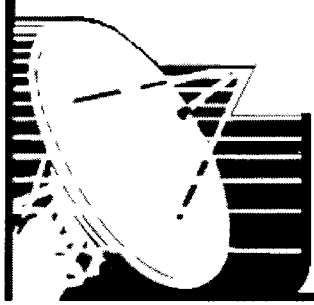
القراءة والكتابة بالألوان الثلاثة

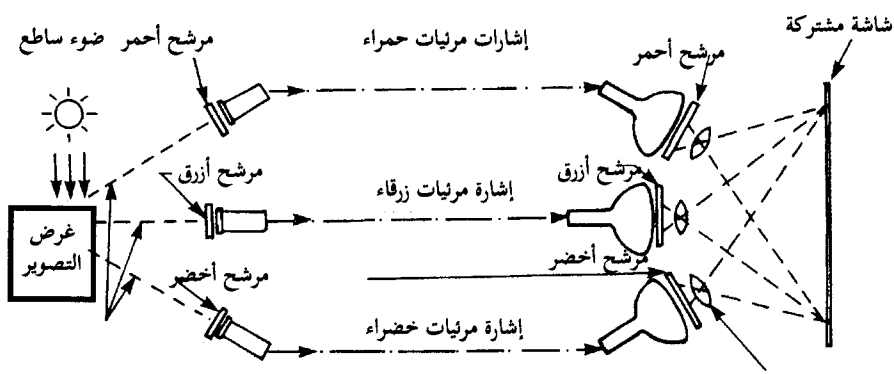
* * * * *

- محاولة التفكير في تلوين الصورة .
- حل المشكلات وصولاً إلى الصورة الملونة .
- الكاميرا ثلاثية الأسطوانات .
- إشارة الاستضاءة .
- كاميرا التصوير ذات الأسطوانة الواحدة .
- الإشارات الدالة علي اختلاف اللون .
- معاملة مفردات الصورة الملونة .
- تكوين إشارة الألوان (كروما)
- الاتصال ما بين الاستوديو ومحطة الإرسال .
- مدي الإرسال .
- الاستقطاب .
- الاستقبال .
- هوائي الاستقبال .
- وضع الهوائي .



تمهيد :

*إذا نحن استعرضنا المعلومات التى ذكرناها فى الصفحات السابقة نجد أننا قد أصبحنا على الطريق نحو فَهْم نظام عمل جهاز التلفزيون الملون ؛ لأن كل الألوان الموجودة فى الغرض المطلوب تصويره وإذاعة صورته على شاشات التلفزيون يمكن تكوينها بالألوان الأساسية الثلاثة ، ويمكننا تبسيط الأمر إذا نحن تخيلنا تجميع تلفزيون ملون عن طريق مضاعفة جهاز تلفزيون غير ملون ثلاث مرات بحيث يعبر كل واحد من هذه الأجهزة عن عمل لون من الألوان الأساسية الثلاثة . **والشكل التالى** يوضح نظامًا لثلاث كاميرات تصوير متماثلة لكل منها مرشح للضوء يسمح بمرور لون واحد، ثم توصل هذه الكاميرات الثلاث بكابل توصيل يحمل إشارات المرئيات من كل كاميرا إلى شاشة عرض لها نفس المُرَشّح اللونى بحيث تختص الكاميرا الأولى والشاشة الأولى باللون الأحمر ، والمجموعة الثانية باللون الأزرق ، والمجموعة الثالثة باللون الأخضر ، ثم تقوم الشاشات الثلاث بتجميع الضوء الناتج منهم على شاشة مشتركة (انظر الشكل) .*



هذا الشكل التوضيحى سيعطينا صورة لا بأس بها إذا تم تجميع الإشارات الملونة بطريقة دقيقة على الشاشة ، وهذا النظام غير عملى على الإطلاق ، فهو يستخدم ثلاث كاميرات وثلاثة أجهزة عرض وعدداً من المرشحات اللونية والعدسات .

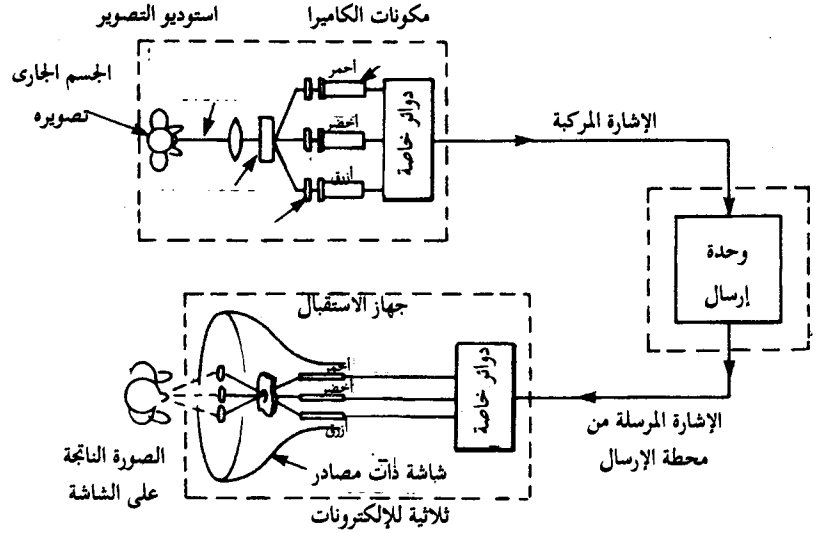
★ محاولة التفكير في تلوين الصورة :

إن فكرة الصورة التلفزيونية كما علمنا لا تخرج عن كونها عرض سريع لمجموعة من الصور الساكنة بحيث يتم عرض هذه الصور بسرعة تفوق قدرة العين على تمييز السكون . وقد برزت فى أول الأمر فكرة لتلوين الصورة عن طريق تغيير مرشحات للألوان بطريقة ميكانيكية أمام أنبوبة التقاط الصورة ، بحيث يتوالى ظهور المرشحات بالألوان الثلاثة الأحمر والأخضر والأزرق أمام الشعاع ، وبذلك تتحول كل لقطة لحظية غير ملونة إلى لقطة ملونة ، وبذلك يتم اختصار النظام الثلاثى السابق إلى جهاز واحد به مرشحات ثلاثة يتم إدارتها ميكانيكيًا .

ولكن ظهرت مشكلة أمام هذه الفكرة هى أن تكرار دوران كل مرشح لونى على الصورة سيكون بسرعة تساوى ثلث سرعة تكرار الصورة التى هى كافية بالكاد لخداع البصر وإظهار الحركة ، وللتغلب على تلك العقبة كان لابد من زيادة سرعة مسح الشاشة واستدعى ذلك ـ أيضًا ـ زيادة سعة عرض الموجة ، مما أدى إلى اختراع طريقة مختلفة تمامًا لإرسال واستقبال الصور التلفزيونية الملونة.

★ حل المشكلات وصولاً إلي الصورة الملونة :

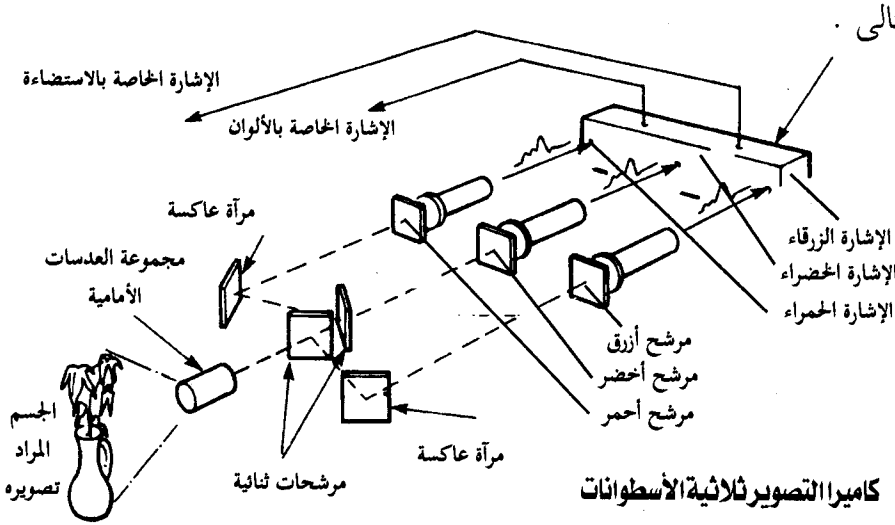
بدلا من استعمال ثلاث كاميرات للتصوير فقد استقر التفكير إلى استعمال كاميرا تصوير واحدة يمكنها حمل ما بين واحد إلى أربع وحدات ؛ لالتقاط الصورة ومع كل وحدة مرشح للضوء ، وعند وصول الموجات لجهاز الاستقبال يتم التعامل بين إشارات الألوان والمرئيات وإشارات الفواصل وإشارات التوافق فى قناة استقبال واحدة شبيهة بتلك الموجودة في جهاز التلفزيون غير الملون ، بحيث لا يستخدم إلا وحدة توليف واحدة ومكبّر للذبذبات المتوسطة ، ويتم تجميع عناصر الإشارة الضوئية واللونية إلى إشارات بالألوان الأساسية الأحمر والأزرق والأخضر ، ثم تمرر إلى شاشة عرض ملونة قادرة على إظهار الصور الثلاث مجموعة فى صورة واحدة على الشاشة . والرسم التالى يوضح هذه الطريقة :



★ الكاميرا ثلاثية الأسطوانات :

تُعَدُّ الكاميرا ذات الأسطوانات الثلاث أبسط أنواع آلات التصوير التلفزيونى التى يمكن عن طريقها فهم تقنية عمل آلات التصوير .

ولهذه الكاميرا عدسة أمامية واحدة ؛ لذلك فإن الضوء النافذ خلالها يتم تحليله إلى الألوان الأساسية من خلال مرشحات ، كما يتم ـ أيضًا ـ فَصْل هذا الضوء إلى ثلاثة أقسام يصل كل جزء إلى الأنبوبة الحساسة الخاصة به ويتم ذلك عن طريق مرشحات ثنائية ومجموعة من المرايا كما هو موضح فى الرسم التالى .



كاميرا التصوير ثلاثية الأسطوانات

ونوعية المرشحات الثنائية المستخدمة هنا لها خاصية فريدة تسمح لها بعكس لون واحد فقط ، ثم تمرر اللونين الآخرين خلالها ، وبذلك تستقبل كل أسطوانة من أسطوانات الكاميرا صورة بلون واحد من الألوان الأساسية ، ثم يعالج الخرج الناتج من كل أنبوبة بحيث يتحول إلى نبضات متناسبة مع الصورة باللون الخاص لكل أنبوبة ، ثم تعالج الإشارات الثلاث (الحمراء والخضراء والزرقاء) ؛ لتخرج الإشارة النهائية التى تحمل كل مفردات الموجة من مرئيات ولون وفواصل وتوافق زمنى .

★ إشارات الاستضاءة :

من المهم أن يحوى نظام الإرسال الملون إشارات يمكن تمييزها بأجهزة الاستقبال غير الملونة بحيث يصبح الخيار متاحًا للمتفرج أن يرى الصورة بجهاز ملون أو غير ملون ، ويستلزم ذلك أن يتماشى الإرسال الملون مع خصائص التلفزيون التقليدى غير الملون ؛ لذلك فمن الضرورى إرسال إشارة استضاءة تحمل معلومات ومفردات الصورة من حيث السطوع والظلال ، ثم يضاف لتلك الإشارة باقى المفردات الخاصة بالصورة الملونة التى يمكن استقبالها فقط بجهاز الاستقبال الملون ، ولهذا الأسلوب ميزة أخرى وهى إمكانية استقبال صورة بالأبيض والأسود على الجهاز الملون فى حالة حدوث عطب فى الجزء الذى يعيد تجميع الألوان .

فالهدف الأول أمامنا ـ إذن ـ هو استنتاج إشارة استضاءة من الإشارات الملونة الثلاث الحمراء والزرقاء والخضراء .

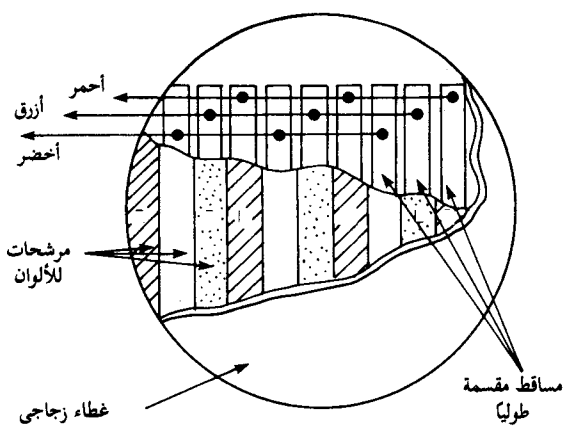
يتم استنتاج إشارة الاستضاءة من الإشارات الملونة عن طريق دمج الإشارات الحمراء والخضراء والزرقاء بنسبة ٣٠ ٪ ، ٥٩ ٪ ، ١١ ٪ على الترتيب بحيث يكون المجموع ١٠٠ ٪ ، فلو افترضنا أن كل أسطوانة من الأسطوانات الثلاث قد تم ضبط أقصى جهد لها قدره ڤولت وهو المكافئ للضوء الأبيض الساطع فإن عملية أخذ ٣٠ ٪ من الإشارة الحمراء ، ٥٩ ٪ من الإشارة الخضراء ، ١١ ٪ من الإشارة الزرقاء تجعلنا نحصل على قيمة تعادل ڤولت أيضا ، وهنا يبرز السؤال المنطقى وهو لماذا لم نأخذ نسبًا متساوية من الألوان الثلاثة ؟ والإجابة هى أن

هذه النسب قد تم اختيارها بالتناسب مع درجة حساسية العين البشرية لكل لون من الألوان الثلاثة وقد سبق لنا الإشارة لهذا فى الصفحات السابقة .

وهذه الإشارة الخاصة بالاستضاءة تعادل ـ تقريبًا ـ ما كنا نسميه إشارة المرئيات فى نظام الإرسال غير الملون ، وحيث إن كاميرا التصوير غير الملونة ستنتج إشارة جهدها الأقصى يساوى ١ ڤولت عندما توضع أمام جسم أبيض تمامًا فإنها ستنتج فى الظروف نفسها ما قيمته ٠,٣ ڤولت من أى جسم لونه أحمر كامل التشبع ، وتنتج ما قيمته ٠,٥٩ ڤولت من أى جسم لونه أخضر كامل التشبع ، وتنتج ما قيمته ٠,١١ ڤولت من أى جسم لونه أزرق كامل التشبع . ونلاحظ أن النسب نفسها هى التى تخرج من أسطوانات الكاميرا الملونة عندما تسلط على جسم أبيض ، فهذه النسب الثلاثة يتم دمجها ـ معًا ـ لتعطى الإحساس والصورة للجسم الأبيض .

★ كاميرا التصوير ذات الأسطوانة الواحدة :

استجابة للمتطلبات الصحية فقد تم تطوير تقنية كاميرا التصوير وصولاً إلى نوع يستخدم أسطوانة واحدة بما تحمله ـ أيضا ـ من تبسيط واقتصاد فى النفقات ، وتعتمد هذه النوعية من كاميرات التصوير على مسقط خاص للصورة عليه مصفوفة من الجزئيات لها القدرة على التمييز بين الألوان ، وهذه المنظومة مصنوعة من المرشحات الضوئية ، وأحسن مثال على هذه النوعية من المساقط النوع ثلاثى القطبية المبين فى الشكل .



خلف الحاجز الزجاجى هناك مجموعة من المرشحات الطولية عبارة عن شرائط طولية رأسية مرتبة بالألوان الأحمر والأخضر والأزرق ومكررة بالنظام نفسه ، وخلف هذه المرشحات الرأسية نجد ثلاث شبكات لكل لون شبكة ، وكل قضبان هذه الشبكات تقع خلف المرشح الخاص بها ، وهذه القضبان عبارة عن مساقط مقسمة طوليًا يتم مسحها بالطريقة المعتادة بالشعاع الإلكترونى، وتكون الإشارة الناتجة من هذه المساقط عبارة عن إشارات بالألوان الثلاثة الأساسية تماثل الإشارات الثلاثة التى كانت تصدر من الأسطوانات الثلاث فى الكاميرا ثلاثية الأسطوانات .

★ الإشارات الدالة على اختلاف اللون :

بيَّنَّا حتى الآن أن الصورة الملونة تحمل خصائص ثلاث هى :

١ـ استضاءة أى نقطة فيها .

٢ـ لون مكوناتها .

٣ـ درجة تشبع اللون أو عمق اللون .

فعندما يقوم الشعاع الإلكترونى بمسح جزء أحمر من الصورة ـ مثلاً ـ فإنه يستقبل بيانات عن استضاءة ذلك الجزء ، وعن لون هذا الجزء ، وعن درجة تَشَبُّع هذا الجزء ؛ لأن كل هذه العوامل الثلاثة موجودة فى الجزء الأحمر بل وفى كل لون يجرى تصويره ، ولكن يجب ـ هنا ـ أن نتذكر أن إشارة الاستضاءة يتم معاملتها منفصلة عن طريق مزج الألوان الثلاثة بالنِّسب السابق ذكرها ، ثم يتم إرسال إشارة الاستضاءة بصورة تجعل استقبالها مُمْكنًا بجهاز الاستقبال غير الملون ، وذلك يعنى ضرورة إرسال إشارة أخرى مصاحبة لها حتى يمكن لأجهزة الاستقبال الملونة أن تجد بيانات أخرى تصف اللون وتصف درجة تشبع اللون لكل نقطة من نقاط الصورة المرسلة ، وهذه الإشارة المساعدة هى التى نسميها عنصر التلوين أو «**الكروما**» .

ويتم تكوين إشارة اللون هذه على موجة حاملة فرعية ، حيث يتم تعديل هذه الموجة الفرعية الحاملة باستخدام إشارات الفارق اللونى وإشارات الفارق

اللونى هى :

- إشارة الأحمر مطروحًا منها إشارة الاستضاءة .
- إشارة الأخضر مطروحًا إشارة الاستضاءة .
- إشارة الأزرق مطروحًا منها إشارة الاستضاءة .

وإشارة الأحمر والأخضر والأزرق هنا هى الإشارات اللونية الأصلية المرسلة من كاميرا التصوير ، أما إشارة الاستضاءة فهى الإشارة الناتجة عن دمج إشارات الألوان الثلاثة بالنسبة المئوية (٣٠ ، ٥٩ ، ١١) السابق توضيحها .

وليس من الضرورى إرسال إشارات الفارق اللونى كلها إذ يكفى إرسال اثنتين منها ، ثم يقوم جهاز الاستقبال باستنتاج الثالثة ، وعادة ما يتم إرسال كلاً من إشارة الأحمر مطروحًا منها الاستضاءة وإشارة الأزرق مطروحًا منها الاستضاءة بينما يتم استنتاج الأخضر فى جهاز الاستقبال ، والسبب فى ذلك أن الاستضاءة تأخذ نسبة كبيرة من إشارة اللون الأخضر (٥٩ ٪) عنها فى الأحمر والأزرق ؛ لذلك فإن الفارق ما بين اللون الأخضر والاستضاءة يكون أصغر من فارق اللونين الآخرين .

وهذا الفارق الضئيل سيكون عرضة للتشويش أثناء الإرسال أكثر من اللونين الآخرين ذوى الفارق الأكبر .

ومن الأشياء الطريفة هنا أن نلاحظ أن الفارق اللونى تصبح قيمته قريبة من الصفر عندما يكون المنظر الجارى تصويره خاليًا من الألوان ، كأن يكون منظرًا مليئا بالألوان الرمادية والبيضاء مثلاً .

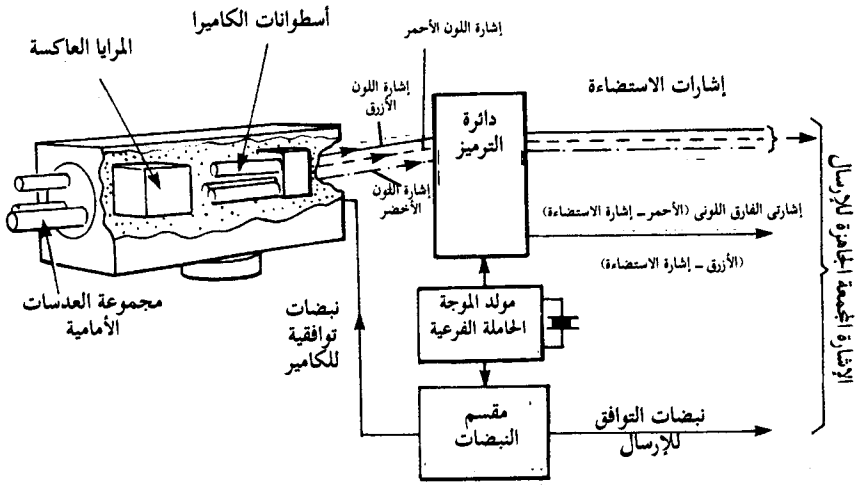
فلو افترضنا أننا بصدد تصوير غرض أبيض اللون تماما فإن عناصر الألوان الثلاثة الأحمر والأخضر والأزرق سوف تكون قيمة كل منها تساوى الواحد الصحيح ، ولما كانت استضاءة النقطة نفسها تساوى ٠,٣ مضروبة فى الأحمر +٠,٥٩ مضروبة فى الأخضر +٠,١١ مضروبة فى الأزرق أى أن الاستضاءة =

$$(١\times٠,٣)+(١\times٠,٥٩)+(١\times٠,١١) = ١$$

وبذلك يكون الفارق اللونى للألوان الثلاثة =١-١= صفر .

★ معاملة مفردات الصورة الملونة :

لكى نتمكن من إرسال مفردات الصورة الملونة فإن الإشارات الأولية الخاصة بالألوان الأساسية الثلاثة الصادرة عن أسطوانة كاميرا التصوير يتم توصيلها إلى دائرة للترميز **encoder** حيث تقوم هذه الدائرة بمعاملة الإشارات بحيث تجعلها صالحة للإرسال ، ويمكن تشبيه هذه العملية بعملية إرسال رسالة مهمة من طرف مرسل إلى آخر مستقبل وبين الاثنين كتاب فيه رموز وشفرة يفهمها الطرفان ، فيقوم الطرف المرسل بإعادة كتابة الرسالة بالشفرة المختصرة المتعارف عليها بين الطرفين لتصبح الرسالة مختصرة ، ثم ترسل للطرف الآخر الذى يستخدم كتابة الرموز والشفرة نفسها ؛ ليحل الرموز ، ومن ثم يستعيد الرسالة الأصلية المرسلة نفسها .



رسم توضيحى لبيان كيفية معالجة إشارات الألوان الأساسية لجعلها فى هيئة إشارات استضاءة ، فارق لونى ، نبضات توافق .

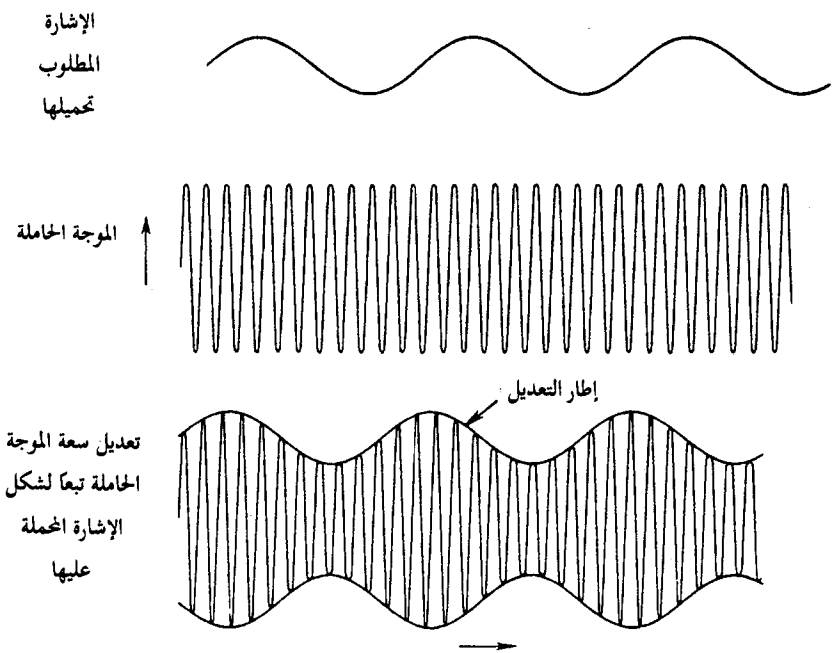
وهذا ما يحدث داخل دائرة الترميز ففيها يتم إضافة إشارات الألوان الأساسية الثلاثة بالنسب التى ذكرناها ؛ لكى نحصل على إشارة الاستضاءة ، ثم تستخدم هذه الإشارة فى عملية طرح ـ لإشارة اللونين الأحمر والأزرق كل على حدة ـ من قيمتها (الأحمر مطروحًا من إشارة الاستضاءة) ، (الأزرق مطروحًا من إشارة الاستضاءة) ، ثم يتم استخدام هاتين الإشارتين فى عمل تعديل موجى لموجة حاملة فرعية ، والرسم السابق يوضح عملية معالجة الإشارات الصادرة من

أسطوانات الكاميرا ؛ لإخراجها فى هيئة إشارات (استضاءة ، فارق لونى ، نبضات توافق) .

★ تكوين إشارة الألوان (كروما) :

وضحنا فى الفقرات السابقة كيفية استنتاج إشارات الاستضاءة والفارق اللونى ، وكيف أنهما يحملان خصائص ومفردات الصورة الملونة ، ونحن الآن بصدد بيان كيفية دمج هذه الإشارات للحصول على الإشارة النهائية التى تحوى كل من اللون ، المرئيات ، والفواصل ، ونبضات التوافق .

لقد ذكرنا فى السابق ـ أيضا ـ فكرة تحميل موجة على موجة أخرى بطريقة التعديل فى سعة الموجة الحاملة ، وهى عبارة عن عملية نجعل فيها سعة الموجة الحاملة تتغير متأثرة بالإشارة المطلوب تحميلها ، كما هو موضح فى الشكل التالى :



عملية التعديل فى السعة لتحميل إشارة ذات تردد منخفض على موجة ذات تردد عالٍ بحيث تكون سعة كل نقطة مساوية للمجموع الجبرى لسعة الموجتين عند هذه النقطة .

وهذا التعديل الموجى يمكن الحصول عليه باستخدام دائرة كهربائية بسيطة ، فعلى سبيل المثال يمكن توصيل الإشارة المطلوب تحميلها إلى ترانزستور ، بحيث تغير هذه الإشارة من جهد مجمع الترانزستور ، فإذا وصلنا الموجة الحاملة بقاعدة الترانزستور فإن سعة الموجة الناتجة ستتأثر بتغير جهد المجمع الذى يتغير بدوره تبعاً لشكل الإشارة المطلوب تحميلها ، وبذلك نحصل على الشكل المعدل الموضح بالرسم .

★ الإرسال والاستقبال :

بدأ الإرسال بالموجات عالية التردد **UHF** فى عام ١٩٦٧ ، ثم توالى إنشاء المحطات على هذه الموجة فى جميع أنحاء العالم . وينقسم الإرسال الأرضى التلفزيونى إلى مجموعتين رئيسيتين من مجموعات الترددات والقنوات . فالمجموعة الأولى تضم القنوات من رقم ٢١ إلى رقم ٣٤ وتعمل فى حيز الترددات من ٤٧١,٢٥ ميجا هرتز إلى ٥٨١,٢٥ ميجا هرتز، والمجموعة الثانية تضمن القنوات من رقم ٣٩ إلى رقم ٦٨ ، وتعمل فى حيز الترددات من ٦١٥,٢٥ ميجا هرتز إلى ٨٥٣,٢٥ ميجا هرتز ، أما الموجة الحاملة للصوت فى كل قناة فموزعة بفارق ٦ ميجا هرتز عن تردد الموجة الحاملة للمرئيات . وتعمل كل مجموعة محلية من هذه المحطات فى حدود ترددات معينة عادة ما تكون فى حيز مقداره ٨٨ ميجا هرتز .

★ الاتصال ما بين الاستديو ومحطة الإرسال :

يتم إرسال الإشارات الخاصة بالصوت والصورة من استوديو الإذاعة إلى محطة الإرسال عن طريق كابل توصيل ، أو عن طريق قناة اتصال بالراديو حيث تصل إلى هوائيات الإرسال .

أما محطات الإرسال الفرعية فمعظم هوائيات الإرسال الموجودة بها تكون فى أماكن عالية لا يسهل الوصول إليها ؛ لذلك فيتم توصيل الإشارات إليها عن طريق الراديو أيضًا ، وهو نظام يعتمد على الميكروويف الذى ينقل الإرسال باستخدام أبراج عالية مركب عليها هوائيات على شكل (طبق) فى كل نقطة

توصيل ، وهذه الهوائيات الطبقية موجهة إلى بعضها البعض بدقة متناهية ، ونحن نلاحظ وجود هذه الهوائيات موضوعة فى منتصف الأبراج المعدنية الخاصة بشبكات الميكروويف فى مناطق الإرسال ومحطات التقوية فى أنحاء البلاد ، أما الكابلات التى تستخدم فى توصيل الإشارة ما بين الاستوديو ومحطات الإرسال فعادة ما تكون من الألياف الزجاجية ذات السعة الواسعة .

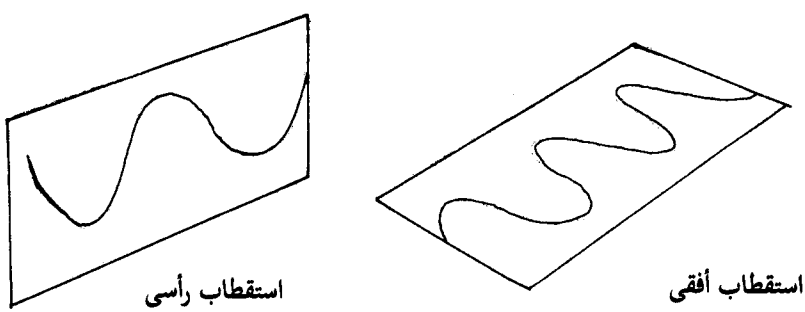
★ مدى الإرسال :

عند الإرسال بالموجات العالية الترددUHF يتحدد مدى الإرسال لمدى يصل أبعد قليلا من مدى الرؤية ، وذلك لتحدب سطح الكرة الأرضية ؛ لذلك فإن الإرسال الواضح يمكن استقباله فى مدى نصف قطره ٣٠-٤٠ كيلو متراً من هوائى محطات الإرسال ذات القدرات العالية ، أما إذا كان مكان الاستقبال مكاناً مرتفعاً عن سطح الأرض فيمكن الاستقبال بشكل جيد من مسافة تصل إلى ٦٠ كيلو متراً .

ولتغطية الأماكن التى تبعد عن محطات الإرسال بمسافات كبيرة ، أو تعوق طريق الإرسال عنها موانع طبيعية كالجبال والتلال يمكن استعمال أبراج لإعادة الإرسال تغطى هذه الأماكن .

★ الاستقطاب :

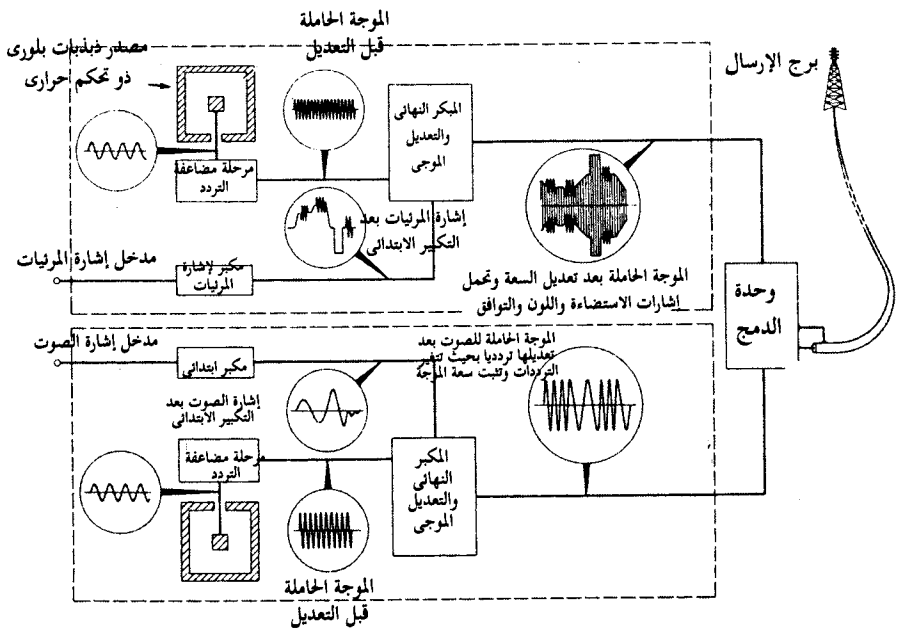
عندما يتم إرسال الموجات عالية التردد **UHF** من هوائيات الإرسال فإن الشكل الهندسى لهذه الموجات يمكن أن يأخذ شكل الاستقطاب الرأسى أو الأفقى . (انظر الشكل) .



وبتوفيق كل من هوائى الإرسال وهوائى الاستقبال على وضع الاستقطاب السليم سواء الأفقى أو الرأسى ، يتم استقبال أفضل صورة دون تداخل أو تشويش من مصادر الإرسال الأخرى .

وهناك نقطة مهمة فى هوائيات الإرسال هى ما يمكن أن نسميه المجال المُوجّه له الإرسال ، ويعنى به حجب الإرسال عن الاتجاهات غير المرغوبة حيث يمكن أن يكون الإرسال قويًا فى الاتجاه المطلوب الذى يمكن أن يفيد المستقبل، فعلى سبيل المثال يتم منع الإرسال فى الاتجاه الرأسى لأعلى ، لأن الاستقبال يتم فى مستوى سطح الأرض ، وبالتالى يصبح بث الإرسال فى اتجاه الفضاء لا معنى له عمليًا ؛ لذلك يتم حجب الإرسال عن هذا الاتجاه الرأسى للسماء حتى لا تضيع الطاقة هباءً ، كذلك فإن معظم هوائيات الإرسال لها اتجاهات أفقية بحيث تحجب الإرسال فى الاتجاهات غير المفيدة كاتجاه البحر أو اتجاه جبال غير مأهولة ، وذلك لتركيز الإرسال فى الاتجاهات الفعالة .

★ الاستقبال :



رسم تخطيطى لعناصر ومكونات وحدة الإرسال التليفزيونى الأرضية

بعد بث الموجات الحاملة للإشارات المختلفة فى الهواء من هوائى برج الإرسال التلفزيونى يأتى دور استقبال هذه الموجات والإشارات بواسطة أجهزة الاستقبال ؛ وذلك لإعادة فك رمز هذه الإشارات وعرض الصورة والصوت ، وكما هو الحال فى أجهزة الراديو فإن لجهاز التلفزيون ـ أيضا ـ مولف يقوم بوظيفة انتقاء قناة واحدة من القنوات التى تتواجد فى الهواء ويرفض باقى القنوات ، ولكى يتم الاستقبال يجب وجود هوائى بمواصفات متمشية مع تردد الإرسال .

★ الهوائى :

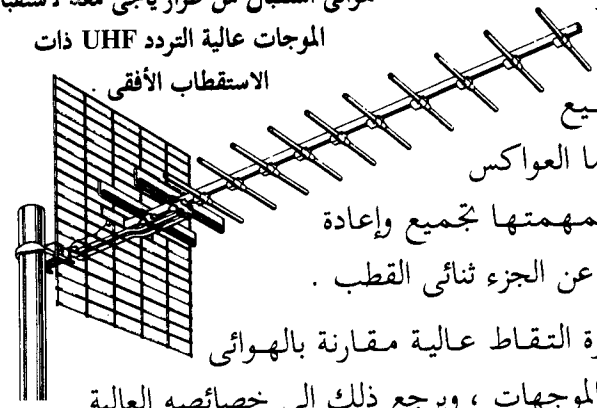
عادة ما تتم الإشارة إلى الطول الموجى عندما نتكلم عن مكونات هوائى الاستقبال ، ويكون الجزء ثنائى القطب أو **Dipole** مُولَّفًا مع الموجة المستقبلة إذا كان طوله مساويًا لنصف الطول الموجى للموجة الحاملة التى يتم استقبالها ، ولأن سرعة الموجة تنخفض قليلا عندما يتم التقاطها فى الهوائى فإن حسابات الهوائى تتم على أساس أن طول الموجة يساوى ٩٥ ٪ من الطول الحقيقى للموجة الحاملة للإشارة ، وفى حالات هوائى الاستقبال للموجات عالية التردد **UHF** لا يزيد طول العنصر الفعال على ٢٠ سم ، ولكن يجب أن يصمم الهوائى بحيث يلتقط حيزاً مناسباً من الترددات تمكنه من التقاط القنوات المحلية كلها .

أما إذا كان حيز الترددات الذى يستقبله الهوائى صغيراً ، أو إذا كان تصميمه غير مناسب لقنوات المنطقة الموجود فيها فإن الموجات الجانبية للألوان تضعف جداً ويحدث تشويش غير مقبول فى الصورة .

★ الهوائى من طراز «ياجى» :

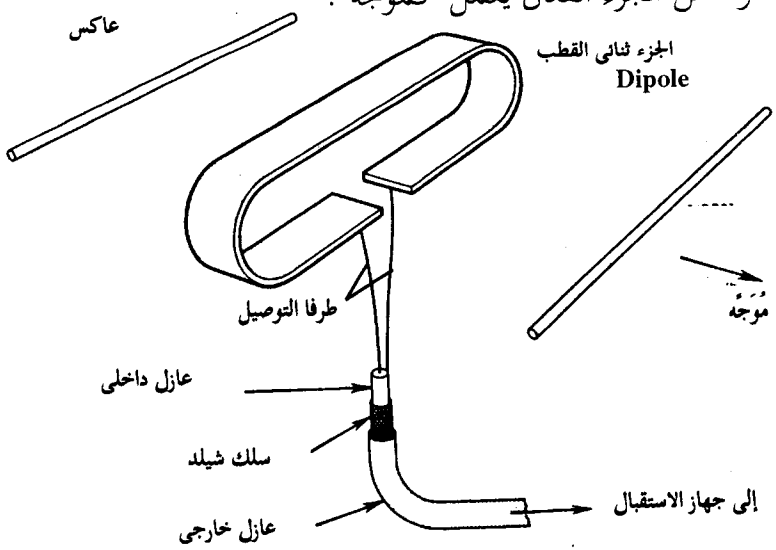
لعل هذا الطراز من الهوائيات هو أشهر الأنواع ، وقد تم تصميم هذا الهوائى فى عام ١٩٢٠ ، ويتكون هذا الهوائى من جزء ثنائى القطب **Dipole** بطول يساوى نصف الطول الموجى ، وعنصر أو أكثر من العواكس ، ثم عدد كبير من الموجهات . والشكل التالى يوضح الشكل العام لهذا الهوائى .

وعند توجيه ذلك الهوائى يتم تجميع الطاقة على الجزء ثنائى القطب **Di-pole** ، وهو العنصر الفعال فى الهوائى ، ويتم هذا التجميع بمساعدة الموجهات أما العواكس الموجودة فى الخلف فمهمتها تجميع وإعادة بثّ الإشارة التى تبتعد عن الجزء ثنائى القطب .



هوائى استقبال من طراز ياجى مُعَد لاستقبال الموجات عالية التردد UHF ذات الاستقطاب الأفقى .

ولهذا الهوائى قدرة التقاط عالية مقارنة بالهوائى الخالى من العواكس والموجهات ، ويرجع ذلك إلى خصائصه العالية ـ من ناحية التوجيه ـ التى تعطيه ميزة رفض الإشارات التى تأتى إليه عن طريق التداخل ، ويصلح فى الأماكن ذات الطبوغرافيا والمبانى التى تعكس الإشارات ، والعيدان الموجودة فى الهوائى يمكن أن تعمل كَمُوَجِّه ، أو كعاكس حسب طولها مقارنة بالجزء الفعال **Dipole** ، فالعود الأطول يعمل كعاكس ، والعود الأقل طولاً من الجزء الفعال يعمل كَمُوَجِّه .

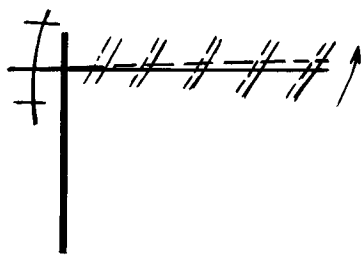


يتم توصيل طرفى سلك الهوائى إلى طرفى العنصر الفعال Dipole ، ونلاحظ هنا أن العيدان العاكسة تقع خلف العنصر الفعال ، والعيدان الموجهة تقع أمام العنصر الفعال فى اتّجاه محطة الإرسال

والمسافات البينية بين هذه العيدان المعدنية المصفوفة على جسم الهوائى لها أهمية أيضا ، وقدرة الالتقاط تزداد كلما زاد عدد الموجهات ، ولكن كل شيء يزيد على الحد ينقلب إلى الضد ، فقد ثبت أن ١٨ عوداً من هذه الموجهات تكفى جداً فى استقبال أى إرسال محلى ، أما إذا رغبنا فى زيادة قدرة الالتقاط فيمكن استخدام هوائيين معًا بحيث يتم توصيلهما بطريقة معينة لضمان قوة التقاط عالية .

★ وضع الهوائى :

إن أفضل مكان لتركيب هوائى الاستقبال هو أسطح المنازل حيث يقل احتمال وجود العوائق ما بين برج الإرسال والهوائى ، كما يجب استخدام كابل توصيل جيد يقلل من الفاقد إلى أقصى مدى ممكن ، ومن الأمور المهمة أن يطابق وضع الهوائى اتجاه الاستقطاب إمّا أفقيًا أو رأسيًا وَفْقًا لما هو عليه من برج الإرسال ، وعادة ما تنوه المحطات المختلفة عن استقطاب الإرسال الخاص بها، وفى حالة ملاحظتنا أن الإشارة الصادرة عن الهوائى ضعيفة بعض الشيء يمكننا رفع مقدمة الهوائى قليلاً لأعلى ؛ لتحسين الصورة بعض الشيء .



أما فى حالة ضعف الصورة بدرجة كبيرة فمن الأفضل استخدام مقوى للإشارة ، وهو مكبر يحتوى على ترانزستور يعمل على حيز واسع من الترددات، ويركب عادة بالقرب من العنصر الفعال ؛ لتكبير الإشارة قبل أن يحدث لها أى فقد فى كابل التوصيل .