ألوان أساسية هى الأحمر والأزرق والأخضر وثلاثة تكميلية هى الأصفر والتيركواز والبنفسجى ، وكل هذه الألوان بالإضافة إلى اللون الأبيض يمكن الحصول عليها من الألوان الثلاثة الأساسية .

وسيلاحظ المشاهد لشاشة التلفزيون أنه بالإمكان تواجد كل الألوان الطبيعية فى الصورة المعروضة بشرط أن يكون مستوى الإضاءة فى غرفة المشاهدة منخفضاً بعض الشيء .

★ الإضاءة واللون والتشبع :

فى التلفزيون البدائى «**الأبيض والأسود**» كان التركيز فى الصورة الناتجة على عامل واحد هو شدة الإضاءة واختلافها من نقطة وأخرى ، وكانت المعلومات التى تنقلها الموجات الكهربائية الصادرة عن الصورة هى معلومات تصف مدى إضاءة أو إعتام النقطة المعينة ، كما هو الحال فى الصور الفوتوغرافية البيضاء والسوداء ، وبذلك كنا نتعامل فى الأجهزة غير الملونة مع عامل واحد هو شدة الاستضاءة .

أما فى حالة التلفزيون الملون فهناك متغيران آخران يجب أن يتم تعريفهما : أولهما اللون وثانيهما درجة تشبع اللون أو (قوة اللون) ، واللون يعتمد على طول موجة الضوء المشع كما سبق وبينا أن لكل لون من الألوان الأساسية طول موجى معين تكون شدته أكبر ما يمكن .

والتشبع يعبر عن كمية اللون الأبيض التي يخفف بها اللون ، وبمعنى آخر يمكن تعريفها بأنها الخاصية التى تدلنا على بُعْد اللون المقصود عن نقطة اللون الأبيض الموجودة فى منتصف دائرة تلاقى الألوان الثلاثة الأساسية ، فإذا نحن تخيلنا الألوان الثلاثة الأساسية مرسومة كرؤوس لمثلث فإن المنطقة الوسطى لهذا المثلث هى التى تمثل وجود اللون الأبيض الساطع ، أو ما يمكن تسميته بضوء النهار ، فإذا تخيلنا وجود مؤشر دوَّار يرتكز على نقطة الضوء الأبيض تمامًا فإن طول هذا المؤشر يعبر عن تشبع لون أى نقطة داخل المثلث وزاوية ميل هذا المؤشر تعبر عن اللون .

★ قدرات العين البشرية :

لقد استغل العلماء بعض القصور النسبى الموجود فى العين البشرية فى تصميم آلات عرض السينما وأجهزة التلفزيون ، ذلك أن العين عند الإنسان تستمر فى رؤية أى غرض تقع عليه لمدة ٨٠ ميللى ثانية بعد اختفائه ،

وباستغلال هذه الخاصية يتم عرض عدد من الصور الساكنة بسرعة تفوق سرعة تتبع العين لها ، فتشاهدها العين بطريق الخداع البصرى على أنها صور متحركة ، وهناك خاصية أخرى مهمة هى أن العين لا تميز بدقة التفصيلات الملونة فى الصورة ولا تستجيب بالقدر نفسه لكل الألوان ، وقد وجد أن أكبر حساسية للعين تقع فى المنطقة اللونية ما بين الأصفر والأخضر ويكون الإحساس فى منطقة اللون الأحمر والأزرق .

★ نسبة التباين :

إن المدى ما بين أقصى وأدنى استضاءة يعتبر لا نهائيا ، فابتداء من وهج ضوء الشمس حتى الإظلام التام – الموجود فى أحد الأماكن مُحْكَمَة الإغلاق التى لا ينفذ إليها أى مصدر للضوء ـ يوجد مدى شاسع لمستوى الاستضاءة لأى نقطة . ونحن عندما ننتج صورة ثابتة أو تلفزيونية فإن الفارق ما بين أكثر نقاطها استضاءة وأقل نقاطها استضاءة يقل كثيراً عن الواقع .

ففى الصورة التلفزيونية لايمكن الوصول بإعتام أكثر نقاط الصورة إعتاما أكثر مما يتيحه إظلام المادة الفوسفورية الموجودة على الشاشة التى لا يسقط عليها أى إلكترون ، كما أن أكبر استضاءة لأى نقطة محددة بإمكانيات الشاشة نفسها وتبلغ نسبة التباين ما بين أكثر إضاءة وأدنى إضاءة فى صورة التلفزيون نسبة ٥٠ : ١ .