جامعة الفرات الاوسط التقنية
المعهد التقني بابل

محاضرات مادة

الاجهزة السمعية والمرئية

الدكتور المهندس غيث علي عبدالرحيم العنزي

قسم التقنيات الالكترونية
الاجهزة السمعية والمرئية المرحلة الثانية

العام الدراسي: 2022 - 2023

جدول المحتويات

1 مبادئ تحويل الصورة الى اشارة كهربائية 3
1.1 المقدمة 3
1.2 تحويل الصوت والصورة الى إشارات كهربائية 3
1.3 عملية المسح (Scanning Process) 4
1.3.1 الطريقة الأولى المسح التقدمي (الكهروستاتيكي) 6
1.3.2 الطريقة الثانية: طريقة المسح الكهرومغناطيسي 7
1.3.3 طريقة المسح المتشابك 8
1.4 الية تحويل الضوء الى اشارة كهربائية 9
1.4.1 توليد اشارة الصورة 10
1.5 الإشارة الصورية المركبة 11
1.6 التزامن الافقي وقياسات الاظلام 12
1.7 التزامن العمودي وقياسات الاظلام 14
1.8 مقارنة بين التضمين السالب والموجب 14
1.9 انواع انابيب الكاميرا 15
1.9.1 الفيديكون 15
1.9.2 اورثيكون-الصورة 18

1 مبادئ تحويل الصورة الى اشارة كهربائية

1.1 المقدمة

الاجهزة السمعية والمرئية تهتم بدراسة الاجهزة الكهربائية والالكترونية التي يمكن مشاهدتها وسماع الصوت منها. مثل الكاميرات التي يمكن من خلالها تسجيل الصوت والصورة، واجهزة التلفزيون التي تعرضها.

كانت المحاولات الأولى للإنسان لإرسال الصورة من مكان الى اخر عام 1873 عندما تمكن العالم ماي (May) من تحويل الضوء المنعكس من الصورة الى إشارة كهربائية. وكما أمكن تحويل الصوت الى إشارة كهربائية. بالنسبة للصورة فقد توصل العلماء الى ابتكار الخلية الكهروضوئية والتي تغير مقاومتها تبعا للضوء المنعكس من الصورة. لكن تحقيق ذلك لم يكن امرا سهلا لان نقل الصورة يتطلب تحسسا لشدة الضوء من مختلف أجزاء الصورة بشكل متزامن لألاف الخلايا الضوئية في طرف الارسال. وهذا العدد من الخلايا الضوئية يتطلب عدد مماثل من الاسلاك لتنقل الإشارات القادمة من الخلايا في وقت واحد (بصورة متزامنة Synchronous).

1.2 تحويل الصوت والصورة الى إشارات كهربائية

الصوت هو اهتزاز ميكانيكي للوسط مثل الهواء والماء، وهنالك عوامل تؤثر على انتشار الصوت وسرعته تتعلق بطبيعة المادة (اللزوجة، والكثافة، ودرجة الحرارة، وتأثر الوسط بمجال مغناطيسي). فالصوت ينتقل في الهواء والماء والغازات والسوائل وفي الحديد والنحاس وحتى عبر الجدران. يستطيع الإنسان سماع الصوت عند ترددات بين نحو 20 Hz الى 20 kHz. الاصوات بالترددات الأعلى من 20 kHz تسمى الترددات فوق الصوتية وأما الاصوات ذوات الترددات الأقل من 20 هيرتز فتسمى الترددات تحت الصوتية، ويختلف نطاق سماع الحيوانات عن نطاقات سماع الإنسان.

ولنقل الصوت الى مسافات بعيدة يتطلب تحويل الصوت الى اشارة كهربائية. وهي عملية سهلة نسبيا وتتم بواسطة اللاقط (Microphone). وعندها يمكن نقلها عبر الاسلاك كما في الهاتف، او يمكن تحويل تلك الموجات الى إشارات مذياعيه بواسطة التضمين (Modulation) وبثها في الهواء من خلال هوائيات مناسبة كما في الراديو. وفي جهة الاستقبال يتم استلامها وتكبيرها وفصل الموجات السمعية القليلة التردد (audio

wave) عن الموجة الناقلة لها (carrier wave) ذات الترددات الاعلى بعكس التضمين (Demodulation)، ليتم ارسالها الى مكبر الصوت (speaker). ومكبر الصوت يعيدها الى صوت مسموع مرة أخرى. **ماهي فوائد الموجة الناقلة؟**

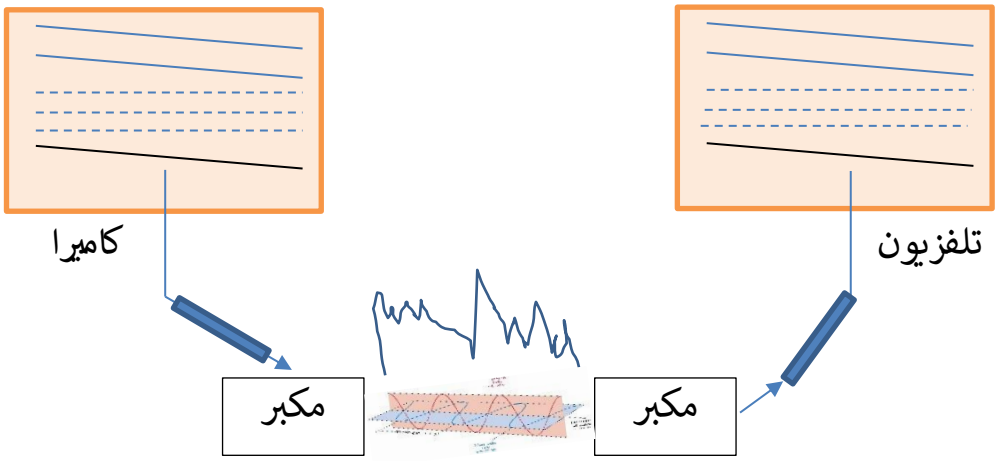
لكن بالنسبة للصورة ليس الامر بهذه السهول**ة، لان الصورة تتغير باستمرار في المساحات والسطوع والمعلومات**. كون اضاءة كل نقطة تتغير مع الزمن تبعا للمشاهد الحية المتحركة. يتطلب تحسسا لشدة الضوء من مختلف أجزاء الصورة بشكل متزامن لألاف الخلايا الضوئية في طرف الارسال، وبهذا ستكون الحاجة الى العديد من المتحسسات (الخلايا الضوئية) ونقلها بشكل متزامن غير ممكن، **لماذا؟** لذلك لابد من نقل معلومات تلك النقاط تباعا بشكل متسلسل. والنقل المتسلسل سيوفر امكانية نقل المعلومات عبر سلك واحد او عبر الهواء وانتفاء الحاجة الى الالاف الاسلاك التي يتطلبها النظام المتزامن الذي يكون مساوي لعدد الخلايا الضوئية. لذلك تكون طريقة النقل المتزامن مكلفة اقتصاديا، او غير ممكنة أصلا.

تستخدم تقنية المسح (Scanning technique) المتتابع لتحويل معلومات تلك النقاط الى إشارات كهربائية تنقل المعلومات بشكل متسلسل مع الزمن. وبهذا يمكن نقل اشارة الصورة باستخدام سلك واحد يعمل كوسط ناقل (medium).

1.3 عملية المسح (*Scanning Process*)

لأجل نقل المعلومات في الصورة من الخلايا الضوئية الحساسة للضوء، ومن اجل تجنب عملية النقل المتوازي لمعلومات تلك النقاط تم استخدام عملية المسح. وهذه العملية تشابه الى حد كبير عملية القراءة والكتابة في صفحة كتاب. حيث نبدأ من اعلى الصفحة من بداية الخط (اليسار) الى نهاية الخط (جهة اليمين) وتستمر عملية القراءة خط بعد خط الى نهاية الصفحة الى الخط الاخير (يمين الخط). وبهذا تتحول معلومات نقاط الصورة المضيئة القادمة من المشهد المراد تصويره (من خلال العدسات) الى إشارات كهربائية في لوح ضوئي حساس معرض للمشهد المراد تصويره من جهة ويتم المسح بحزمة الكترونية من الجهة الأخرى. يتم المسح السطري افقيا من اليسار الى اليمين وبشكل سريع. ويكون المسح العمودي بشكل ابطأ من الأعلى الى الأسفل سطرا بعد اخر. الشكل 1-1 يوضح عملية المسح.

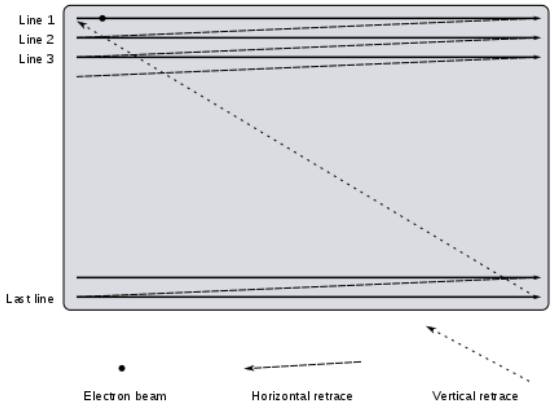
في حال اكتمال عملية المسح (عند وصولها الى أسفل اليمين) تعود عملية من جديد الى بداية المسح اللاحق بصورة سريعة جدا مقارنة بالمسح الامامي. وفي تلك الاثناء يتم إطفاء المسح بواسطة قطع حزمة الرجوع (او العودة). يعتمد وضوح الصورة على عدد الخلايا الضوئية وعدد الاسطر فكلما زاد عدد الخطوط زاد وضوح الصورة.



شكل 1-1 عمليات المسح الالكتروني

ولإظهار الصورة المرسلة في جهاز التلفزيون تتم نفس عمليات المسح التي جرت عند عملية الارسال بشكل متزامن. وبهذا تقوم حزمة الالكترونات الماسحة لأنبوبة الصورة في شاشة التلفاز بإظهار نفس بيانات التوهج للنقاط المقابلة. تتم عملية المسح بمعدل سريع جدا لدرجة تتوهم العين البشرية باستمرار الرؤية.

يتطلب تحريك الشعاع الالكتروني من جهة اليسار في اعلى الشاشة الى اخر خط فيها. لذلك من اجل رسم صورة على الشاشة التلفزيونية يجب تحريك الشعاع الالكتروني في كلا الاتجاهين الافقي والعمودي (الرأسي). وذلك يتم بطرقتين:



شكل 1-2 عملية المسح تبين مسارات عودة حزمة المسح بعد انتهاء مسح خط وبعد انتهاء مجال المسح

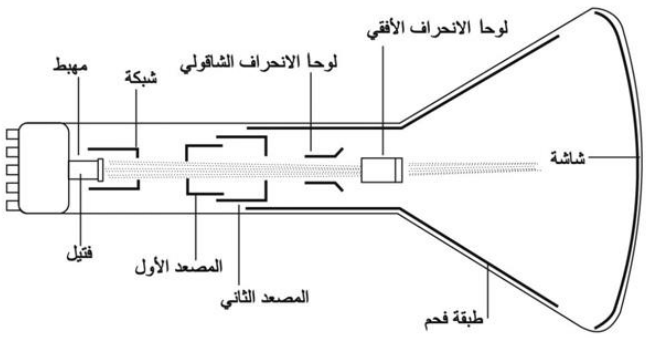
1.3.1 الطريقة الأولى المسح التقدمي (الكهرو ستاتيكي)

تعتبر طريقة المسح هذه من ابسط أنواع المسح التلفزيوني. المسح التقدمي أو المسح التدريجي (Progressive Scan) أسلوب لمسح الصور على الشاشة، ويطلق عليه في بعض الأحيان مسمى "المسح التسلسلي". يتم تسليط موجة سن المنشار (V_H) من مولد الانحراف الافقي والذي يكون بتردد (F_H). يتحرك الشعاع الالكتروني بسرعة ثابته من اليسار الى اليمين وبعدها يرجع الشعاع الالكتروني بسرعة من اليمين الى اليسار ويسمى الارتداد. كذلك يتم تسليط موجة سن المنشار (V_V) باستخدام مولد المجال العمودي بتردد (F_V) التي تسبب انحراف الشعاع الإلكتروني من الأعلى الى الأسفل. وبعد اكتمال المسح الى الأسفل تعود الحزمة الى الأعلى وتسمى بالارتداد الراسي او العمودي. وعن طريق استخدام المسح الافقي والعمودي يتم مسح الشاشة بالكامل بالطريقة الكهروستاتيكية، وبالتحكم في مقدار واتجاه الجهد بين اللوحين الراسيين والافقيين كل منهما على حده يمكن رسم نقطه ضوئية على الشاشة.

يكون تردد المسح الافقي اعلى بكثير من تردد المسح الراسي ($F_H >> F_v$) فتتكون على الشاشة شبكة مستطيلة الشكل من خطوط مضيئة وافقية تقريبا. تسمى هذه الخطوط بالهيكل الخطي (Raster). وتسمى نسبة عرض الهيكل الخطي (b) الى ارتفاعه (h) نسبة الشكل (k).

$$k = \frac{b}{h}$$

يوضح الشكل 3-1 انبوبة الاشعة الكاثودية توضح فيها الواح التحريك الكهروستاتيكي[1]

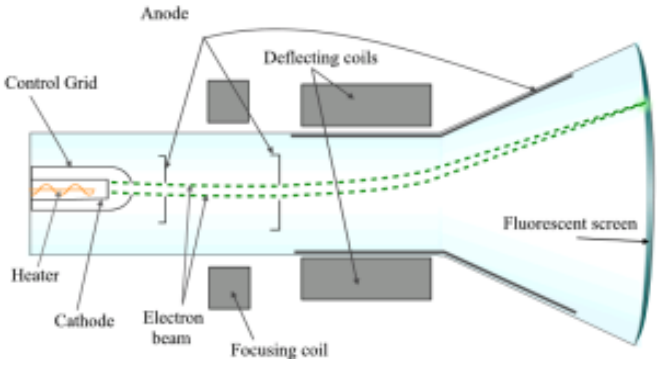


شكل 3-1 انبوبة الاشعة الكاثودية توضح فيها الواح التحريك الكهروستاتيكي

[1] الشكل من الموقع على الرابط https://arab-ency.com/detail/5610

1.3.2 الطريقة الثانية: طريقة المسح الكهرومغناطيسي

في هذه الطريقة توضع مجموعتان متعامدتان من الملفات حول عنق الشاشة ملفان افقيان متصلان على التوالي واخران عموديان (رأسيان) متصلان على التوالي أيضا.



شكل 4-1 انبوبة اشعة كاثودية مع ملفات الانحراف الكهرومغناطيسي [2]

توصل ملفات الانحراف الافقي الى مولد تردد الانحراف الافقي وكذلك ملفات الانحراف الراسي الى مولد الراسي. يكون شكل الموجه في ملفات الانحراف الافقي والعمودي على شكل سن المنشار. يتغير المجال المغناطيسي تبعا لتغير التيار. فينتج عن ذلك تحريك الشعاع الالكتروني في الاتجاه الافقي والراسي راسما على الشاشة الصورة المطلوبة.

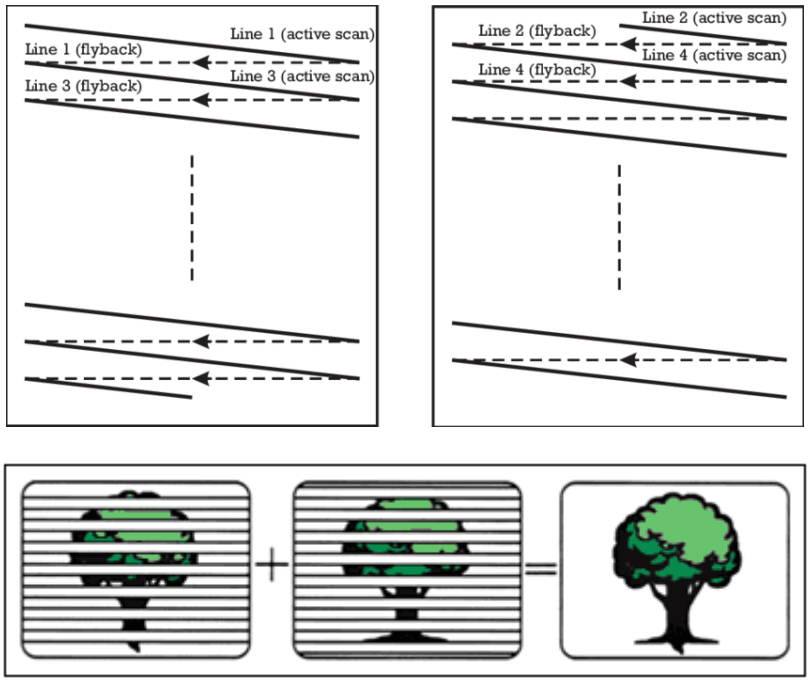
هذه الطريقة تفضل على الطريقة السابقة، لان طريقة المسح الكهروستاتيكي تحتاج الى جهاز معقد نسبيا لتوليد ضغط التحريك العالي المطلوب. كما ان الواح التحريك توجد داخل انبوبة الشاشة لذلك لا يمكن الوصول بسهولة اليها لضبطها. بينما توجد ملفات التحريك المغناطيسي خارج انبوبة الشاشة، لذلك يمكن تحريكها وضبطها بسهولة للحصول على أفضل نتائج.

شكل 5-1 شاشة تلفزيون 14 انج مبين فيها صورة ملفات الانحراف الكهرومغناطسي

[2] الرسم من الموقع: http://studentstudyhub.com/crt-refresh-cathode-ray-tube-video-display-devices/

1.3.3 طريقة المسح المتشابك

فيما سبق تم افتراض طريقة المسح التقدمي بان حزمة الالكترونات بعد اكمال مسح الخط الأول نعود الى بداية الخط الثاني، وهكذا الى الخط الثالث ثم الرابع. اما في طريقة المسح المتشابك (Interlace scan) فيتم تقسيم الصورة الى مجالين احدما مجال الخطوط الفردية والأخر مجال الخطوط الزوجية. يتم مسح الخطوط الفردية أولا ثم يتم مسح الخطوط الزوجية. يتداخل المجالان في كل صورة في عين المشاهد بسب مداومة الابصار فتتولد صورة واحدة كاملة. الشكل 6-1 يوضح المسح المتشابك[3].



شكل 6-1 يوضح المسح المتشابك

وبهذا يمكن ان توجد في الواقع نوعين من انظمة التلفزيون اعتمادا على طريقة المسح المستخدمة. فيمكن ان نجد نظام تلفزيوني يعمل بطريقة المسح المتشابك ويرمز له بالرمز i او المسح التقدمي ويرمز له بالرمز p انظر الموقع في الهامش[4]. فمثلا يمكن ان نجد تلفزيون بعدد خطوط 720 مثلا، فيوضع أحد الحرفين بجانب الرقم بالاعتماد

[3] الشكل من الموقع: https://top-electrician.ru/ar/appliances/signal-processing-tv-standards-and-formats/

[4] الموقع: http://www.flatpaneltvinfo.com/720i_vs_720p_vs_1080i_vs_1080p.php

على نوع المسح فيكون التلفزيون اما 720i او 720p. لكن في التلفزيونات الحديثة توجد امكانية التحويل بين طريقتي المسح[5]

1.4 الية تحويل الضوء الى اشارة كهربائية

تتم عملية تحويل الصورة الى اشارة كهربائية في اداة تسمى انبوبة الكاميرا الصورية (الفيديوية) او انبوبة الاشعة الكاثودية CRT. وهي تتصف بنفس صفات العين البشرية من حيث **حساسيتها للضوء المرئي، المدى الحركي الواسع نسبة لشدة الضوء، وقابليتها على تمييز التفاصيل اثناء النظر للمشاهد ذات العناصر المتعددة**.

تتركب الصورة من مساحات صغيرة مضيئة او مظلمة عند النظر اليها بدقة. تسمى بعناصر الصورة بكسل Pixels[6] بشكل فردي وتوليد إشارة كهربائية متناسبة مع اضاءة تلك العناصر. ان الضوء المنعكس من المشهد يركز على لوح حساس للضوء (يسمى لوح الصورة) بواسطة منظومة عدسات والتي تمثل تغيرات شدة ضوء المشهد. يتكون لوح الصورة من مادة ذات خاصية كهروضوئية فائدتها تحويل شدات الضوء المختلفة light intensity الى إشارات كهربائية مطابقة. ومن ثم التقاط هذه المعلومات (الإشارات الكهربائية) بالسرعة الممكنة. تتم عملية المسح بحزمة من الالكترونات بشكل متسلسل خط تلو خط. وهذه العملية تحدث بسرعة لإحداث تغييرات بالإشارة الناتجة وبترتيب معين لكل عناصر الصورة الأساسية. يستعمل نوعان من التأثيرات الكهروضوئية لتحويل شدة الضوء الى تغييرات كهربائية هما:

- الانبعاث الضوئي photo-emission
- الايصالية الضوئية photo-conductive

فالانبعاث الضوئي هو خاصية فيزيائية لبعض المواد وهي قدرتها على تحرير (انبعاث) الكترونات (emission) عند سقوط ضوء على سطحها. تسمى هذه الالكترونات بالإلكترونات الضوئية. ويسمى سطح الانبعاث بالمهبط (Cathode) الضوئي. والضوء هو عبارة عن فوتونات (photon). وعند سقوط هذه الفوتونات فان طاقتها ستنتقل الى الالكترونات في حزمة التكافؤ لتمنحها القدرة على التغلب على جهد الطاقة الحاجز

[5] الموقع: https://nationalinterest.org/blog/techland/1080i-vs-1080p-there-really-difference-178276
[6] Pixel مختصر ل Picture element او تسمى عناصر الصورة

(Energy gap). وعدد الإلكترونات التي تتغلب على جهد الطاقة الحاجز لتنبعث يعتمد على شدة الضوء الساقط.

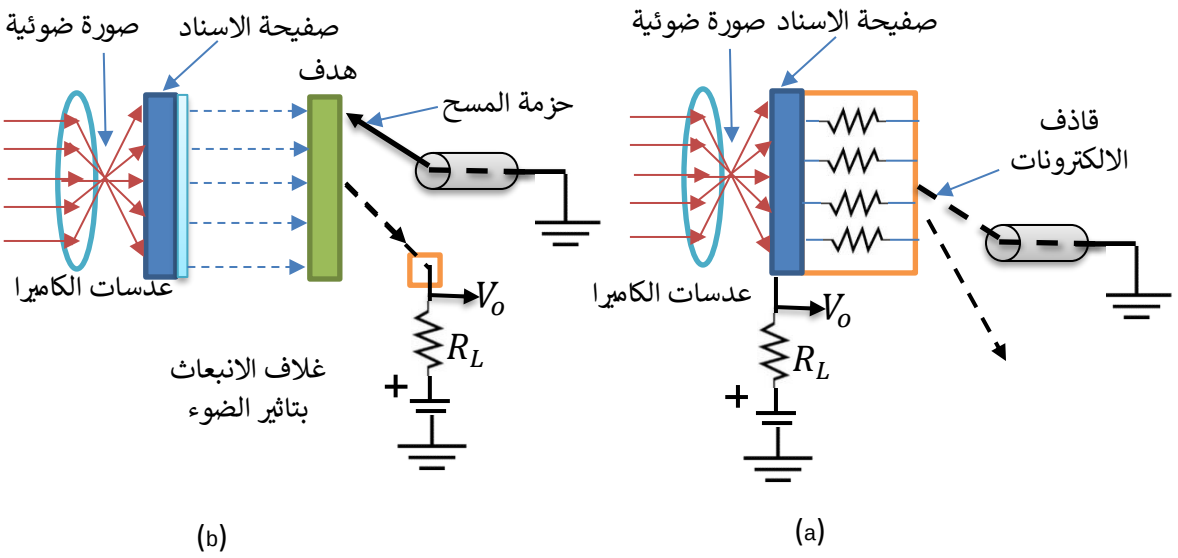
والطريقة الثانية تعتمد على مبدأ الايصالية الضوئية، حيث تتغير ايصالية او مقاوميه السطح الحساس للضوء طبقا لتغير شدة الضوء الساقط عليه. تستخدم تغييرات المقاومة عبر سطح المادة لإنتاج اشارة تتغير بالمسح المنتظم.

في البداية كانت الكاميرات غير خازنة، بعدها تم صنع الكاميرات الخازنة والتي تكون فيها الحساسية الضوئية عالية حيث تمتلك هذه الكاميرات القدرة على تصوير المشاهد منخفضة الإضاءة. ان الإشارة الكهروضوئية للكاميرات الخازنة تزيد على 1000 مرة عن مثيلاتها من الكاميرات غير الخازنة.

1.4.1 توليد اشارة الصورة

في الكاميرات التي تستخدم ظاهرة الانبعاث الضوئي تقوم حزمة الالكترونات بترسيب بعض شحنتها على لوح الهدف والذي يكون متناسبا مع شدة الضوء القادمة من المشهد المراد تصويره. وتتم السيطرة على حركة الحزمة باستخدام مجالات كهربائية ومغناطيسية. حيث تكون سرعتها مساوية لصفر قبل وصولها الى الهدف لمنع حدوث انبعاث ثانوي. وبسبب التعجيل السالب للحزمة تتم عودتها من الهدف ويتم السيطرة عليها بدقة من خلال ملفات الانحراف والتركيز خلال رحلة عودتها. تصطدم بقطب يقع بقرب المهبط الذي انطلقت منه ويتغير عدد الالكترونات في الحزمة الراجعة طبقا للشحنة المترسبة على لوح الهدف. وهذا التيار الداخل الى القطب يماثل تغييرات اضاءة الصورة. وبالنهاية يمرر هذا التيار خلال مقاومة لذلك فان الجهد المتغير بين طرفي المقاومة سيمثل اشارة الصورة كما في الشكل 7-1b

في انابيب الكاميرا التي تستخدم مهابط التوصيل انظر الشكل 7-1a فان الحزمة الالكترونية الماسحة ستسبب سريان تيار خلال مادة التوصيل الضوئي. وتتغير سعة هذا التيار طبقا للمقاومة التي يبديها السطح عند النقاط المختلفة. وبسبب تغير ايصالية المادة حسب تغير الضوء الساقط عليها، سيكون التيار متغير تبعا لتغيرات اضاءة المشهد. وهذا التيار المتغير سيكمل مساره خلال مقاومة حمل بتأثير جهد مستمر dc يربط على التوالي مع مسار التيار.



شكل 7-1 انتاج اشارة الصورة (a) بطريقة التوصيل الضوئي، (b) بطريقة الانبعاث الضوئي

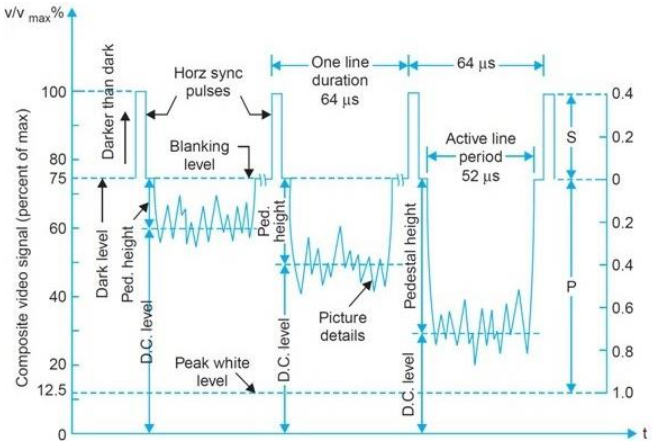
ان الجهد الاني على طرفي المقاومة يمثل اشارة الصورة التي يتم تضمينها سعويا AM وتكبيرها ومعالجتها من اجل ارسالها.

1.5 الإشارة الصورية المركبة

فيما سبق عرفنا ان الكاميرا الفيديوية تحول الصورة القادمة من المشهد المراد تصويره الى اشارة كهربائية، التي تسمى إشارة الصورة المركبة (Composite video signal). وبسبب عملية المسح استلزم ان تكون الاشارة الكهربائية مكونه من ثلاثة اقسام:

- **معلومات الصورة** (Video signal)
- **واشارة اظلام** (blanking signal)
- **ونبضات التزامن** (Synchronising)

تكون إشارة الصورة على هيئة إشارة كهربائية وتختلف قيمة الفولتية فيها في كل لحظة. وقيمة تلك الفولتية تبين الأبيض من الأسود والتدرجات بينهما (الرمادي) في تلك اللحظة. في نظام التركيب السالب يكون جهد إشارة الأبيض تساوي 10% من أعلي جهد للإشارة، والأسود يعادل 75% ويكون أعلي جهد للإشارة هو نبضات التزامن الأفقية والرأسية وتمثل 100% أما نبضات الإطفاء الأفقية والرأسية فتكون بمستوي الأسود 75%. الشكل 8-1 يوضح مقدار فولتية الاشارة لثلاث خطوط متتالية.



شكل 8-1 مركبات الاشارة المرئية[7]

عدد النبضات يختلف وعرض النبضة أيضاً يختلف إلا أن الاختلاف الأهم هو أن نبضة التزامن الأفقي تتكرر بعد كل سطر أي أنها تتكرر 15625 مرة في الثانية (بالنسبة لكاميرا يتكون من 625 خط) أما نبضة التزامن الرأسي فتتكرر 50 مرة /ثانية.

يسمى التضمين الظاهر في الشكل 8-1 بالتركيب السالب للصورة (Negative modulation). وفي هذا النوع من التضمين تكون الأجزاء الأكثر اضاءة في الصورة ذات اتساع اقل، بينما الأجزاء ذات الاضاءة المنخفضة تكون ذات اتساع أكبر. يستخدم هذا النوع من التضمين في النظام الأوروبي CCIR والنظام الأمريكي FCC والروسي. بينما يستخدم النظام البريطاني والفرنسي طريقة التضمين الموجب، حيث تكون النقاط الاكثر اضاءة ذات اتساع أكبر.

1.6 التزامن الافقي وقياسات الاظلام

في الإشارة الصورية تكون سرعة المسح للخلايا الضوئية بواسطة حزمة الالكترونات كبير ويساوي 15625 Hz. وهذا يعني ان الزمن المستغرق لإكمال مسح خط واحد مقلوب هذا العدد ويساوي تقريبا 64 µs، كما مبين في الشكل 9-1. لذلك ان فترة الخط الافقي هي الفترة الكلية لبناء خط واحط وفي النظام التلفازي المكون من 625 خط يمكن حساب الوقت اللازم لمسح خط واحد مع فترة الارتداد تساوي:

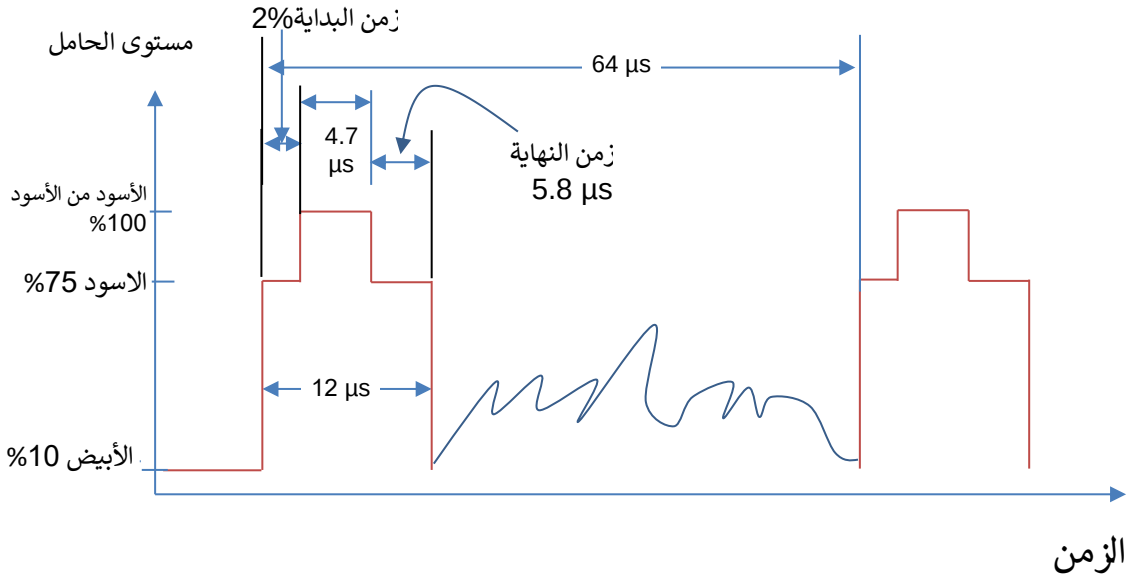
$$F_H = Number\ of\ lines * Number\ of\ frames\ per\ second = 625 * 25 = 15625\ Hz$$

[7] الشكل من الموقع https://sites.google.com/site/muhammadsohailnafees/tv-theory/composite-video-signal

والزمن

$$T_H = \frac{1}{\mathrm{F}_H} = \frac{1}{15625} = 0.000064\ s = 64\ \mu s$$

تكون نبضات الإطفاء الافقية التي تقوم بإطفاء جهاز التلفزيون اثناء فترة رجوع الشعاع الالكتروني عن طريق رفع قيمة الإشارة الى المستوى الأسود 75%. وتكوت ذات اشكال مستطيلة وضيقة. تكون فترة الإطفاء الافقي هي نفس فترة الارتداد وهي تقريبا تساوي 18% من الفترة الكلية لرسم خط افقي واحد وتساوي بحدود 12 µs. تكون نبضات التزامن من ضمن فترة الإطفاء.



شكل 9-1 نبضات التزامن في الاشارة الصورية

تتكون فترة الاظلام الافقي من ثلاثة اقسام وهي كالاتي:

أولا - نبضة تزامن الخط: وهي نبضات قصيرة ترسل من المرسلة لكي تصحح معدل المسح الافقي عند المستقبل في حالة انحرافها عن المعدل المطلوب وعرضها يساوي 4.7 µs.[8]

ثانيا – زمن البداية: ان نبضة التزامن لا تبدأ مع بداية فترة الاظلام ولكن تتأخر بمقدار 2% تقريبا من فترة الخ. وتسمى بالمدخل الامامي وفائدتها لعزل دوائر التزامن من التأثير على نهاية تفاصيل خط الصورة.

[8] وحدة القياس µs تعني مايكرو ثانية وهي وحدة زمن تعادل جزء واحد من مليون من الثانية ورياضيا $\frac{1}{1000000}$ او 1×10^{-6}

ثالثا – **زمن النهاية**: هي فترة بعد نبضة التزامن لتسمح لخط الارتداد ان يكمل ويستقر من ظواهر الاهتزاز في دوائر الانحراف، قبل بدء الانحراف التالي وهو يستخدم لتكوين جهد سيطرة الكسب التلقائية (AGC) يتناسب مع شدة الإشارة الحقيقية ولا يعتمد على معلومات الصورة. تكون مدة المدخل الخلفي تساوي تقريبا 5.8 µs.

1.7 التزامن العمودي وقياسات الاظلام

عند اكتمال مسح الصورة أي عند وصول حزمة الالكترونات الى نقطة اقصى اليمين في الخط الأسفل تعود من جديد الى بداية المجال أي الى النقطة في اقصى اليسار من الخط الأعلى. وهذا يعني ان حزمة الالكترونات قد مسحت $312\frac{1}{2}$. وهنا يتم زج موجة تزامن في إشارة الصورة. وكذلك أيضا تكون هناك حاجة الى فترة اظلام المجال (Field blanking period). وفي قترة الاظلام تكون المعلومات الصورية تكون قد حذقت كليا. تكون مدة الاظلام العمودي حوالي 20 خط أي تستغرق $1280\ \mu s$. وهذه الفترة أطول من الفترة التي تحتاجها عملية الارتداد. حتى تغطى ما يحدث للارتداد العمودي من اضطراب في دائرتي التحريك العمودي والافقي. يكون تردد نبضات الإطفاء العمودي هو نفس معدل تردد الإطارات (Frames) أي 50 مرة في الثانية (frames per second).

تكون في هذه الحالة مدة بقاء نبضات تزامن المجال أطول من مدة بقاء تزامن الخط لكي تكون عملية تميزها أسهل. بسبب عملية الإطفاء الرأسي يقلل عدد خطوط المجال بمقدار 20 خط فتصبح $292\frac{1}{2}$ بدلا $312\frac{1}{2}$ خطا مرئيا. أي يقل عدد الخط المرئية بمقدار 6-5% وبهذا تقل بيان بعض التفاصيل في الاتجاه العمودي بنفس النسبة.

1.8 مقارنة بين التضمين السالب والموجب

لكل نظام من أنظمة التعديل مزايا خاصة. مثلا في نظام التضمين السالب تنشأ زيادة في مستويات الإشارة من التداخل (Interference) الناتج من شوشرة الاحتراق في السيارة. وهذه الزيادة تدفع مستوى الإشارة الى الأسود من الأسود. وهذا يعني ان تأثير التداخل على الصورة هو تقليل شدة الإضاءة مع ظهور مساحات مظلمة تتغير تبعا لشدة التداخل وزمن استمراره.

بينما في نظام التعديل الموجب فتنشأ عن إشارات التداخل مساحات مضيئة.

والحالة الأخرى في نظام التعديل السالب يكون تأثير التداخل أكثر على التزامن، لان نبضات الشوشرة تزيد من اتساع الإشارة باتجاه نبضات التزامن. وهذا يؤدي الى احتمال ان تعتبر دوائر الاستقبال في التلفزيون موجات التداخل تلك كنبضات تزامن. وهذا يتطلب انشاء دوائر الاستقرار (Stabilizing Circuits) في دوائر الاستقبال لتقليل تأثير موجات التداخل.

في نظام التضمين السالب يكون اتساع مستوى الأسود والأسود من الأسود أكبر من اتساع اشارة الصورة المتغيرة لذلك يمكن استخدامها كجهد لسيطرة الكسب التلقائية (Automatic gain control) في اجهزه الاستقبال بطريقة أسهل من نظام التعديل الموجب.

ان كفاءة القدرة في لجهاز الارسال تزداد في حالة نظام التضمين الموجب، لان اتساع إشارة الصورة صغير ويشغل أكبر جزء من دورة الإشارة المركبة. كما ان قدرة الاشعاع في جهاز الارسال تكون أكبر عند قمة نبضات التزامن، لذلك تقل إشارة التشويه، ويلزم حوالي 18% من وقت خط كامل لفترة ارتداد الشعاع.

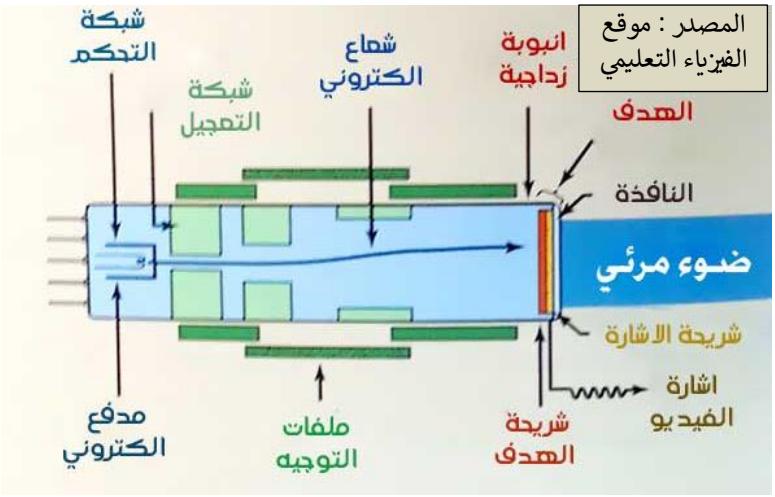
1.9 انواع انابيب الكاميرا

ان اول نوع تم تصنيعه لأنبوب الكاميرا الخازن هو الاكونوسكوب (Iconoscope) الذي تم استبداله حاليا بالاوريثكون-الصورة Image-orthicon بسبب حساسيته الضوئية العالية، استقراريته وصورته عالية النوعية. والحساسية الضوئية هي نسبة خرج الاشارة الى الاضاءة الساقطة. ثم تم تصنيع الفيديكون Vidicon الذي يمتاز ببساطته. وهنالك نوع اخر يسمى البلمبكون Plumbicon، وكذلك انواع اخرى تصنع باستخدام الحالة الصلبة Solid state-imayesconne. فيما يلي استعراض لبعض انواعها.

1.9.1 الفيديكون

انتشر استعمال هذا النوع من الكاميرات (الفيديكون Vidicon) في بدايات الخمسينات من القرن الماضي (القرن العشرون) بسبب **صغر حجمه وسهولة استعماله**. يعتمد مبدأ الاستعمال في هذا النوع من الكاميرات على مبدأ الايصالية الضوئية. حيث تكون المقاومة النوعية لهذه المواد اقل عند تعرضها للضوء. شكل 10-1 يظهر مخططا لتركيب انبوبة الكاميرا لهذا النوع.

يوضح الشكل مخطط لأجزاء كاميرا الفيديكون حيث يظهر الغطاء الزجاجي الذي يحافظ على أجزاء الكاميرا الداخلية مفرغة من الهواء، وتحتوي الكاميرا على الكاثود المكون من مدفع الكتروني يليه شبكات كهروستاتيكية وعلى الطرف المقابل الهدف الي يقوم بوظيفة الأنود.

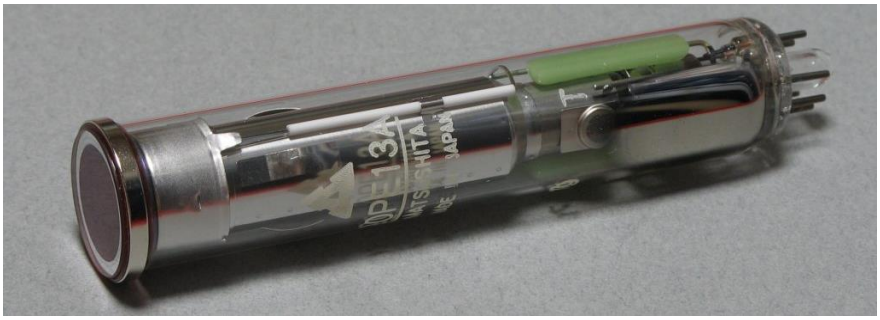


شكل 10-1 مخطط تركيب انبوب الكاميرا

يتكون المدفع الالكتروني من فتيلة ساخنة تعطي تيارا ثابتا من الالكترونات تنطلق تحت تأثير الاثارة الحرارية. تقوم الشبكات الكهروستاتيكية بتجميع الالكترونات المنبعثة في صورة شعاع الكتروني وتقوم الشبكات الكهروستاتيكية أيضا بتعجيل الالكترونات باتجاه الأنود. يتم تحريك الشعاع الالكتروني بواسطة ملفات كهرومغناطيسية تعرف باسم ملفات الانحراف وملفات التوجيه.

عندما تصل الالكترونات إلى الأنود فإنها تعبر من خلال شبكة وتتفاعل مع الهدف. يتكون الهدف من ثلاث طبقات ملتصقة مع بعضها البعض. الطبقة الخارجية للهدف عبارة عن النافذة وهي طبقة الغلاف الزجاجية وعلى الجانب الداخلي للطبقة الزجاجية طبقة رقيقة من المعدن او الجرافيت تعرف باسم طبقة الإشارة Signal plate. سميت بهذا الاسم لأنها الطبقة التي تخرج منها إشارة الفيديو الى دائرة التلفزيون. يوضح شكل 1-11 صورة حقيقية لأنبوب فيديكون[9].

[9] الشكل منقول عن الموقع التالي (http://digital-image-processing-svu.blogspot.com/2010/10/vidicon-camera-tube.html)



شكل 11-1 صورة حقيقية لأنبوب فيديكون

الطبقة الثالثة هي طبقة ذات خاصية التوصيل الضوئي Photoconductive وهي عبارة عن طبقة من ثالث كبريتيد الأنتيمون تثبت هذه طبقة الإشارة. يتم مسح هذه الطبقة بواسطة الشعاع الالكتروني الصادر من كاثود الكاميرا.

توصل الإشارة الكهربية (إشارة الفيديو) في جهاز التلفزيون كما يتم في توصيل جهاز الاستقبال (Receiver) في التلفزيون لاستقبال المحطات الفضائية وبياناتها هنا مأخوذة من انبوبة زيادة شدة اضاءة الصورة والتي تعكس صورة المشهد. فتظهر على شاشة التلفزيون ما يحدث في المشهد المراد تصويره.

يحتوي الهدف على طبقة توصيل ضوئية رقيقة من السلينيوم او سبائك أخرى، تترسب على شريط موصل شفاف يغطي الجهة الداخلية للوح (قطب) الإشارة. تربط جهة الطبقة الضوئية الى مصدر تجهيز مستمر من حلال مقاومة الحمل (R_L).

1.9.1.1 أجزاء الكاميرا فيديكون

تتكون هذه الكاميرا من الأجزاء التالية:

- **العدسة**: تقوم العدسة بجمع الضوء المنعكس عن الجسم المراد تصويره
- **اللوح الزجاجي**: يقوم بعزل العدسة عن الهدف وهو مصنوع من مادة الزجاج.
- **الهدف**: وهو الجزء الحساس للضوء والذي يتكون من غشاء شفاف موصل وطبقة رقيقة من مادة إيصال ضوئي. وهذه المادة لديها خاصية الايصالية الضوئية أي انها تصبح موصلة كهربائية عند تعرضها للضوء. وبذلك يتم رسم الصورة على هذا الهدف.
- **قاذفة الالكترونات**: تتكون من مهبط وشبكة سيطرة رقم 1 وشبكة تعجيل رقم 2 وصيفتها توليد الحزمة الالكترونية وقذفها.
- **الشبكة رقم 3**: وتستخدم لتركيز حزمة الالكترونات (مثل العدسة اللامة).

- **الشبكة رقم 4**: وهذه الشبكة لديها وظيفتين الأولى لجعل اصطدام الحزمة الالكترونية بشكل عمودي بالجزء الشفاف المرسل للضوء وثانيا تقوم بتقليل سرعة الحزمة لمنع الانبعاث الثانوي.
- **ملفات الانحراف العمودي والافقي**: كما هو واضح من الاسم تقوم هذه الملفات بتغيير اتجاه سير الالكترونات عموديا وافقيا عن طريق استخدام ملفات تولد مجال مغناطيسي متغير مسيطر عليه بواسطة مرور تيار كهربائي.

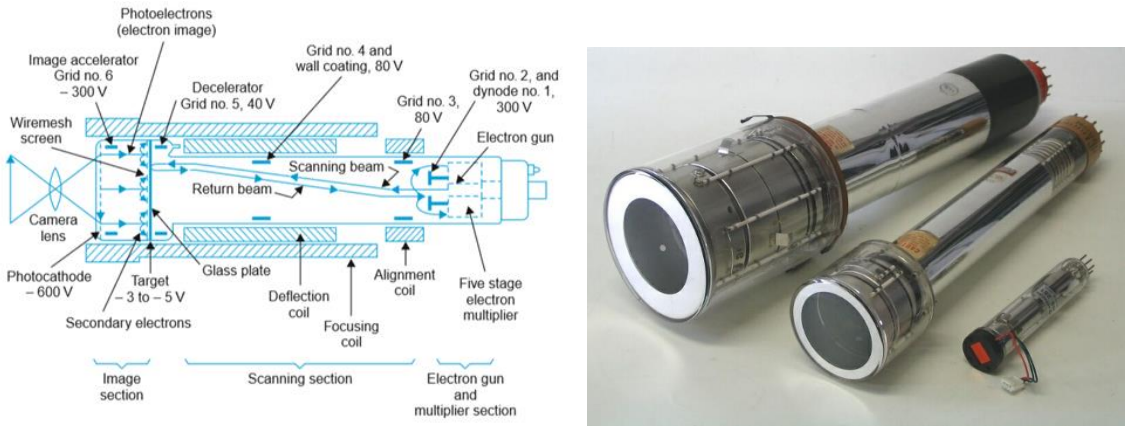
1.9.1.2 تطبيقات الفيديكون

استخدمت كاميرات الفيدكون في بداية ظهورها لتصوير حالات التصوير الخالية من الحركة السريعة، مثل تصوير الشرائح، الصور، التلفزيون المغلق.... اما الانواع الاحدث فتستعمل في التعليم، الطب، الصناعة، الفضاء، والتصوير البحري. لذلك هي تعتبر النوع السائد في صناعة التلفزيون.

1.9.2 اورثيكون-الصورة

يعتمد هذا النوع على حساسية الانبعاث الضوئي. يبين الشكل 12-1 مخطط لانبوبة كاميرا اورثيكون. ويتكون هذا النوع من قطاعات رئيسية هي:

- قطاع الصورة: يقوم بتكوين نسخة الكترونية مطابقة للمشهد المراد تصوريه، تنقل الى لوح الهدف، ناتجة عن الصورة البصرية على المهبط الضوئي. ويركز ضوء المشهد المراد تلفزته على سطح المهبط من خلال عدسات.
- قطاع المسح: يقوم بمسح لوح الهدف بواسطة حزمة الكترونية ذات سرعة واطئة لتحويل الصورة الى اشارات كهربائية تتغير مع الزمن بشكل تيار حزمة مرتد متغير.
- قطاع المضاعف وقاذف الالكترون: يكبر تيار الاشارة بالانبعاث الثانوي الى أفضل نسبة اشارة الى ضوضاء. ومضاعف الالكترون هو سبب حساسية الاورثيكون العالية.



شكل 12-1 مخطط لانبوبة كاميرا اورثيكون

2 الارسال والاستقبال التلفزيوني

2.1 المقدمة

بعد قيام الكاميرا التلفزيونية بتحويل الضوء القادم من المشهد الى اشارة كهربائية وتضمينها ومعالجتها، نكون بهذا قد وصلنا لمرحلة ارسال تلك الإشارة التلفزيونية. ولكي نتعرف على الطرق المختلفة التي تصل بها الإشارة التلفزيونية إلى اجهزة التلفزيون للمستخدمين كالهوائي العادي (Antenna) والذي يستقبل البث التلفزيوني من المحطات التقليدية. فترسل تلك الإشارة التلفزيونية الى المشاهدين عبر أي قناة في الفضاء.

يعتمد الارسال التلفزيوني على مبدأ انتشار الموجات الكهرومغناطيسية (Electromagnetic waves propagation) في الهواء من خلال هوائي الارسال والتي يتم استقبالها بواسطة هوائي الاستقبال. ومن الممكن أيضا ارسال واستقبال تلك الموجات بواسطة **قابلوات محورية، والذي له تطبيقات كثيرة** في مجالات متعددة منها: **التعليم، الطب، الفضاء سيطرة المرور، الرقابة الأمنية، نقل المعلومات، وتلفزيون الكيبل (CATV).** ونظام تلفزيون الكيبل هو أحد انواع التلفزيون المغلق الذي يتم فيه ارسال البرامج للمشتركين بواسطة قابلوات محورية بطريقة مشابهة للخدمات الهاتفية. وهو نظام يخلو من مشاكل الظلال والتداخل.

يمكن استلام الإشارة التلفزيونية (او البث التلفزيوني TV Broadcasting) على مسافة (75 - 100 km). وتعتمد مسافة الرؤيا (line of site) هذه عدة عوامل منها **ارتفاع هوائي الارسال الاستقبال، والتضاريس بين هوائي الارسال والاستقبال.** كما ان الإشارة تضعف بزيادة المسافة بسبب **التوهين** (attenuation). يمكن استخدام محطات تقوية لزيادة مسافة البث التلفزيوني.

تم استخدام الأقمار الصناعية (Satellite) في أنظمة البث التلفزيوني لزيادة الرقعة الجغرافية. يمكن استخدام الأقمار الصناعية بثلاثة طرق:

الطريقة الأولى: استخدام محطات أرضية لاستقبال البث من القمر الصناعي والذي تكون اشارته ضعيفة ومن ثم ارسالها بقدرة عالية بنفس التردد.

الطريقة الثانية: توظيف انتشار بث القمر الصناعي بقدرة عالية. وبذلك يمكن استلام البث بشكل مباشر من القمر الصناعي باستخدام هوائيات مقعرة بحجم متوسط مزودة بأجهزة تغيير التردد (Frequency Converter).

الطريقة الثالثة: توظيف نهايات استلام ذات نوعية عالية وقدرة قليلة، ليمكن ارجاع الانتشار ضمن بث القناة القياسية وبذلك يمكن استلام البث على المستقبلات الاعتيادية. وهذه الطريقة محدودة الاستخدام.

2.2 المدى الترددي للموجات

عندما تفكر بالضوء فأنت غالبًا تفكر بما بإمكان عينيك رؤيته، ولكن الضوء الذي تتحسسه أعيننا هو فقط النطاق المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي electromagnetic spectrum، وهو يمثل جزءًا صغيرًا جدًا من مجموع الأضواء التي تحيط بنا، ويَستخدم العلماء مصطلح الطيف الكهرومغناطيسي لوصف النطاق الكامل للضوء الموجود، بدءًا من الأمواج الراديوية وانتهاءً بأشعة غاما، فإنّ معظم الضوء المتواجد في الكون هو في الحقيقة غير مرئيّ بالنسبة لنا.

تقع ترددات الموجات الكهرومغناطيسية التي تستطيع أعيننا رؤيتها (الضوء المرئي) بين 400 و790 تيراهيرتز (THz)[10]. وطولها الموجي يتراوح بين 380 إلى 750 نانومتر. وتفسّر أدمغتنا الأطوال الموجية المختلفة بألوان مختلفة، حيث يمتلك اللون الأحمر أكبر طول موجي، والبنفسجي الأقصر[11].

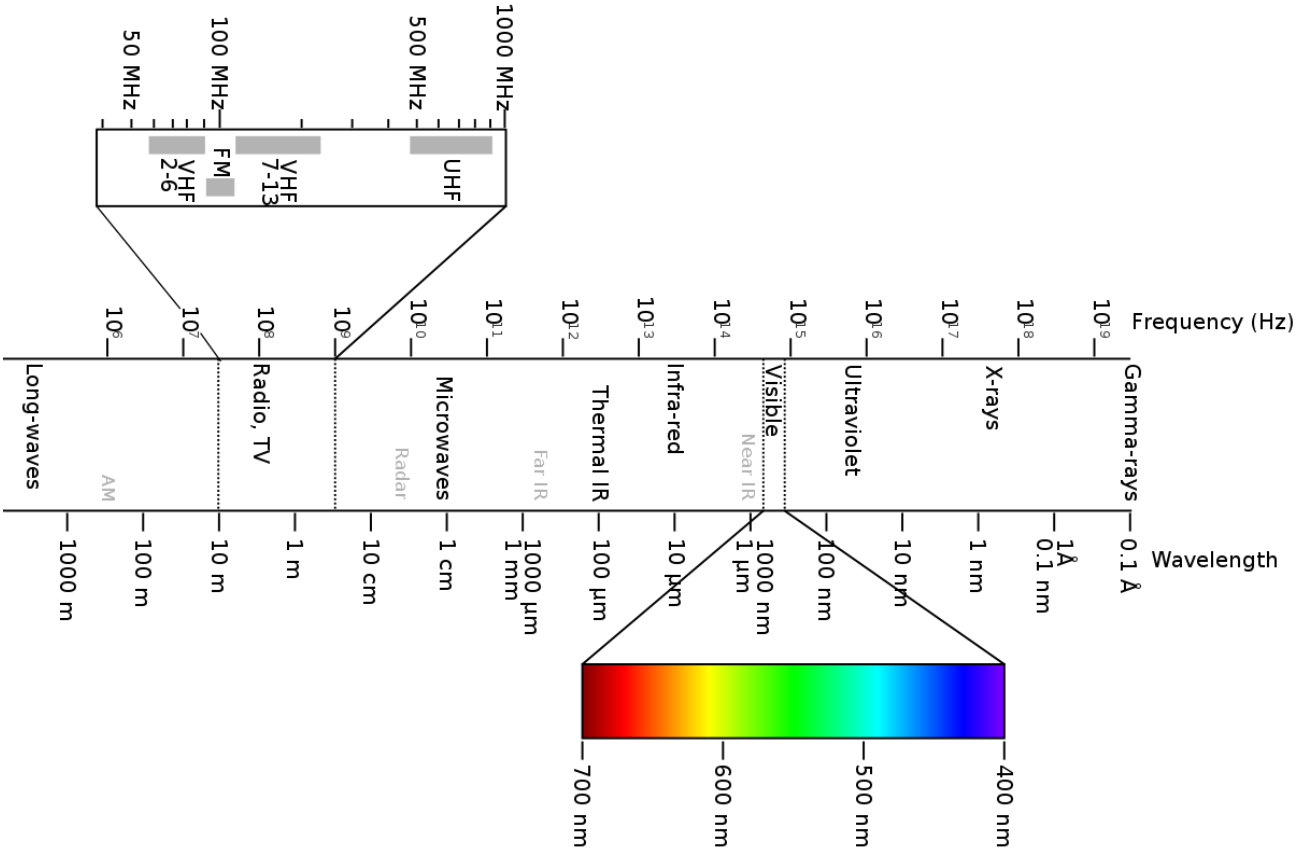
ان أنواع الإشعاع الكهرومغناطيسي مصنفة بشكل عام إلى [12]:

- الموجات الراديوية بأطوال موجية تمتد من مئات الأمتار
- الموجات الدقيقة (الصغرية) بين 300 MHz الى 300 GHz
- الأشعة تحت الحمراء بين 300 GHz إلى 400 teraHz (1 mm إلى 750 nm)
- أشعة الضوء المرئي بين 380 nm و 760 nm (400 إلى 790 TeraHz)
- الأشعة فوق البنفسجية
- الاشعة السينية (X- Ray) $30 \times 10^{15}\ Hz$ الى $30 \times 10^{18}\ Hz$
- اشعة كاما تشمل الترددات الاعلى من $30 \times 10^{18}\ Hz$

[10] التيرا يمثل 1×10^{12} اي واحد ويليه 12 صفر

[11] المصدر: ناسا بالعربي https://nasainarabic.net/education/articles/view/what-is-the-electromagnetic-spectrum

[12] المصدر https://www.uobabylon.edu.iq/uobcoleges/lecture.aspx?fid=6&lcid=82928



شكل 1-2 الطيف الكهرومغناطيسي

2.3 الارسال التلفزيوني الارضي

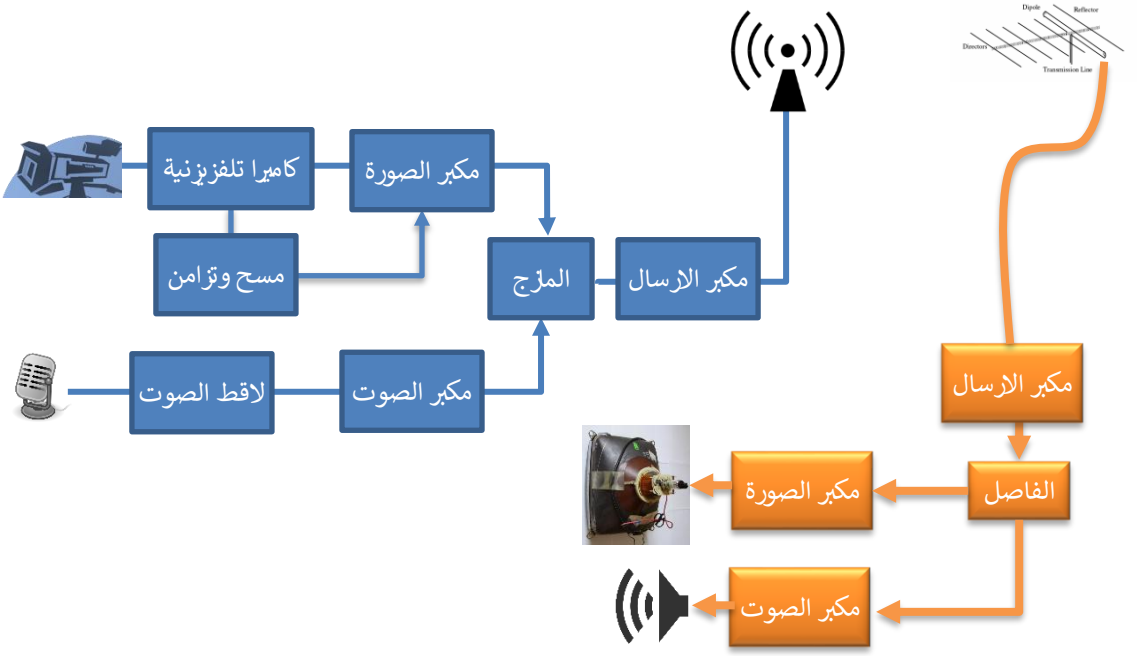
يمكن ان ترسل الموجات في مديات التردد العالي جدا VHF وهي مختصر لـ(Very High Frequency) وفوق العالي جدا UHF (Ultra-High Frequency) والتي تسير بخطوط مستقيمة، لذلك وبسبب كروية الارض والتضاريس المختلفة تكون ابعد مسافة ممكنة لارسال واستقبال الموجات الكهرومغناطيسية بحدود 75-100 km.

ولكي يمكن نقلها في الفضاء يجب ان يتم تضمين موجة الصورة بشكل تضمين اتساعي AM (Amplitude Modulation) والتي تستلزم استعمال ترددات عالية جدا VHF او ترددات فوق العالية UHF كموجة ناقلة (Carrier) للإشارة. بينما تنقل معلومات الصوت على موجة ناقلة اخرى بشكل تضمين ترددي FM (Frequency Modulation). يستخدم ال FM لنقل معلومات الصوت **لأنه يوفر استلام بدون ضوضاء (noise) والذي يمكن استخدامه بدقة عالية حتى في ترددات 10 MHz إذا تم استخدام شريط ذو عرض كافي**. لكن FM غير ملائم لنقل معلومات الصورة **بسبب تداخل الخيال لكون**

الاستلام متعدد المسار. للتضمين الترددي فوائد مهمة منها: تقليل ضوضاء التداخل لذلك يستخدم في مراحل الموجات الدقيقة او اتصالات الأقمار الاصطناعية للبث التلفزيوني الذي يتجنب استلام متعدد المسار بواسطة جعل الهوائيات الموجهة مرتفعة للنقل والاستلام. يكون عرض النطاق او الحزمة بحدود 5 MHz لإشارة الصورة ومع إضافة إشارة الصوت قد يصبح عرض الحزمة بحدود 6 MHz.

يتم تكبير الإشارة الصورية الخارجة من صمام كاميرا الالتقاط ثم تمزج مع إشارات التزامن والاظلام من مولد نبضات التزامن ومن ثم ترسل الى مرحلة التضمين الاتساعي او مرسلة الصورة ويرسل لاحد جوانب حزمة القناة كاملا في حين يرسل الجانب الاخر للحزمة جزئيا وذلك لتقليل عرض حزمة القناة. اما بالنسبة لجزء الصوت فيكون منفصلا. يتم تكبير الإشارات السمعية القادمة من اللاقطة (microphone) بصورة ملائمة ويستعمل التضمين الترددي (FM) تدمج إشارات خرج مرحلتي الصورة والصوت المضمنتين وتغذى الى هوائي الارسال ليتم بثها كما في شكل 2-2.

اما لو كنت تشاهد البرنامج بواسطة شريط فيديو فان جهاز الفيديو يحتوي على دائرة الكترونية تقوم بتحويل الإشارات الخاصة بالصورة والصوت المحفوظة على الشريط إلى إشارات مماثلة لتلك التي ترسلها محطات الإرسال ولكنها هنا تكون مناسبة لواحدة فقط من قنوات التلفزيون.

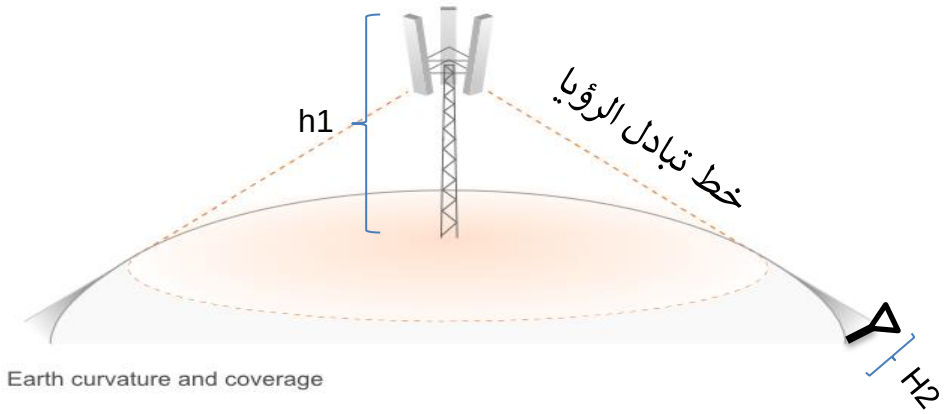


شكل 2-2 مخطط ارسال واستلام الاشارة التلفزيونية

اما بالنسبة لتلفزيون الكيبل فتصل إليه إشارات تلفزيونية عن طريق الكوابل إلى جهاز الاستقبال الذي يقوم بدوره بفك شيفرتها وتذهب إلى مدخل الهوائي التقليدي بعد ذلك. في تلفزيون الكيبل يكون هناك عدد كبير جدا من القنوات التي تنتقل إشاراتها عبر الكيبل إلى بيتك، ولكن الاشارات تكون مشفرة بحيث تحتاج إلى ما يسمى جهاز الاستقبال (Receiver) ليفك شيفرتها ويحولها إلى إشارة تلفزيونية عادية ثم تدخل إلى جهاز التلفزيون من خلال مدخل الهوائي العادي (Antenna Port) إلى إحدى القنوات فقط.

2.3.1 مسافة استلام البث الارضي

من اجل استلام البث التلفزيوني يجب استخدام هوائيات مناسبة لغرض ارسال الاشارات الكهرومغناطيسية واخرى لغرض استقبال الاشارة (الفصل 4 سيتم التطرق لبعض انواع الهوائيات). تسير الموجات الكهرومغناطيسية في نطاق VHF و UHF بخطوط مستقيمة لذلك يجب ان يكون هنالك تبادل للرؤيا (line of site) بين الهوائيات، ولا يمكن استلام الترددات التلفزيونية لمسافات بعيدة بسبب كروية الارض. بينما الموجات ذات الترددات الاقل يمكن ان ترسل لمسافات ابعد من الافق بسبب الانعكاسات المتكررة عن طبقة الايونوسفير[13] (ionosphere) وسطح الارض انظر شكل 3-2.



شكل 3-2 خط تبادل الرؤيا بين الهوائيات

[13] انظر الموقع: https://ar.wikipedia.org/wiki/غلاف_أيوني او الموقع: https://en.wikipedia.org/wiki/Ionosphere

ان مسافة الرؤيا لهوائي تعتمد على ارتفاع الهوائي، ويمكن حساب المسافة الفعالة لإرسال هوائي باستخدام المعادلة التالية[14]:

$$d = 3.57\sqrt{k.h}$$

حيث d هي المسافة الكلية التي يمكن لهوائي ارسالها وتقاس بال km و $k = \frac{4}{3} \approx 1.33$ وهو معامل تصحيح من اجل الاخذ بنظر الاعتبار انكسار الموجات اما h فهي ارتفاع الهوائي. ومن اجل حساب المسافة الكلية للارسال بين هوائيين هو:

$$d = 3.57.\left(\sqrt{k.h_1} + \sqrt{k.h_2}\right)$$

والارقام 1 و 2 تشير الهوائي الاول والثاني على التوالي

2.4 نظام الارسال والاستقبال عبر الاقمار الاصطناعية

القمر الاصطناعي بشكل عام هو جسم يطلق للفضاء من قاعدة أرضية ليدور في مداره المخصص له والمبرمج عليه بسرعة معينة، وهو مزود بمحطات استقبال وإرسال وعدد من أجهزة التسجيل. فهي تقوم باستقبال الإشارات الواردة إليها من المحطات الأرضية وفق موجات وترددات معينة ثم تقوم بتكبيرها، ومن ثم إعادة إرسالها مرة أخرى إلى الأرض، حيث تستقبلها محطة أرضية بواسطة هوائيات على شكل أطباق. يمكن للقمر الاصطناعي ارسال واستقبال عددا من القنوات (الحزم) التي ترسل من خلالها الإشارات التلفزيونية.

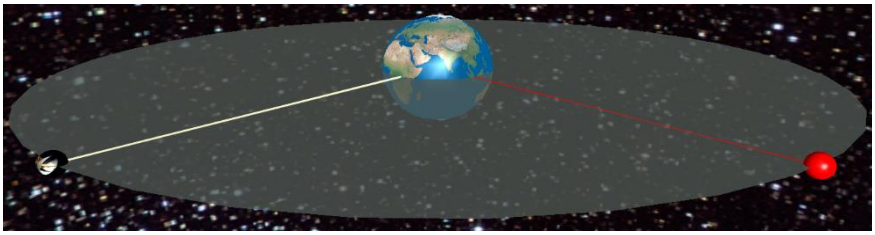
البث الفضائي التلفزيوني يشبه إلى حد كبير البث الأرضي، فهو يعمل بطريقة لاسلكية لتصل البرامج التلفزيونية إلى المستقبل، ويتم البث سواء للإرسال الأرضي أو الفضائي عن طريق الموجات الراديوية.

2.4.1 مدارات الاقمار الاصطناعية

هنالك مدارات متعددة للأقمار الاصطناعية تبدأ من ارتفاع 167.4 km (104 mile). المدار الجغرافي الثابت (Geostationary Orbit) يكون للأقمار الاصطناعية التي تستخدم لغرض البث التلفزيوني بارتفاعه بحدود 35786 km الذي تكون فيه سرعة دوران القمر الاصطناعي مساوية تماما لسرعة دوران الارض. لذلك نرى الاقمار

[14] https://www.ccs.neu.edu/home/rraj/Courses/6710/S10/Lectures/AntennasPropagation.pdf

الاصطناعية في هذا المدار في نفس المكان. لذلك فان السرعة المدارية تساوي 3074.6 m/s أو 11,068 km/s. الشكل 4-2 يمثل المدارشكل 4-2 المدار الجغرافي الثابت[15].



شكل 4-2 المدار الجغرافي الثابت

2.4.2 تأخير الاشارة في القمر الاصطناعي

الأقمار الاصطناعية في المدار الجغرافي الثابت بعيدة جداً لدرجة تسبب تأخير ملحوظ في الاتصالات خلال الرحلة من محطة إرسال أرضية إلى القمر الاصطناعي ورجوعاً إلى المحطة الأرضية. على سبيل المثال؛ بالنسبة للمحطات الأرضية بين دائرتي عرض +45° و-45° وعلى نفس خط طول القمر الاصطناعي، يمكن حساب الوقت اللازم T_d للذهاب من المحطة الارضية المرسلة الى المحطة الاستلام، باستخدام قاعدة جيب التمام كما يلي [16]:

$$T_d = 2.\frac{\sqrt{R^2 + g^2 - 2.R.g.cos\emptyset}}{c} \approx 253\ ms$$

حيث ان R هو نصف قطر الارض الموازي لخط الاستواء ويساوي تقريبا 6378 km. ونصف قطر المدار g هنا هو المسافة بين مركز الأرض والمدار وليس ارتفاع المدار فوق سطح الأرض. فـاذا كـان ارتفاع القمر عن سطح الأرض (h) هو 35786 Km فيكون $g = h + R = 42164\ km$.

هذا التأخير يسبب مشاكل في التطبيقات الحساسة للتأخير مثل الاتصالات الصوتية وألعاب الحاسوب المباشرة على الإنترنت. كلما اتجهنا شمال او جنوب خط الاستواء سيبدو القمر الاصطناعي أقرب الى الافق. في دوائر العرض الأكبر من 81° تختفي الأقمار الاصطناعية في المدار الجغرافي الثابت تحت خط الأفق وبالتالي لا تُرى نهائياً.

[15] https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/geostationary-satellite
[16] مدار جغرافي ثابت - ويكيبيديا(wikipedia.org)

2.4.3 الترددات المستعملة

يمكن تقسم الترددات المستخدمة في البث التلفزيوني للأقمار الاصطناعية الى:

KU band: نطاق البث التلفزيوني الفضائي **الاكثر استعمالا في الوقت الحاضر على الرغم من تأثره بالأمطار، لأنه يحتاج الى طبق استلام صغير نسبيا بحدود 0.9 m.** مثل (قمر النايلسات، عربسات، ...إلخ) وخدمة الإنترنت الفضائي Vsat أو Outernet.

C band: نطاق البث التلفزيوني المستخدمة في بعض البلاد ولكن هذا النمط من البث يتطلب وجود أطباق التقاط كبيرة نسبياً وقد كان هذا النمط مستخدماً في البث التناظري لقمر العربسات قبل التحول إلى البث الرقمي وفق النطاق (Ku).
إن تردد الموجات العاملة وفق النطاق C-band بتردد 4GHz وهذا التردد يولد حقلاً كهرومغناطيسياً.

إن الترددات المستخدمة في مجال الاتصالات الفضائية تتراوح بين 1 GHz و 60 GHz ولكن الترددات العاملة هي من 1 GHz إلى 30 GHz، أما الترددات التي تزيد عن 30 GHz فما تزال غير مستثمرة.

الجدول التالي مقدار الترددات لمختلف النطاقات المستخدمة في الاقمار الاصطناعية:

النطاق	التردد GHz
L band	1 – 2
S band	2 – 4
C band	3.7 – 8: Uplink (5.9-6.4), Downlink (3.7-4.2)
X band	8 – 12
Ku band	12 – 18: Uplink (14-14.5), Downlink (11.7-12.2)
K band	18 – 26.5
Ka band	26.5 – 40

جدول 2-1 نطاقات التردد المستخدمة في الاقمار الاصطناعية

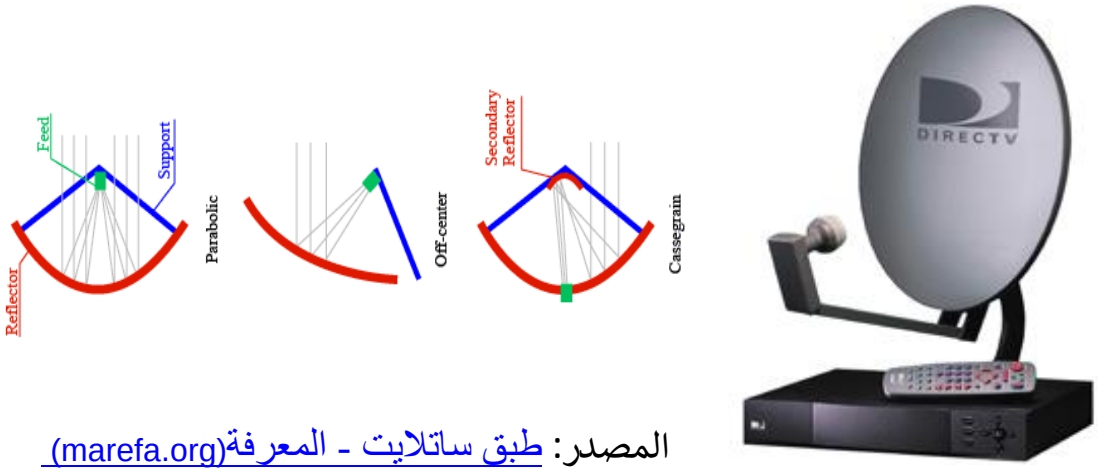
2.4.4 تقسيم المدار

يؤخذ في الاعتبار أن عدد الأقمار الاصطناعية التي يمكن أن تكون في المدار الثابت بالنسبة للأرض محدود، لأنه من الضروري تجنب التداخلات المحتملة التي قد تنشأ بينهما. أي إذا أخذنا في الاعتبار أن الأقمار الاصطناعية التي تعمل في النطاق C يجب

فصلها بمسافة تبعد درجتان[17]، فيكون الحد الأقصى لعدد الأقمار الاصطناعية هو 2/360 = 180 في المدار. وفيما يتعلق بالنطاق Ku، الفصل أصغر (من الأول)، لذلك يمكن أن يكون لدينا ما يصل إلى 1/360 = 360.

2.4.5 هوائي الاستقبال

قد يختلف الهوائي المستخدم في استقبال الارضي عن ذلك المستخدم لاستقبال البث الفضائي. حيث يستخدم هوائي قطع زائد (parabolic antenna) لاستقبال البث الفضائي ويسمى الصحن او الطبق (dish). يكون بشكل مقعر ليتمكن من تركيز الموجات الكهرومغناطيسية القادمة من القمر الاصطناعي في نقطة واحدة تسمى البؤرة (focus) شكل 5-2.



المصدر: طبق ساتلايت - المعرفة(marefa.org)

شكل 5-2 نموذج صحن استقبال بث الاقمار الاصطناعية

2.4.6 وحدات خفض الشوشرة LNB

تتلخص وظيفة وحدات الـ LNB فى التقاط الاشارات القادمة من الاقمار الاصطناعية وتحويلها لتصبح صور تليفزيونية. وما تفعله وحدة الـ LNB بالإشارات يؤثر عليها فى رحلتها الى الشاشة.

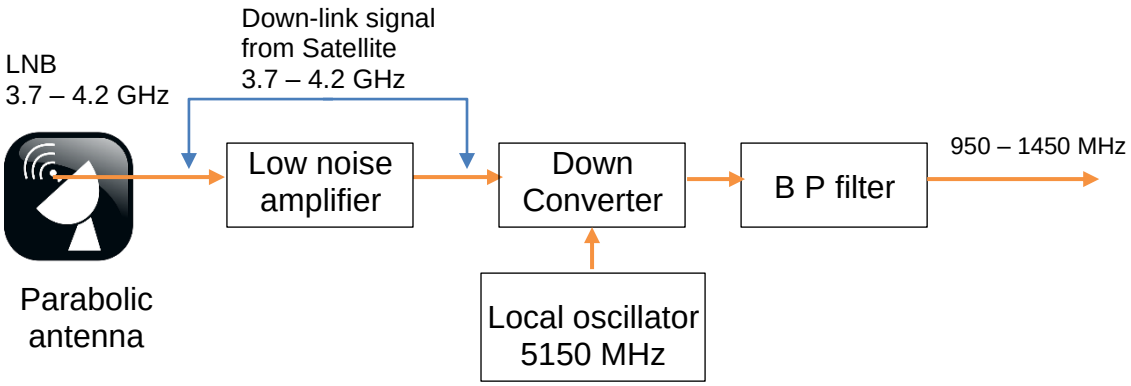
تقوم وحدة الـ LNB بتحويل الاشارة الهابطة على صورة اشارات كهرومغناطيسية الى اشارات كهربائية ثم تكبيرها ثم تحويلها الى حدود الترددات الصحيحة مع تخفيض

[17] تلفاز فضائي - ويكيبيديا(wikipedia.org)

كمية الشوشرة خـــلال هــذه العمليات الى اقل قدر ممكن. فمثلا في نطاق التردد (3.7 – 4.2 GHz) للـ C band يكون التردد الوسيط بمقدار (950 – 1450 MHz) فيكون تردد المذبذب 5150 MHz.

$$5150 - 4200 = 950\ MHz, 5150 - 3700 = 1450\ MHz$$

وباستخدام الكيبل المحوري تنقل الاشارة الى جهاز الاستقبال (receiver). والمفاضلة بين جودة وحدات الـ LNB التي تستقبل حزمة التردد الواحدة تعتمد على مقدار معامل تخفيض الشوشرة (عبارة عن النسبة بين نسبة شوشرة الاشارة الداخلة الى نسبة شوشرة الاشارة الخارجة من الـ LNB، ويقاس بالديسبل db).



ويجب معرفة انه كلما انخفض هذا المعامل كان أفضل. فعلى سبيل المثال Ku LNB ذو معامل 0.3 يعتبر افضل من ذاك ذو المعامل 0.8 dB. ومعامل الجودة يختلف من تردد الى تردد اخر، بمعنى انه في تردد 11250 قد يكون المعامل 0.9 dB ولكنه فى تردد 11600 قد يكون 0.7 dB مثلا، والرقم المكتوب على الوحدة هو متوسط معامل الشوشرة فى مدى الترددات التي يستقبلها.

يمكن تصنيف وحدات ال LNB الي ثلاث تصنيفات رئيسية حسب نطاق بث الاستلام.

- وحدات C-Band
- وحدات Ku-band
- وحدات Wide Ku-Band

2.4.7 بوق التغذية

الوظيفة الأساسية لبوق التغذية (feedhorn) هو جمع الاشارة المنعكسة من الطبق وتوصيلها لوحدة الـ LNB مع اختيار القطبية. لذلك فان الفيد هورن غير ضروري في

حالة استعمال وحدات خفض الشوشرة LNB الماجنتيك التي تستطيع التحكم في القطبية من داخلها. ولكن في حالة استخدام LNB العادية (Ku او wide Ku) لا نستطيع الاستغناء عن الفيد هورن.

2.4.8 نوع الطلاء

أن طلاء الطبق ليس لإضافة مظهر جذاب عليه، ولكن الحقيقة هي أن هناك أنواع من الطلاء ذات قدرة كبيرة لعكس الاشارات الكهرومغناطيسية التي تسقط من الاقمار الاصطناعية؛ وبذلك تساعد على عكس أكبر قدر ممكن من الاشارات ومنعها من التسرب خلال الطبق.

2.4.9 جهاز الاستقبال

العنصر النهائي في نظام التليفزيون الفضائي هو جهاز الاستقبال (receiver). ووظائف جهاز الاستقبال هي: **إنه يفك تشفير الإشارة المشفرة**. من أجل فتح الإشارة، فإن جهاز الاستقبال يحتاج إلى رقاقة فك التشفير السليمة لتلك الحزمة من البرامج. والمزود قادر على التواصل مع الشريحة، عبر إشارات الأقمار الاصطناعية، لإجراء التعديلات اللازمة لبرامج فك التشفير. وقد يرسل المزود أحيانا إشارات تعطل فك التشفير غير المشروع. فإنه **يأخذ إشارة MPEG - 2 الرقمية ويحولها إلى تنسيق تماثلي** الذي يمكن للتليفزيون القياسي ان يتعرف عليه. انها **تلتقط الجدول الزمني للبرامج** من المزود وتقدم هذه المعلومات في دليل البرمجة الذي يظهر على الشاشة.

3 مخطط التلفزيون الأبيض والأسود

3.1 المقدمة

في التلفزيون الأبيض والأسود وكذلك في التلفزيون الملون تستعمل ثلاث إشارات وهي:

- موجه بتردد راديوي حاملة للتضمين الترددي FM تنقل معلومات الصوت الى السماعة
- موجه AM تنقل معلومات الصورة الى صمام الصورة
- والاشارة الثالثة هي الموجه الحاملة الفرعية لإشارة الالوان قيمتها 4.43 MHz تضاف الى الاشارتين السابقتين في أجهزة الاستقبال الملون وتعتبر جزء من الإشارة الصورية.

بواسطة الإشارات الثلاثة يصبح بالإمكان رؤية الصورة وسماع الصوت. وسنتعرف في هذا الفصل على أجهزة الاستقبال الأبيض والأسود اما بالنسبة لأجهزة الاستقبال الملون فسيتم التطرق لها في الفصول القادمة.

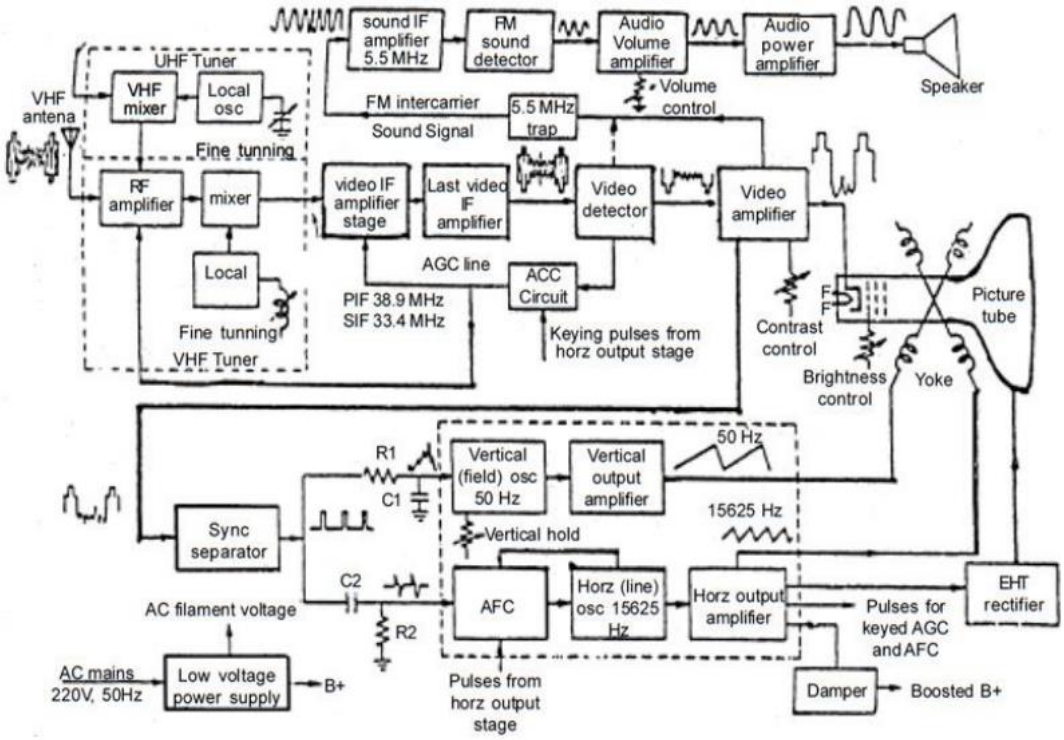
3.2 أنواع أجهزة الاستقبال التلفزيوني

توجد ثلاثة أنواع من أجهزة الاستقبال الأسود والأبيض هي:

1- أجهزة تستعمل الصمامات في جميع مراحلها.
2- أجهزة هجينة تستعمل كل من الصمامات والترانزستورات.
3- أجهزة تستعمل الترانزستورات او الدوائر المتكاملة.

الشكل 1-3 يبين مخطط كتلي (Block diagram) لجهاز استقبال تلفزيوني من النوع الهجين[18].

[18] الشكل يوجد في الموقع التالي: https://oseven.in/files/58c2cc1e2d67b.pdf



شكل 1-3 مخطط كتلي لجهاز استقبال تلفزيوني ابيض واسود

المخطط الكتلي لجهاز استقبال تلفزيوني لا يختلف كثيراً عن المخطط الكتلي لتليفزيون الصمامات ويمكن مع ملاحظة بعض الإضافات وهي كما يلي:

يضاف في بعض الأجهزة مرحلة إطفاء وتسمي Blanking وظيفتها تكبير نبضات الرأسي الخارجة من خرج مرحلة الرأسي وايضاً في بعض الأجهزة نبضات الأفقي ثم توصيلها إلى مكبر اخراج المرئيات لتكبيرها مرة أخرى حتى تصل إلي كاثود الشاشة فيرتفع جهد كاثود الشاشة ارتفاعاً كبيراً في تلك اللحظات يكون من نتيجته إطفاء الشعاع الالكتروني في تلك الفترات وهي فترات رجوع الشعاع أفقياً او رأسياً. بدون عملية الإطفاء هذه ظهور خطوط التسطير الأفقية خطوط بيضاء لامعة أفقية مائلة على الصورة لفقدان النبضات الرأسية في فترة الإطفاء الرأسي والتي تقدر بحوالي 20 خط أفقي، أما غياب نبضات الإطفاء الأفقي فلا يظهر لها أثار واضحة على الشاشة ولذلك كثيراً ما يستغني عنها كما هو متبع في تليفزيون الصمامات. تستخدم هذه المرحلة في بعض الأجهزة أما بقية الأجهزة فترسل نبضات الإطفاء الراسي والأفقي إلى مكبر إخراج المرئيات مباشرة دون تكبيرها في مرحلة الإطفاء المذكورة وهذا أيضاً يختلف عن تليفزيون الصمامات الذي يرسل مباشرة إلى الشاشة.

تضاف مرحلة الحافز الأفقي لمرحلة الأفقي وهي مرحلة تسبق المكبر الأفقي وتلي المذبذب الأفقي على أن تعد الاشارة اللازمة بالتيار الكافي لتشغيل مكبر الإخراج الأفقي. تضاف دوائر تثبيت الجهد بعد دائرة التغذية المألوفة أي دائرة التوحيد والتنعيم وتقوم هذه الدائرة بوظيفة التثبيت والترشيح.

يمكن تقسيم هذا المخطط الى عدة اقسام وهي:

- قسم الهوائي الذي يستلم الاشارة التلفزيونية والخط الناقل لها وكلاهما يمكن ان يوجدا خارج صندوق التلفزيون
- منتخب القنوات والجزء المسؤول في جهاز التلفزيون عن استلام قناة تلفزيونية واحدة فقط عن طريق الموالف، وكذلك يقوم بتثبيت التردد. لان كل قناة تلفزيونية تكون ذات تردد مختلف عن الاخرى فتقوم دائرة المازج بمزج تردد الاشارة التلفزيونية مع اشارة المذبذب المحلي لإنتاج التردد الوسيط intermediate frequency (IF).
- مرحلة الصورة وفي هذه المرحلة يتم عزل اشارة الصورة عن باقي الاشارات.
- مرحلة الصوت: في هذه المرحلة يتم عزل اشارة الصوت عن باقي الاشارات.
- قسم مرحلة اشارة التزامن والذي ينقسم بدورة الى التزامن الافقي والتزامن العمودي. يتم توليد موجات سن المنشار بتردد 15625 Hz وهو تردد اشارة التزامن الافقي لشاشة تلفزيون مكونه من 625 خط. وموجات سن المنشار ذات تردد 50 Hz وهو تردد اشارة التزامن العمودي. كلتا الاشارتين ترسلان الى ملفات الانحراف الافقي والعمودي في الشاشة ليتم تحريك حزمة الالكترونات في انبوبة الاشعة الكاثودية.
- مرحلة الشاشة وفيها يتم تحويل الاشارة الكهربائية للصوت الى صورة عن طريق توليد حزمة الكترونات في الكاثود والتحكم بسرعة واتجاه هذه الحزمة، والتي عند اصطدامها في الطبقة الفوسفورية تنتج ضوء يكون متناسب مع سرعة الالكترونات.
- دائرة مجهز القدرة وهي الدائرة المسؤولة عن تحويل (Rectify) التيار المتناوبة الى تيار مستمر. لكي تعمل باقي الدوائر الالكترونية في جهاز التلفزيون.

4 الهوائيات، خطوط النقل

4.1 المقدمة

يعتبر الهوائي (Antenna) جزء مهم في كافة اجهزة الاتصالات. فهو يستخدم عند ارسال (Transmitting) او استقبال (Receiving) الموجات الكهرومغناطيسية. عند تصنيع الهوائيات يؤخذ بنظر الاعتبار طول الموجة (Wavelength) المراد ارسالها او استقبالها. حيث يتناسب طول الهوائي مع طول الموجة المستلمة. فتكون الإشارة المستلمة ضعيفة جدا في حالة عدم تناسب الطول الموجي لتلك الإشارة مع طول الهوائي. وتوجد في الواقع انواع كثيرة من الهوائيات تختلف أشكلها وتختلف ابعادها أيضا اعتمادا على نوع التطبيق. يكون طول الهوائي مساويا لنصف طول الموجة تقريبا ($\frac{1}{2}\lambda$) للقنوات VHF وUHF. يعتمد مبدأ اشتغال الهوائي على مبدأ الحث الكهرومغناطيسي (Electromagnetic Induction) حيث يتولد فولتية ق.د.ك محتث (emf) في الهوائي نتيجة لتعرضه الى الموجات الكهرومغناطيسية المرسلة فتمر الإشارة من خلاله الى جهاز الاستقبال التلفزيوني. ان الجهد المطلـوب في إشارة الهوائي قليلة وتكون بحدود $100 - 200\ \mu v$.

4.2 طرق ربط الهوائيات في أجهزة الاستقبال التلفزيوني:

يتم تصنيع الهوائيات في اجهره الاستقبال التلفزيوني ويمكن تصنيفها حسب موقعها ويكون شكل الهوائي مختلف وحسب طريقة ربطه وكما يلي:

- **الهوائيات المبنية داخل الغلاف built-in antenna**: ويتكون من هوائي ثنائي القطبية ويثبت على الغلاف الخارجي للتلفزيون. وفي حالة استخدام هوائي احادي القطبية نوع ربع الموجة لاستقبال VHF يستعمل هوائي اطاري ذو لفة مفردة قطرها حوالي 8 انج
- هوائيات داخل المنزل Indoor antenna: يستعمل في المناطق التي تكون فيها الإشارة قوية. يتم تحديد موقعه عن طريق التجربة والخطأ.
- هوائيات النوافذ Window antenna: يصمم الهوائي بتم ربطه الى قضبان الشبابيك
- هوائيات خارج المنزل Outdoor antenna: وهو أكثر الأنواع شيوعا، ويثبت بواسطة أنبوب من الحديد او الالمنيوم على سطوح المنازل.

4.3 الحسابات التطبيقية للهوائيات

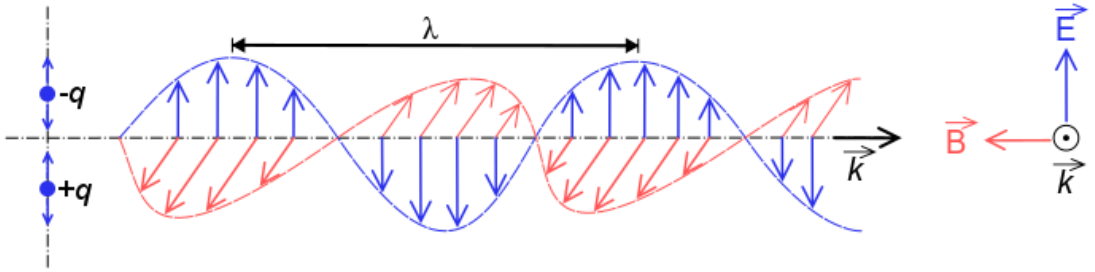
لتصميم الهوائيات الملائمة يجب معرفة الطول الموجي للإشارة المراد استقبالها. يمكن وصف الموجة الكهرومغناطيسية بالاعتماد على الطول الموجي او على التردد. حيث يتناسب الطول الموجة عكسيا مع التردد وذلك لان سرعة انتشار الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ (الفضاء) تكون ثابته والتي تساوي الضوء وهي تقريبا $3x10^8$ m/s[19]. يمكن توليد الموجات الكهرومغناطيسية عن طريق استخدام دوائر كهربائية او الكترونية في اجهزة الاتصالات. يمكن حساب الطول الموجي لأي موجة كهرومغناطيسية عن طريق العلاقة التالية:

الطول الموجي (بالمتر) = سرعة الضوء (متر\ ثانية) \ التردد (دورة\ ثانية).

$$\lambda = \frac{c}{F}$$

حيث λ هو الطول الموجي ويقاس بوحدة ال (m)، و F هو التردد ويقاس بوحدة ال (Hz)، و c هو سرعة الضوء وتساوي $3 \times 10^8\ m/s$.

هناك هوائيات سلكية ببساطتها وتركيبها حيث يمكن لأي سلك معدني ان يستخدم كهوائي ارسال او استقبال، ولكن هنا يتطلب استخدم اسلاك بأشكال وأطوال مختلفة حتى نحصل على مواصفات محددة للهوائي. يوضح الشكل 4-1 موجة كهرومغناطيسية (المجال الكهربائي والمجال المغناطيسي)



شكل 4-1 موجة كهرومغناطيسية (المجال الكهربائي والمجال المغناطيسي)

[19] تختلف سرعت الضوء في الاوساط المختلفة عنها في الفراغ وهي تساوي 299792458 متر في الثانية

4.4 مواصفات الهوائي

يمكن معرفة موصفات الهوائي المستخدم في الارسال والاستقبال عن طريق معاملات الهوائي Antenna parameters. وهي كالتالي: -

1- شكل الاشعاع Radiation Pattern

هو ما يعرف بنسق الاشعاع، وهو شكل الشعاع الخارج من الهوائي، وهذا الاشعاع له شكل معين واتجاه معين وبهذه الحالة يمكن تحديد اماكن استقبال الاشارة وهي المناطق الواقعة داخل المنطقة الاشعاعية.

2- مقاومة الاشعاع Radiation Resistance

لكي يبث الهوائي الطاقة الواصلة اليه من جهاز المرسل، في حالة الارسال، يجب ان تكون مقاومه الهوائي مساوية لمقاومة الخرج للجهاز المرسل. كلما زادت مقاومة الاشعاع زادت قدرة الهوائي على ارسال الاشارة الى مسافات ابعد.

3- التكبير Gain

هي مقياس لقدرة الهوائي على تكبير طاقة البث (الخارجة) منه في مساحة اقل. وكلما كانت هذه الطاقة أكبر في وحدة المساحة زادت جودة الاشارة في تلك المنطقة.

4- النطاق Band

هو مقياس لمدى الترددات التي يستطيع الهوائي ارسالها او استقبالها. لكل هوائي نطاق معين من الترددات التي يستطيع استقبالها. وكلما كان النطاق الترددي أوسع كان الهوائي أفضل.

5- مقاومة الدخل Input Resistance

هي مقياس قيمه المقاومة الداخلية للهوائي. يجب ان تكون قيمة مقاومة الدخل مساوية لقيمة معاوقة الخرج للكيبل المستخدم في نقل الاشارة للهوائي. لكي يمكن نقل أكبر طاقة ممكنة للإشارة. غالبا ما تكون مقاومات الكابلات المتوفرة تجاريا بحدود 50, 75, or 300 Ω.

6 القطبية Polarization

هو تحديد اتجاه الهوائي في الارسال والاستقبال، بحيث يكون هوائي الارسال والاستقبال بنفس القطبية حتى يتم استقبال الاشارة بشكل جيد، فمثلا القطبية افقية Horizontal، راسية Vertical، او القطبية الدائرية Circular.

4.5 أنواع الهوائيات

يعتمد مبدأ عمل الهوائيات على وجود سلك موصل في داخل مجال مغناطيسي، وعن طريق مبدأ الحث الكهرومغناطيسي تتولد فولتية محتثة قليلة على طرفي السلك. ويمكن نقل هذه الفولتية عن طريق خطوط نقل خاصة الى جهاز الاستقبال. يمكن تصميم هذا السلك على عدة اشكال وفي كل الأحوال تكون الموجة المستلمة من قبل الهوائي متناسبة بعلاقة معينة مع طول الهوائي، لذلك تكون الهوائيات على شكل احادي القطب (monopole)، او ثنائي القطي (dipole) ونوع اخر مشابه للنوع الثاني يسمى هوائي ثنائي القطب مطوي (folded dipole).

4.5.1 هوائي احادي القطب Monopole

يستخدم في هذا الهوائي سلك واحد فقط. يكون طوله مساويا لربع طول الموجة. يستخدم بكثرة في اجهزة الاتصالات اللاسلكية لان الشعاع الخارج منه يكون موازيا لسطح الارض هذا يؤذي الى تغطية مسافة معينة، يستخدم في سيارات الاسعاف والشرطة .يبين شكل 2-4 هوائي احادي القطب

شكل 2-4 هوائي احادي القطب

4.5.2 هوائي ثنائي القطب

يعتبر هذا النوع من الهوائيات الأساس في جميع هوائيات الاستقبال التلفزيوني عمليا. وذلك لكفاءته ولبساطة تصنيعه عند الترددات التلفزيونية العالية جدا وفوق العالية (VHF وUHF). والنقطة المهمة هنا ان طول الهوائي هو ليس $\frac{\lambda}{2}$ بل مضروبا بمعامل

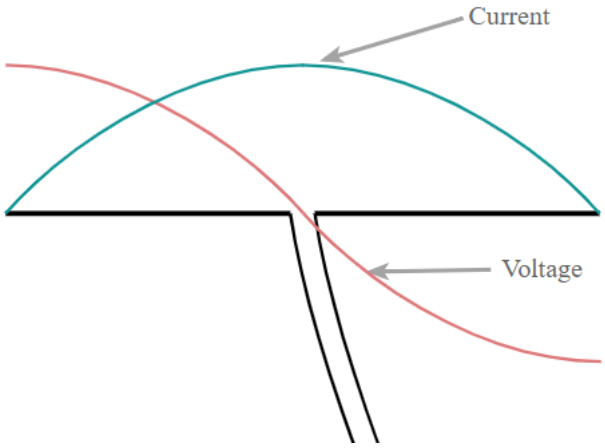
مقداره 0.95 (أي أقصر بقدار 5%) وذلك لان سرعة الموجة الكهرومغناطيسية في سلك اقل من سرعتها في الفضاء. يبين الشكل 3-4 صورة هوائي ثنائي القطب.

شكل 3-4 صورة هوائي ثنائي القطب

يبين شكل 4-4 توزيع التيار والفولتية على الهوائي. يستقبل هذا النوع بعض الترددات بصورة أفضل من البعض الاخر، لأنه يعمل بمبدأ الرنين الذي يستجيب لتردد واحد. وعند استعمال الهوائي لاستقبال حزمة ترددات يكون طول الهوائي منغما على التردد المتوسط داخل الحزمة.

مثال: إذا كان الهوائي مخصصا للحزمة التلفزيونية التي ترددتها (170-200 MHz) ما هو طول الهوائي اللازم لاستقبال تلك الموجه.

نعتبر التردد المتوسط حوالي 185 MHz يكون طول الهوائي بحدود 77 cm وكما يلي:

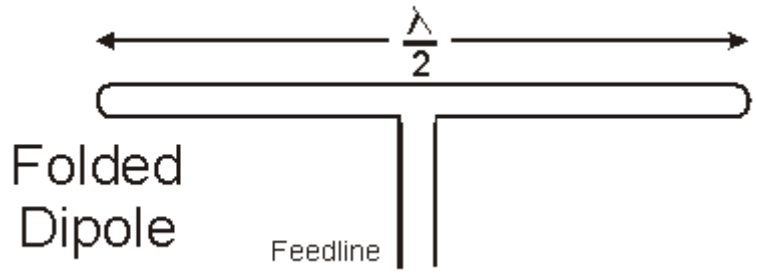


شكل 4-4 توزيع التيار والفولتية على الهوائي

$$\lambda = \frac{c}{F} = \frac{300 \times 10^6 \times 0.95}{185 \times 10^6} = 1.540\ m \Longrightarrow \frac{\lambda}{2} = 0.77\ m$$

4.5.3 هوائي ثنائي القطب مطوي Folded dipole antenna

يضمّ القطب الثنائي القابِل للثني (Folded Dipole) عنصراً مُشِعّاً بنصف طول موجة مُغَذّىً في المركز، تمّ إنشاؤه عبر سلكَين متوازِيَين ترتبط نهاياتهما معاً كما موضح في الشكل 5-4. يعمل القطب الثنائي القابِل للثني جيّداً في التطبيقات التي لا نهتمّ فيها كثيراً لمبدأ الكسب او الاتجاهية. ربّما تكون قد شاهدتَ هذا النوع من الهوائيّ مُباعاً لكي يُستخدَمَ كهوائيٍّ مُستقبِلٍ داخليٍّ.



شكل 5-4 هوائي ثنائي القطب مطوي

إن عباراتِ الطول من النهاية للنهاية في القطب الثنائي المطوي مُطابقةٌ تقريباً للعبارات الموافقة للقطب الثنائي المفتوح بنصف طول موجة. لا تعمل القطعةُ المَثْنِيّةُ من الهوائي كخطّ إرسال، بل إنها تقوم -عوضاً عن ذلك – بإشعاعِ واستقبالِ الإشارات. قد تحتاج إلى القيام بإجراء "المحاولة والخطأ" إذا أردتَ بناءَ هوائيٍّ ثنائيٍّ القطبيّة قابلٍ للثني للوصول للحالة المثلى. كذلك يمكن اعتبار طول الهوائي مضروبا بمعامل السرعة وهي 0.95.

4.5.4 هوائي ياجي Yagi antenna

يوضح الشكل 6-4 هوائي تلفزيوني نوع ياجي. وهو بالحقيقة هوائي ثنائي القطب مطوي ومضاف اليه عاكس وموجهات. وياجي هو اسم الرجل الياباني الذي صمم هذا النوع من الهوائيات. من السهل تصميم وتصنيع هذا النوع باستخدام مواد بسيطة مثل اسلاك نحاسية. كما أنّ استخدام هوائي "ياجي ذو العناصر الثلاثة" سيقوم بجمع الأشعة المنبعثة من محطة الإرسال البعيدة بكفاءة. وهذا الهوائي مشكل من عدة قطع

معدنية موضوعة على مسافات متباعدة عن بعضها البعض. كلما زاد عدد الموجهات زاد الكسب للهوائي.

لأجل زيادة الكسب يمكن وضع هوائيين ياجي أحدهما يعلو الاخر بمسافة مقدارها $\frac{\lambda}{2}$ وفي نفس الاتجاه. وهذا يؤدي الى زيادة القدرة المستلمة وكذلك الى تضييق زاوية الاسقبال ويقلل من استقبال إشارة الشوشرة المتولدة من الأجهزة المنزلية.

شكل 6-4 هوائي تلفزيوني نوع ياجي

4.6 خطوط النقل

تستخدم خطوط النقل لنقل الطاقة الكهربائية أو إشارات المعلومات والتحكم والقياس من مكان إلى مكان وفي هذا النوع من النقل تقوم الأسلاك بمختلف أنواعها بتقييد حركة الإشارات الكهربائية المنقولة وهو على العكس من النقل اللاسلكي. وهذا النقل اللاسلكي للموجات الكهرومغناطيسية الحرة والتي لا يمكن التحكم بمسارها بمجرد إطلاقها من الهوائيات. ويوجد عدة أنواع من خطوط النقل تتفاوت تفاوتا كبيرا في خصائصها أهمها مدى الترددات التي يمكن لها أن تنقلها وكمية الفقد التي تتعرض له الإشارات المنقولة عليها.

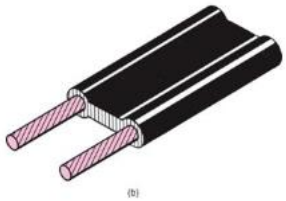
تنقسم خطوط النقل إلى قسمين رئيسين القسم الأول له القدرة على نقل الموجات الكهرومغناطيسية بترددات تبدآ من الصفر أي أنها قادرة على نقل التيار المستمر وهذا القسم يتطلب وجود سلكين على الأقل سلك للتيار الموجب والآخر للتيار السالب. أما القسم الثاني فليس له القدرة على نقل التيار المستمر وينقل الموجات التي يزيد ترددها عن حد معين يسمى تردد القطع مثل دليل الموجه (waveguide). لا يحتاج النوع الثاني الى وجود سلكين، بل يحتاج إلى موصل مجوف. تعتبر الالياف البصرية ممن القسم الثاني.

4.6.1 أنواع خطوط النقل

عندما يتم استلام موجة القناة المطلوبة بواسطة الهوائي يجب نقل الاشارة المستلمة الى جهاز التلفزيون، ويتم ذلك باستخدام خطوط نقل مناسبة. هنالك عدة عوامل مهمة ينبغي الانتباه لها في خط النقل مثل المقاومة، عرض النطاق (Bandwidth)، والتداخل الناتج عن الفقد في الاشارة او البث. توجد عدة انواع من خطوط النقل مثل السلك المزدوج، والكيبل المحوري، ودليل الموجه والالياف البصرية.

- ❖ السلك المزدوج

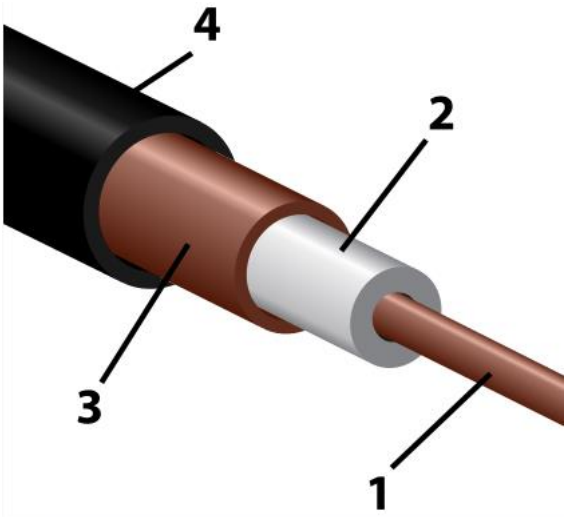
يتكون هذا النوع من خطوط النقل من سلكيين من النحاس أو الألمنيوم إما مجدولين على بعضهما أو مفصولين عن بعضهما بمسافة محددة وثابتة في الهواء أو بأي مادة عازلة. وتتحدد خصائص النقل الكهربائية للسلك المزدوج من قيمة قطر كل من السلكيين ونوع المعدن المصنوع منه ومقدار المسافة بينهما ونوع العازل الذي يغلفهما أو يفصل بينهما. **والسلك المزدوج هو عبارة عن قناة اتصال ذات تمرير منخفض LPF يسمح بمرور الترددات ابتداء من الصفر وانتهاء بتردد حدي قد يصل إلى عدة آلاف من الكيلوهرتز في بعض الأنواع المحسنة**. ويزداد الفقد في السلك المزدوج بشكل كبير مع زيادة التردد، وذلك بسبب زيادة مقاومة الأسلاك المعدنية الناتج عن التأثير السطحي (skin effect) وكذلك زيادة الفقد بسبب إشعاع جزء من طاقة الموجة إلى الفضاء. ويجب أن يراعى هذا التفاوت الكبير في قيمة ثابت الفقد للسلك المزدوج عند استخدامه في نقل إشارات المعلومات حيث يؤدي هذا التفاوت إلى تشوه كبير في شكل الإشارات المنقولة وعلى جهاز الاستقبال القيام بإزالة هذا التشوه بدوائر خاصة. ومن عيوب السلك المزدوج أن المجال الكهرومغناطيسي الناتج عن الإشارة المنقولة عبره ينتشر في الفضاء المحيط بهما مما يؤدي إلى ظاهرة التداخل بين الإشارات المنقولة في الأسلاك. يبين الشكل 7-4 خط نقل مزدوج متوازي



شكل 7-4 خط نقل مزدوج متوازي

❖ الكيبل المحوري Cables Coaxial

يتكون هذا النوع من خطوط النقل من موصلين أحدهما أنبوبي الشكل من النحاس أو الألمنيوم وفي مركزه يوضع الموصل الآخر الذي يثبت إما بحلقات عازلة متباعدة على طول محور الكبل أو مادة عازلة تملأ جميع الفراغ بين الموصلين كما في الشكل 8-4.



نموذج كبل محوري:
1. الموصل
2. عازل
3. موصل واقي (يكون مجدولا أحيانا) ويوصل بالأرضي
4. تغطية واقية.

شكل 8-4 مقطع لكيبل محوري

تتحدد **خواص النقل الكهربائية للكبل المحوري من مقدار القطر الداخلي للموصل الخارجي والقطر الخارجي للموصل الداخلي ونوع المادة العازلة بينهما فكلما زاد قطر الكبل كلما زاد عرض نطاق التمرير ونقص معامل الفقد** فيها مما يؤهلها لحمل عدد كبير من إشارات المعلومات ولمسافات طويلة. **والكبل المحوري هو قناة اتصال ذات تمرير منخفض يسمح بمرور الترددات ابتداء من الصفر وانتهاء بتردد حدي قد يصل إلى ألفين ميغاهيرتز**. ويمتاز الكيبل المحوري إلى جانب قلة فقدها، بكبر عرض نطاقها، قلة تأثير الضوضاء على الإشارات المحمولة فيها وانعدام التداخل كذلك بين الإشارات المحمولة في الكيبلات المتجاورة وذلك على العكس من السلك المزدوج الذي يملأ مجاله جميع الفضاء المحيط به. وتنتج الكيبلات المحورية الآن بقيمتين لمعاوقتها المميزة أحدهما 50 Ω وهي المقاومة التي تستخدم في معظم أجهزة الاتصالات والأخرى 75 Ω والتي تستخدم في أنظمة بث واستقبال الإشارات التلفزيونية.

5 موالف الترددات

بعد استلام الإشارة بواسطة الهوائي ونقلها عن طريق خط النقل، يقوم موالف الترددات وهو اول جزء في جهاز التلفزيون باستقبالها. لا يختلف الموالف في التلفزيون الأبيض والأسود عن الملون، ماعدا وجود توليف التردد التلقائي في المستقبلات الملونة. **والعمل الأساسي للموالف تتمثل في اختيار إشارة قناة واحدة فقط من الإشارات المتعددة الملتقطة بواسطة الهوائي**. ومن ثم **تكبيرها ومزجها مع موجة الخرج الدائمة للمذبذب المحلي وذلك لغرض تغيير ترددات القناة الى حزمة التردد البيني (IF)**، وحسب المعادلة [20]:

$$f_{IF} = f_{LO} \pm f_s$$

حيث f_{IF} هو التردد البيني، f_{LO} هو تردد المذبذب المحلي، f_s هو تردد الإشارة الخارجة من الموالف (تردد القناة التلفزيونية). تتكون دوائر التوليف من ملف ومتسعة وتغلف بصندوق معدني لعزل دوائر الموالف عن المحيط الخارجي.

هنالك نوعان من الموالفات أحدهما للترددات العالية جدا VHF والذي يغطي القنوات من 2-13، والأخر للترددات فوق العالية UHF ويستخدم للقنوات 14-83. ويكون كل منهما موصلا الى الهوائي المخصص له. وفي حالة استعمال هوائي وخط نقل واحد للترددين فيستعمل فاصل للترددات لعزل الإشارة لكلا الموالفين. يتراوح مدى ترددات الموالف للمستقبلات التلفزيونية ضمن الحزمة VHF او 30 – 300 MHz. كما مبين بالشكل التالي:

VHF Band
54 - 216 MHz
1947 to present

Service	Bandwidth MHz
TV VHF-Lo (RF 2 - 6)	**54 - 88**
FM Radio	88 - 108
Aircraft radio (AM)	108 - 138
Gov, Business, Public radio	138 - 174
TV VHF-Hi (RF 7 - 13)	**174 - 216**

12 RF Channels

VHF-Lo
54 - 88 MHz

RF Channel	MHz	Band-width
2	57	54-60
3	63	60-66
4	69	66-72
Shared Use		72-76
5	79	76-82
6	85	82-88

5 RF Channels

VHF-Hi
174 - 216 MHz

RF Channel	MHz	Band-width
7	177	174-180
8	183	180-186
9	189	186-192
10	195	192-198
11	201	198-204
12	207	204-210
13	213	210-216

7 RF Channels

شكل 5-1 نطاق وقنوات VHF للاطلاع

[20] اخذت المعادلة من الروابط: https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/local-oscillator و
https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/local-oscillator-signal

والشكل التالي يستعرض قنوات وترددات UHF

Channel	MHz	width
14	473	470-476
15	479	476-482
16	485	482-488
17	491	488-494
18	497	494-500
19	503	500-506
20	509	506-512
21	515	512-518
22	521	518-524
23	527	524-530
24	533	530-536
25	539	536-542
26	545	542-548
27	551	548-554
28	557	554-560
29	563	560-566
30	569	566-572
31	575	572-578
32	581	578-584
33	587	584-590
34	593	590-596
35	599	596-602
36	605	602-608
23 RF Channels		

RF Channel	MHz	Band-width	Mobile Networks in Band
37	611	608-614	Reserved
38	617	614-620	5G NR
39	623	620-626	5G NR
40	629	626-632	5G NR
41	635	632-638	5G NR
42	641	638-644	5G NR
43	647	644-650	5G NR
44	653	650-656	5G NR
45	659	656-662	
46	665	662-668	5G NR
47	671	668-674	5G NR
48	677	674-680	5G NR
49	683	680-686	5G NR
50	689	686-692	4G/5G
51	695	692-698	4G/5G
14 RF Channels			

July 1952 to June 2020

RF Channel	MHz	Band-width	Mobile Networks in Band
52	701	698-704	4G/5G
53	707	704-710	4G/5G
54	713	710-716	5G NR
55	719	716-722	
56	725	722-728	
57	731	728-734	
58	737	734-740	
59	743	740-746	4G LTE
60	749	746-752	4G LTE
61	755	752-758	4G LTE
62	761	758-764	5G NR
63	767	764-770	5G NR
64	773	770-776	5G NR
65	779	776-782	4G LTE
66	785	782-788	4G LTE
67	791	788-794	5G NR
68	797	794-800	2G/3G/5G
69	803	800-806	2G/3G/5G
18 RF Channels			

July 1952 to 1983

RF Channel	MHz	Band-width
70	809	806-812
71	815	812-818
72	821	818-824
73	827	824-830
74	833	830-836
75	839	836-842
76	845	842-848
77	851	848-854
78	857	854-860
79	863	860-866
80	869	866-872
81	875	872-878
82	881	878-884
83	887	884-890
14 RF Channels		

شكل 2-5 نطاق وقنوات (للاطلاع)

فوائد التردد البيني هي

- معالجة الإشارة تكون أسهل عند الترددات الأقل.
- تصميم المرشحات (Filters) يكون أسهل عند الترددات الأقل.
- يكون كسب ترانزستورات الترددات القليلة اعلى.
- تجعل الكلفة الكلية للمنظومة اقل بسبب استخدام مكونات ذات كلفة اقل.

5.1 موالف الترددات العالية جدا ***Very High frequency (VHF) Tuner***

تصل الإشارة المستلمة من الهوائي الى مرحلة موالف الترددات العالية جدا التي تتضمن إشارة الترددات الراديوية للصورة RF Picture، واشارة الصوت، لتصل بعدها الى مرحلة مكبر الترددات الراديوية. الإشارة الخارجة تغذى الى مرحلة المازج الذي يستقبل أيضا تردد من المذبذب المحلي الذي يقوم بعملية ضرب الترددات لتوليد إشارة التردد البيني للصورة 38.9 MHz واشارة التردد البيني للصوت 33.4 MHz. يكون الفرق بين الترددين

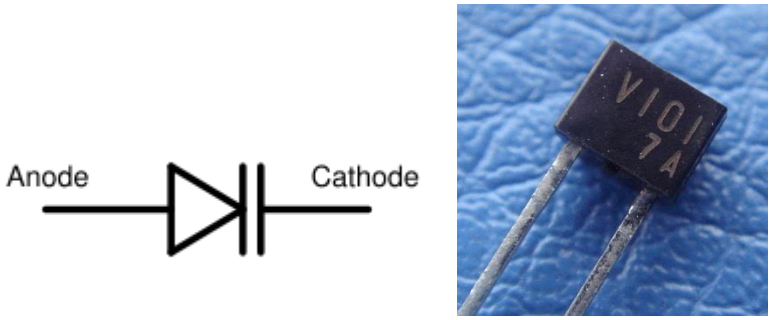
5.5 MHz. وتسمى مرحلة مكبر الترددات الراديوية، والمازج، والمذبذب المحلي بـ مختار القنوات والتي تكون داخل وحدة مغلقة.

5.2 موالف الترددات فوق العالية *Ultra-High frequency (UHF) Tuner*

تتكون من مكبر للترددات الراديوية والمذبذب المحلي وتكون إشارة الخرج عبارة عن إشارة التردد البيني كما سبق توضيحه في الفقرة 5.1.

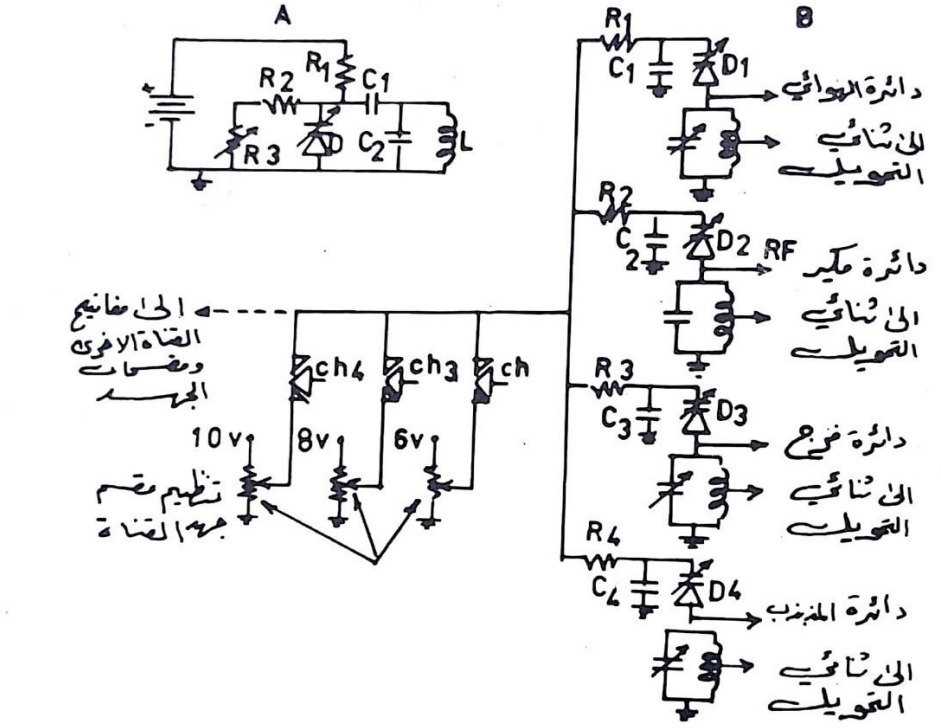
5.3 التوليف الالكتروني

تستعمل المتسعات المتغيرة او الفاركتر Varactor للتوليف الالكتروني في دوائر التوليف. والفاركتر عبارة عن ثنائي مصنوع من مادة شبه موصلة مثل مادة سليكون خاص يحتوي على متسعة. لذلك تستخدم هذه الثنائيات كمكثفات متغيرة اعتمادا على الجهد الواقع عليها. وبهذا تستخدم متسعة وصلته للتوليف. يوضح الشكل 3-5 صورة عنصرالفاركت.



شكل 3-5 صورة عنصرالفاركتر دايود ورمزه في الدوائر الالكترونية

يبين الشكل 4-5A طريقة استعمال ثنائي الفاركتر D في دوائر الرنين. تكون المتسعة C عالية نسبيا وبذلك ستمتلك مفاعلة مؤثرة عند تردد رنين دائرة التوليف، الا انها



شكل 4-5 A الدائرة الاساسية لتوليف ثنائي الفاركتر. B اختيار القناة بالتوليف الالكتروني

مطلوبة لقيامها بحجز جهد المجهز القدرة المستمر (DC power supply)، الذي يقوم من خلال R_1 بتجهيز الانحياز العكسي للثنائي. اما R_2 فتمثل مقاومة عزل، بينما يمكن تغيير R_1 لتقوم بدورها بتغيير جهد الانحياز العكسي.

5.3.1 اختيار القناة Channel Selection

يوضح الشكل 4-5B ترتيب دائرة مبسطة لطريقه شائعة يمكن بواسطتها اختيار القنوات المختلفة بالطريقة الالكترونية. يتم في هذه الدائرة اختيار الجهد المستمر اللازم للتحييز العكسي لثنائي الفاركتر في كل دائرة توليف بواسطة ازار تلامسيه.

وتحدد قيمة الانحياز العكسي متسعة الثنائي التي بدورها تحدد تردد رنين كل دائرة توليف. ويوجد أيضا مقاوم متغير منفصل لكل قناة يتصرف كمسيطر توليف دقيق لدوائر توليف القناة المعينة. يتم الحصول على جهد التوليف المستمر من خلال منظم جهد لضمان استقراريه العمل.

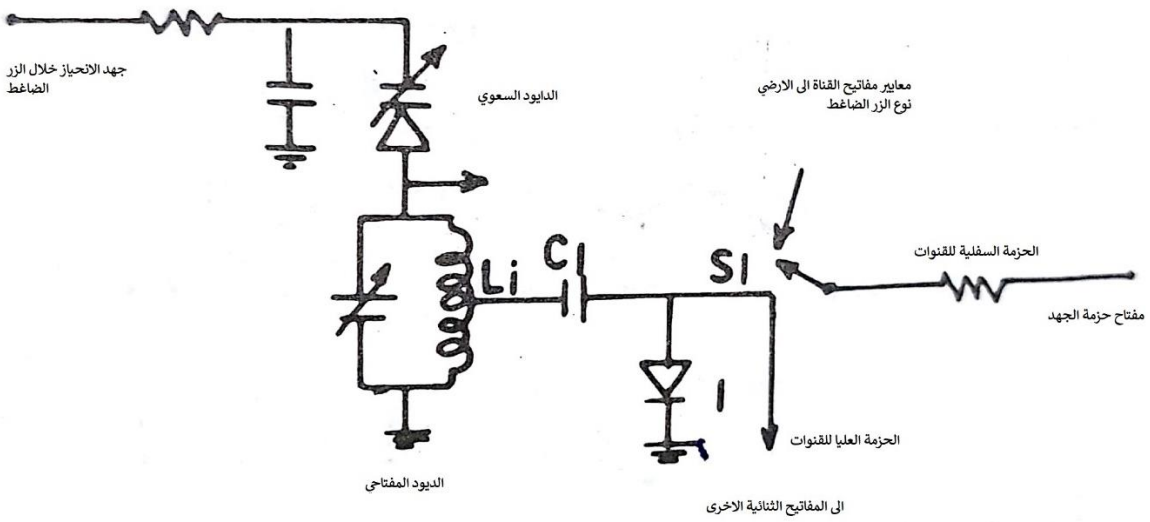
ففي الشكل 4-5B تقوم المقاومات R_1, R_2, R_3, R_4 بربط الجهد المستمر الى الفاركترات من مقسم الجهد ويعزل كل فاركتر عن الاخر. اما المتسعات C_1, C_2, C_3, C_4 فتكون

قيمها عالية وتتصرف كدوائر مقصورة لإشارات RF. لذلك ستبدو الفاركترات مربوطة على التوازي مع دوائر التوليف بالنسبة للإشارات المتناوبة.

5.3.2 تحويل الحزمة Band switching

تتضمن قنوات التردد العالي جدا VHF من 2 الى 11 مدى ترددديا عريضا، لهذا سيكون تغيير متسعة التوليف كبيرا إذا اردنا تغطية كل تلك القنوات. لذلك يتم قصر جزء من ملف التوليف لتخفيض محاثته اثناء قنوات VHF عالية الحزمة. تستعمل الثنائيات كمفاتيح لتقوم بإيصال تفرع الملف الى الأرضي. يوضح الشكل 5-5 احدى الطرق الخاصة بذلك. ان الثنائي D_1 يمثل مفتاحا مربوطا الى تفرع محاثة دائرة الموالفة L_1 من خلال المتسعة C_1 فعندما يكون الثنائي D_1 غير منحاز اماميا سيبدو كدائرة مفتوحة على الملف.

وعندما يغلق مفتاح الحزمة سيسلط جهد موجب على مصعد D_1 ويتحول الى التوصيل. وبذلك يكون الجزء السفلي من الملف مقصورا (short circuit). ان وجود المتسعة C_1 يضمن عدم ارتباط الجهد المستمر بالأرضي (لماذا؟) من خلال الملف. وبهذه الحالة تكون جميع لفات L_1 مستعملة في التوليف عندما يكون المفتاح S_1 مفتوحا. بينما تستعمل بضع لفات من L_1 فقط عند غلق المفتاح S_1 وهي الحالة المطلوبة لقنوات VHF ذات الحزمة العالية (أي القنوات 5 الى 11).



شكل 5-5 دائرة نموذجية لتغيير الحزمة بوساطة الثنائي كمفتاح في التوليف الالكتروني

في الشكل 5-5 تم توضيح ثنائي واحد فقط لكن في الدائرة الحقيقية يوجد مفتاح ثنائي في كل دائرة من دوائر توليف الموالف مربوط الى تفرع ملف تلك الدائرة. يقوم المفتاح بربط الدائرة ميكانيكيا الى مختار القنوات والتي تقوم تلامسيا باستمرارية تسليط جهد التوليف على الفاركترات ليمكن اختيار اية قناة.

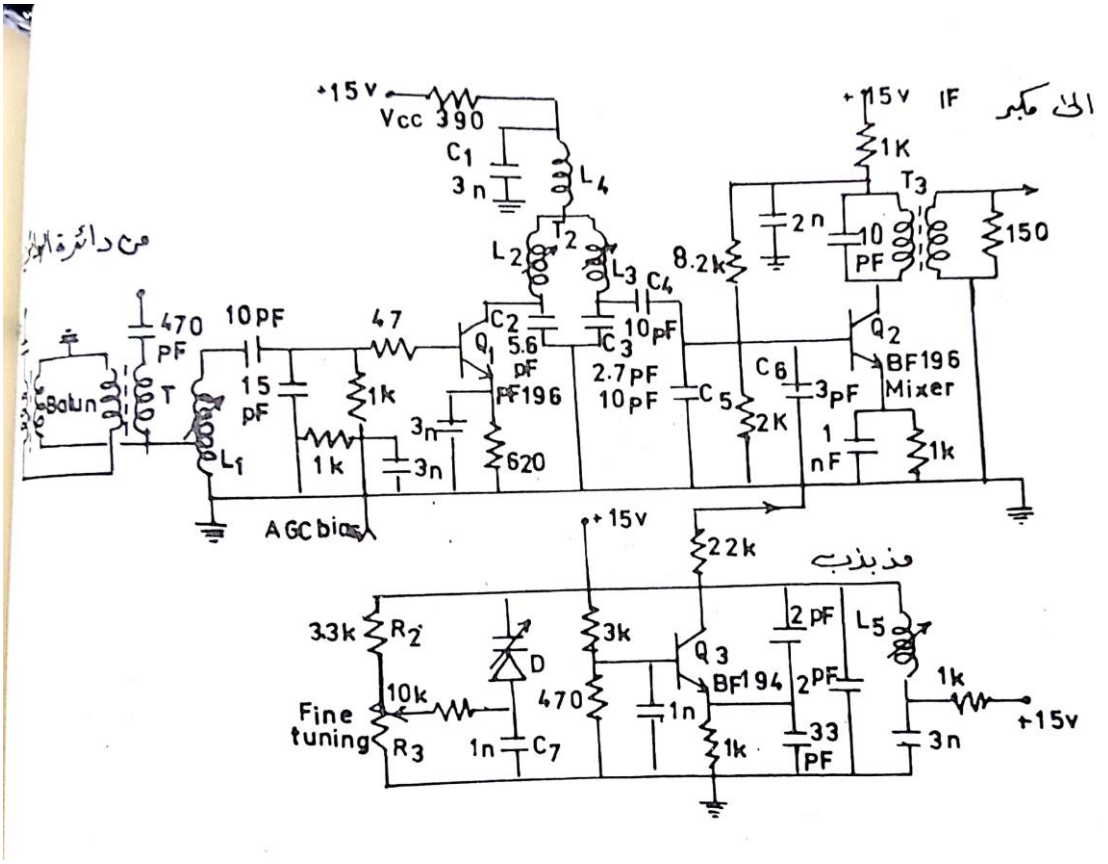
5.4 الموالفات الترانزستورية

تستعمل الموالفات الترانزستورية في أجهزة الاستقبال الحديثة لعدة أسباب منها:

استهلاكها المنخفض للقدرة الكهربائية، صغر حجمها، كفاءتها، طول عمرها. ولأجل استخدام الترانزستور يجب ان يمتاز بعدة مزايا او موصفات منها: الكسب الكافي لأداء الوظيفة، ملائمته للترددات العالية وانخفاض صيغ الضوضاء اثناء العمل.

تستعمل عادة صيغة الباعث المشترك في مرحلة المازج، في حين يمكن استخدام صيغة الباعث المشترك او القاعدة المشتركة في مكبر RF والمذبذب المحلي. في حالة استخدام القاعدة المشتركة بسبب ممانعة الدخل المنخفضة. وكذلك فان الإشارة المعالجة تكون منخفضة مقارنة بصيغة الباعث المشترك. في حين يكون الكسب الكلي عاليا في صيغة الباعث المشترك بالإضافة الى ارتفاع سعة الإشارة المعالجة. لكن صيغة الباعث المشترك تعاني من تغير معاملاتها عند انحراف نقطة العمل الناتج بسبب تأثير سيطرة الكسب التلقائية مما يولد تضمينا متبادلا cross-modulation عاليا. يمكن معالجته بوضع مقاومة عدم امرار جانبي في دائرة الباعث.

كما ويمكن استخدام ترانزستور (MOSFET) مزدوج البوابة في قاطع RF. وهو يمتاز بالكسب الجيد، ممانعة الدخل العالية، انخفاض معامل الضوضاء وتأثيرات تضمين متبادلة منخفضة. كما انه يسمح باستعمال دائرة AGC بسيطة تتطلب قدرة سيطرة منخفضة لحد كبير.

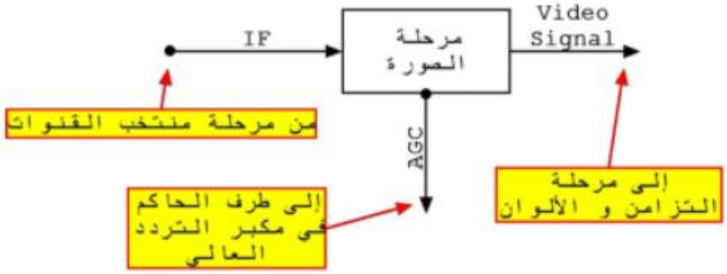


شكل 6-5 دائرة الكترونية لموالف VHF ترانزستوري

يوضح الشكل 6-5 دائرة الكترونية لموالف VHF ترانزستوري شائع الاستعمال. وقد تم فيه استخدام ترانزستور BF 196 لمراحل RF والمازج. والترانزستور BF 194-B لدائرة المذبذب المحلي. وقد تم ربط الترانزستورات الثلاثة بصيغة الباعث المشترك. اما التوافق بين ممانعة الموازن 75 Ω الموجودة على جهة الهوائي وممانعة Q_1 الذي يمثل مكبر RF فقد تم من خلال تفرع L_1 وشبكة تحويل الممانعة المتكونة من المتسعتين 15PF, 10PF المتوازية مع ملف الترابط. يغذي جهد AGC الامامي الى قاعدة BF 196 من خلال المقاومة 1 kΩ وشبكة العزل، يفيد وضع المقاومة 47 Ω في دائرة القاعدة في حذف أي تذبذب متطفل. نلاحظ وجود توليف مزدوج في دائرة خرج مكبر RF ووجود ربط متبادل خلال المفاعل المشترك L_4. تجدر الإشارة الى ان تأثير المتسعات C_2, C_3 يظهر على التوازي مع (L_2, L_4)، (L_3, L_4) على الترتيب ليتوفر التوليف المطلوب.

6 مرحلة التردد البيني - مرحلة الصورة

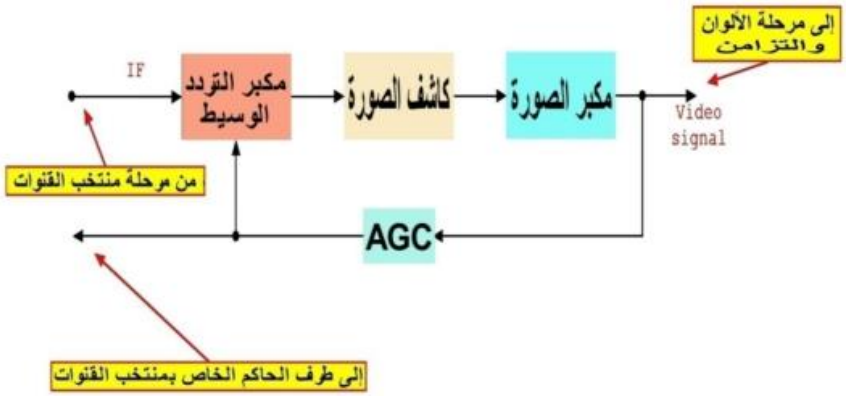
تأتي مرحلة الصورة بعد مرحلة منتخب القنوات أي يكون دخلها إشارة IF وتعمل هذه المرحلة على اكتشاف وتكبير إشارة الصورة Video Signal حتى ترسلها الى المراحل الأخرى وتتكون إشارة الصورة المرسلة من هنا من إشارة شدة الإضاءة (النصوع) ويرمز لها بالحرف Y وكذلك إشارة الألوان ويرمز لها بالحرف C واشارة تزامن الانحراف ويرمز لها Sync.



شكل 6-1 مرحلة الكبر البيني

تتكون مرحلة الصورة من أربع دوائر هي:

1. مكبر التردد الوسيط (IF Amplifier)
2. كاشف الصورة (Video detector)
3. مكبر الصورة (Video Amplifier)
4. ضابط الكسب التلقائي (AGC)



شكل 6-2 مرحلة مكبر الصورة

6.1 مكبر التردد الوسيط

تتكون هذه الدائرة من مرحلتي تكبير ووظيفتها هو تكبير إشارة التردد الوسيط (IF) القادمة من مرحلة منتخب القنوات ومن ثم ارسالها الى دائرة كاشف الصورة.

ويتم التحكم بمدى التكبير لهذا المكبر عن طريق دائرة AGC الموجودة في هذه المرحلة.

6.2 كاشف الصورة

وظيفة هذه الدائرة هو التقاط وتمرير أشاره الصورة التي تحتوي على جميع المعلومات الازمة (Video Signal) من أشاره التردد الوسيط المكبرة ومنع باقي الترددات من المرور أي يعمل كمرشح بيني النطاق يمرر ترددات اشارة الصورة ويمنع باقي الترددات.

6.3 مكبر الصورة

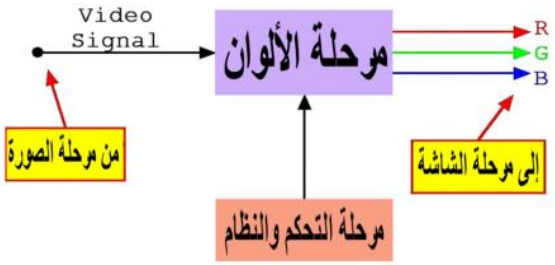
وظيفة هذه الدائرة هو تكبير اشارة الصورة القادمة من كاشف الصورة حتى تصل الى المستوى المطلوب ثم تقوم بأرسالها الى مرحلة الالوان ومرحلة التزامن.

6.4 ضابط الكسب التلقائي (AGC)

هو عبارة عن دائرة تحكم بالجهد تستقبل دخلها من خرج دائرة مكبر الصورة وتقوم باكتشاف أعلى قمة جهد في أشارة الصورة وبموجبة تحدد جهد الخرج اللازم تغذية الى طرف الحاكم في المكبرين، مكبر التردد الوسيط في هذه المرحلة ومكبر التردد العالي في مرحلة منتخب القنوات لتقوية اشارة الصورة إذا كانت ضعيفة أو اضعافها اذا كانت قوية جدا.

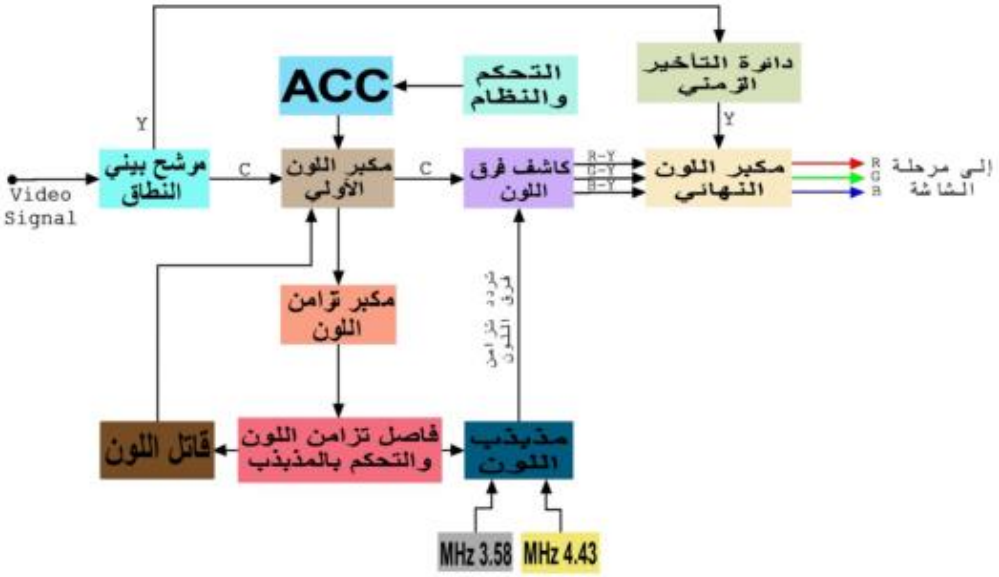
7 التلفزيون الملون

بعد ان تم الكشف عن اشارة الصورة في مرحلة الصورة (مرحلة التردد البيني)، يتم ارسالها الى الشاشة التلفازية. ولكن **في التلفزيون الملون تكون اشارة الصورة مكونة من ثلاث اشارات لذلك لا تنتج لنا الصورة مباشرة بسبب نقص اشارات الالوان اللازمة لإنتاج صورة ملونة ولذلك نحتاج لمرحلة اسمها مرحلة الالوان.** يبن الشكل 7-1 دخول وخروج مرحلة الألوان.



شكل 7-1 دخول وخروج مرحلة الألوان

ويبين الشكل 7-2 مخطط كتلي يبين مرحلة الألوان.



شكل 7-2 مخطط كتلي يبين مرحلة الألوان

تتكون مرحلة الألوان من الأجزاء التالية:

1 - مرشح بيني النطاق
2 - مكبر الون الاولى
3 - ضابط اللون التلقائي (ACC)

4 - مكبر تزامن اللون
5 - فاصل تزامن اللون والتحكم بالمذبذب
6 - مذبذب اللون
7 - مانع اللون
8 - كاشف فرق الون
9 - دائرة تأخير زمني
10 - مكبر اللون النهائي

تتكون ألالون الظاهرة على الشاشة من ثلاث ألون رئيسية هي

1 - الأحمر (RED) 2 - الأخضر (GREEN) 3 - الأزرق (BLUE)

ويرمز للالون الثلاثة بالرمز (R G B)

ويكون مقدار الالوان الثلاثة محدد مسبقا من مرحلة التصوير والارسال فى محطة ارسال التليفزيون عن طريق المعادلات التالية

اشارة النصوع $$Y = 0.3R + 0.11B + 0.59G$$

اشارة فرق اللون الاحمر $$R - Y = 0.59G - 0.11B - 0.7R$$

اشارة فرق اللون الازرق $$B - Y = 0.89B - 0.3R - 0.59G$$

نلاحظ في المعادلات السابقة عدم وجود اشارة فرق الون الأخضر والسبب هو امكانية انتاج هذه الاشارة من اشارة فرق اللون الاحمر واشارة فرق اللون الازرق وبذلك نستطيع توفير الدوائر الالكترونية اللازمة لذلك.

تحتوي الاشارة القادمة من مرحلة الصورة على اشارة النصوع (Y) واشارة الالوان (C) واشارة التزامن وتأخذ هذه المرحلة اشارة النصوع واشارة الالوان.

تتكون اشارة الالوان من اشارة فرق اللون الاحمر (R-Y) اشارة فرق اللون الازرق (B-Y) واشارة تزامن فرق اللون (Colour Sync)

7.1 مرشح بيني النطاق

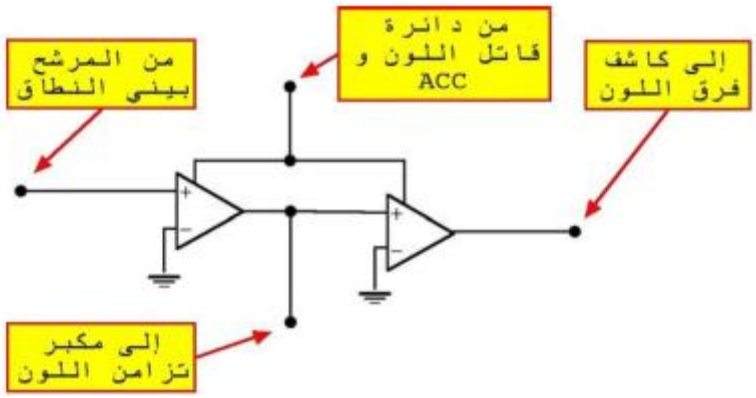
هو عبارة عن مرشحين في دائرة واحدة موصلين على التوازي له مدخل واحد ومخرجان ويقوم هذا المرشح بتمرير اشارة الالوان (Colour Signal) عبر المخرج الاول ويمنع مرور باقي الاشارات على حسب نظام الالوان المستخدم حيث يمرر نطاق تردد (3.58 MHz) اذا كان نظام الاستقبال هو NTSC ويمرر نطاق تردد (4.43 MHz) اذا كان نظام

الاستقبال هو PAL او SECAM ويمرر اشارة النصوع (Y) عبر المخرج الثاني ويمنع باقي الاشارات من المرور.

7.2 مكبر اللون الاولي

هو عبارة عن مكبرين موصلين على التوالي وله أربع وظائف هي:

1- تقوية الاشارة القادمة من مرحلة المرشح.
2- التحكم بحدة الالوان الظاهرة على الشاشة (زيادة أو نقصان اللون على الشاشة) عن طريق دائرة ضابط اللون التلقائي.
3- ايقاف دخول الاشارة القادمة فى حالة كانت الصورة ابيض واسود ويتم التحكم بهذه الخاصية من قبل دائرة مانع اللون.
4- ارسال اشارة اللون الى مكبر تزامن اللون عن طريق المكبر الاول.



شكل 3-7 مكبر اللون الاولي

7.3 ضابط اللون التلقائي

تقوم هذه الدائرة بعملية التحكم بمقدار التكبير فى مكبر اللون الاولى للحصول على حدة الوان واضحة على الشاشة وتتحكم مرحلة التحكم والنظام في مدى التكبير المسموح به وذلك من خلال زيادة او نقصان مقدار اللون عن طريق لوحة المفاتيح الموجودة في مقدمة الجهاز او عن طريق جهاز التحكم من بعد، تقوم هذه الدائرة ايضا بتثبيت مقدار حدة الالوان المختارة مهما تغيرت القناة.

7.4 مكبر تزامن اللون

وظيفة هذه الدائرة تقوية الاشارة القادمة من المكبر الاول في مكبر اللون الاولى حتى تستطيع اكتشاف اشارة تزامن فرق اللون ومن ثم ترسلها الى دائرة فاصل التزامن.

7.5 فاصل تزامن اللون والتحكم بالمذبذب

هي عبارة عن دائرتين فى دائرة الكترونية واحدة والسبب

1. كلتا الدائرتين تقومان بوظيفة مهمة في التحكم بترددات المذبذب.
2. كلتا الدائرتين حساستين لأي تغير في الدخل ولا بد أن تكون حساسية الاستجابة واحدة.

وظيفة هذه الدائرة هو فصل أشاره تزامن فرق اللون من اشارة اللون حتى يستطيع الجزء الاخر من هذه الدائرة التحكم بتردد دائرة المذبذب بموجب اشارة تزامن فرق اللون.

تعطى دائرة التحكم بالمذبذب خرجان. الاول منها يذهب الى دائرة مذبذب اللون لاختيار نوع التردد المطلوب حسب نظام اللون والاخر يذهب الى دائرة مانع اللون ليجعلها تعمل فى حالة لم يتم اكتشاف أشاره تزامن فرق اللون.

7.6 مذبذب اللون

هي عبارة عن دائرة لها مذبذبان بلوريان (Crystal) ذو ترددين ثابتين هما

1 - مذبذب بتردد 3.58 MHz خاص بنظام الالوان NTSC

2 - مذبذب تتردد 4.43 MHz خاص بنظام الالوان PAL & SECAM

تقوم هذه الدائرة بإنتاج هذين الترددين بدقة عالية جدا حتى تستطيع دائرة كاشف فرق اللون التعرف بدقة على فرق الألوان ويسمى هذان الترددان بتردد فرق اللون. السبب فى استخدام دائرة المذبذب بدلا من تمرير اشارة تزامن اللون مباشرة هو احتمالية تغير التردد خلال الارسال او خلال الاستقبال بسبب الضجيج المصاحب لها ولا بد أن يكون التردد ثابت ودقيق.

7.7 مانع الالوان

تعمل هذه الدائرة فقط خلال ارسال صورة أبيض و أسود فقط (غير ملونة) و ذلك لمنع ظهور ألوان زائفة على الشاشة بسبب بعض التشويش المرافق للموجة المستقبلة و يتم ذلك من خلال التحكم بالمكبر الاول الموجود في مكبر اللون الاولى.

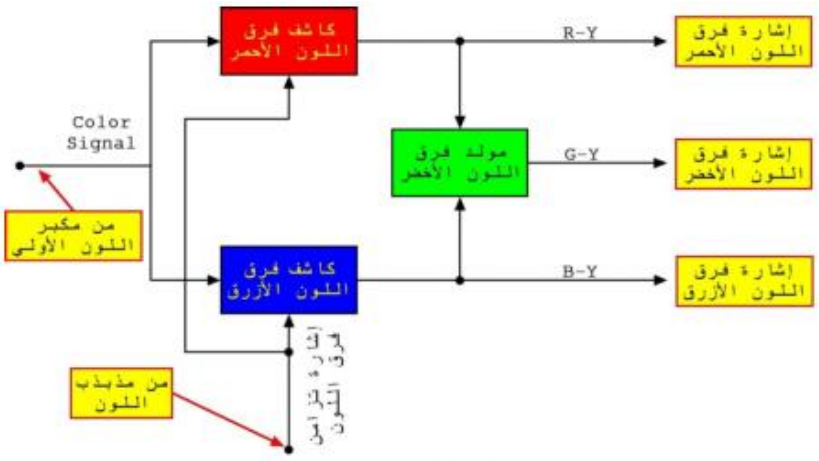
7.8 كاشف فرق اللون

تستقبل هذه الدائرة اشارة اللون المكبرة من المكبر اللون الاولى وتحتوي هذه الاشارة على إشارتي فرق اللونين الاحمر والازرق معا، وكذلك تستقبل اشارة تردد فرق اللون من المذبذب. و تعمل هذه الدائرة على التفريق بين إشارتي فرق اللونين بموجب تردد فرق اللون المرسل من المذبذب بحيث يكون عندنا اشارة فرق اللون الاحمر (R-Y) واشارة فرق اللون الازرق (B-Y) و تعمل ايضا على توليد اشارة فرق اللون الاخضر (G-Y) من إشارتي فرق اللون المفصولة بموجب المعادلة التالية:

اشارة فرق اللون الاخضر $G - Y = -[0.51\ (R - Y) + 0.19\ (B - Y)]$

تتكون دائرة كاشف اللون من:

1. كاشف فرق اللون الاحمر ... ويستقبل هذا الكاشف أشاره اللون المكبرة وكذلك يستقبل أشاره فرق اللون من المذبذب ويمرر فقط أشاره فرق اللون الاحمر،
2. كاشف فرق اللون الازرق ... ويستقبل هذا الكاشف أشاره اللون المكبرة وكذلك يستقبل أشاره فرق اللون من المذبذب ويمرر فقط أشاره فرق اللون الازرق،
3. مولد أشاره فرق الون الاخضر



شكل 4-7 كاشف فرق اللون

7.9 خط تأخير زمني

تقوم هذه الدائرة باستلام أشاره النصوع (Y) من المرشح وتعمل لها تأخير حتى تستطيع دائرة كاشف فرق اللون أنتاج أشارة فروق الالوان الثلاثة لتصل الاشارات الأربعة كلها (وهم أشارات فروق الالوان الثلاثة وأشاره النصوع) بنفس الوقت الى دائرة مكبر اللون النهائي.

7.10 مكبر اللون النهائي

تعمل هذه الدائرة على استقبال أشارات فروق الألوان الثلاثة وأشاره النصوع التي تم تأخرها لتقوم بالآتي

1. دمج الاشارت الاربعة معا لإنتاج اشارات الألوان الثلاثة النهائية (R G B) بموجب المعادلات التـالية

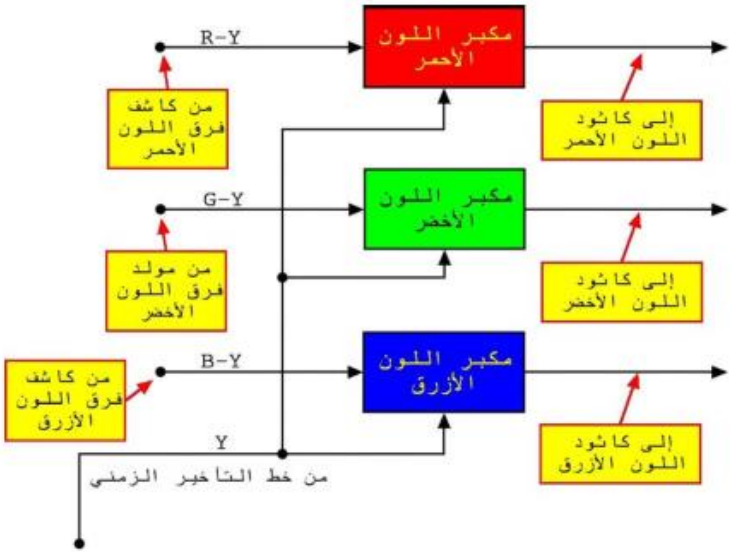
$R = R.Y + Y$ اشارة اللون الأحمر

$G = G.Y + Y$ اشارة اللون الاخضر

$B = B.Y + Y$ اشارة اللون الازرق

2. تكبير وتقوية اشارات الألوان الثلاثة النهائية

بعد ذلك ترسل الألوان الثلاثة النهائية الى المهابط (الكاثود) الثلاثة الموجودين في مرحلة الشاشة. تتكون هذه الدائرة من ثلاثة ترانزستورات لكل لون الترانزستور الخاص به وتقوم هذه الترانزستورات بعملية الدمج والتكبير فى وقت واحد.



شكل 5-7 دائرة المكبر النهائي

تكون الدوائر الثلاثة (مولد فرق اللون الاخضر ، خط التأخير الزمنى ، مكبر اللون النهائي) أحيانا فى دائرة واحدة تسمى دائرة المصفوفة أو المتكاملة.

8 معالجة إشارة الصورة

8.1 مقدمة

في هذا الفصل سيتم استعراض كيفية الحصول على الاشارة المرئية، وكيفة تكبيرها، والكشف عن اشارة اللون وطريقة معالجتها التي تختلف باختلاف النظام التلفزيوني. وكذلك سنتعرف على المخططات الصندوقية لمختلف انواع اجهزة الاستقبال.

8.2 كاشف الإشارة الصورية

تخرج الاشارة من مرحلة مكبر التردد الوسيط IF مكونة من الاشارة المرئية والموجات الحاملة ذات التردد العالي وبعدها تدخل الى مرحلة كاشف الصورة. تقوم مرحلة كاشف الصورة بامرار الاشارة الصورية ومنع باقي الاشارات لتنتج اشارة النصوع Y واشارة الالوان.

تجري عملية كشف الصورة باستخدام ثنائيات الجرمانيوم

بعد خروج الاشارة من مرحلة مكبر التردد المتوسط IF، تدخل الى دائرة الكاشف التي تقوم باستخلاص الاشارة المرئية من الاشارة الحاملة ذات التردد العالي، اذ تنتج من مرحلة الكاشف اشارة النصوع (Y) واشارة الالوان.

يتم الكشف بواسطة دوائر الكشف العادية التي تستخدم ثنائيات الجرمانيوم ذات التلامس النقطي، وتمتاز هذه الكواشف ببساطة تركيبها وقلة التشوهات التي تسببها، وتستخدم حاليا في الاجهزة الحديثة دوائر متكاملة، تدرج دائرة الكشف ضمن جزء من دائرة متكاملة مستخدمة في مرحلة التردد المتوسط للصورة.

8.3 مكبر الإشارة الصورية

يقوم مكبر اشارة النصوع في التلفزيون الملون يتكبير الاشارة المرئية الى الحد اللازم لارسالها بعد ذلك الى صمام الصورة الملونة.

يمثل الشكل 8-1 المخطط الصندوقي العام لمسار اشارة النصوع من الكاشف الى الصمام ويتالف من المراحل التالية:

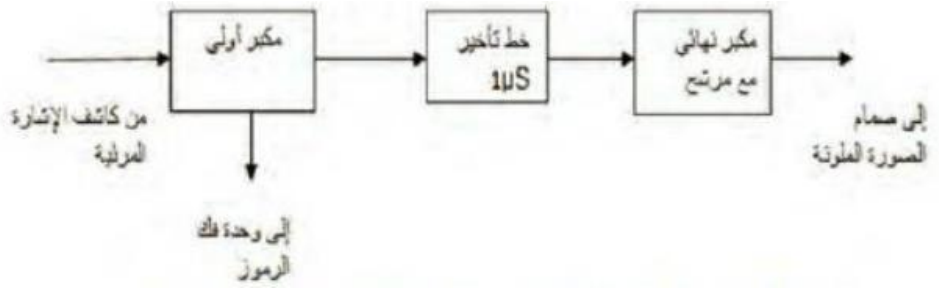
1- مكبر اولي: يقوم بتكبير اشارة النصوع كمرحلة اولى.

2- خط تاخير (1µs): مهمته تاخير اشارة النصوع للحصول على توافق زمني (تزامن) بينها وبين الاشارات الخارجة من محلل الترميز لتظهر الاشارات معا في وقت واحد على صمام الصورة الملونة.

ويتالف خط التاخير من ملف (1500-1000) لفة من سلك نحاسي مطلي بالورنيش حول قضيب عازل قطره 8mm طوله 10cm محاط برقائق نحاس مؤرضه تشكل سعات موزعة على طول الخط.

3- مرشح نوتش (Notch Filter): يوضع مرشخ نوتش في طريق اشارة النصوع وهو مصمم للقضاء على التردد (4.43MHz) الحامل لاشارة التلون (الحامل الفرعي).

4- المكبر النهائي: يقوم بتكبير اشارة النصوع الى الحد الكافي ثم ارسالها الى صمام الصورة الملون (كمون الاشارة المطلوب من 70 الى 100v).



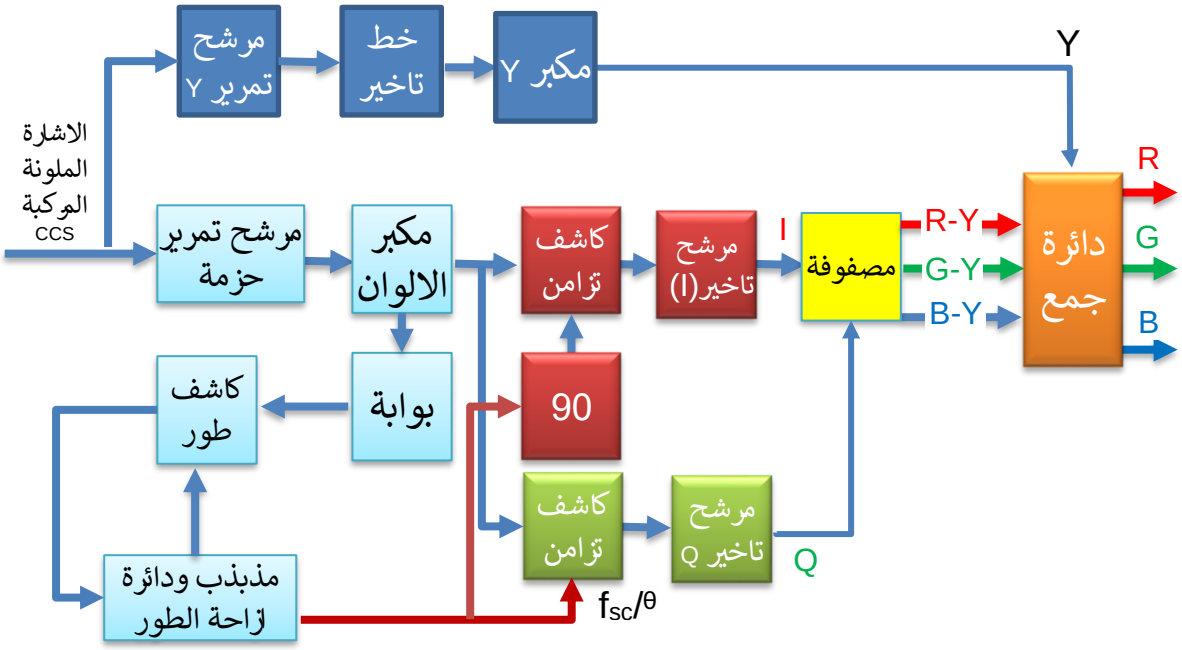
شكل 1-8 مرحلة مكبر الصورة

8.4 مرحلة معالج إشارة اللون

ان مراحل معالجة اشارة اللون تختلف باختلاف النظام التلفزيوني لذلك سنستعرض المخطط الصندوقي لجهاز الاستقبال في الانظمة التالية: (نظام NTSC – نظام PAL – نظام سيكام SECAM).

8.5 المخطط الكتلي لجهاز *NTSC*

باستخدام مرشحات بينية النطاق (BPF) لتمرير الاشارة اللونية، وتكبر اشارة النصوع Y بوسطة مكبر Y، بينما تكبر اشارة الالوان بواسطة مكبر الالون، حيث تطبق على كاشفين متزمنين، الذين تدخل اليهما اشارتان احداهما I تكون بنفس الطور والتردد مع اشارة التلوين، والاخرى Q مزاحة عنها بمقدار 90^o درجة، وتعطى الاشارات الخاجة من الكاشفين الى مرشحات خاصة لترشيح اشارة I و Q، وتؤخر اشارة I ثم تدخل الاشارتان



شكل 2-8 مخطط كتلي لجهاز NTSC

الى دائرة مصفوفة الالوان للحصول من هذه الدائرة على اشارات الفرق اللوني: (R-Y)، (G-Y)، (B-Y).

والجدير بالذكر ايضا ان اشارة Y تمرر عبر خط تاخير مناسب لاحداث التوافق الزمني بين اشارتي النصوع (Q-I) واشارة النصوع (Y).

بعد الحصول على اشارات الفرق اللوني (R-Y)و (G-Y)و (B-Y) تدخل مع اشارة النصوع Y الى دائرة جمع تقوم باعطاء الاشارات الاولية R، G، B حسب المعادلات:

$R = (R.Y) + Y$ اشارة اللون الأحمر

$G = (G.Y) + Y$ اشارة اللون الاخضر

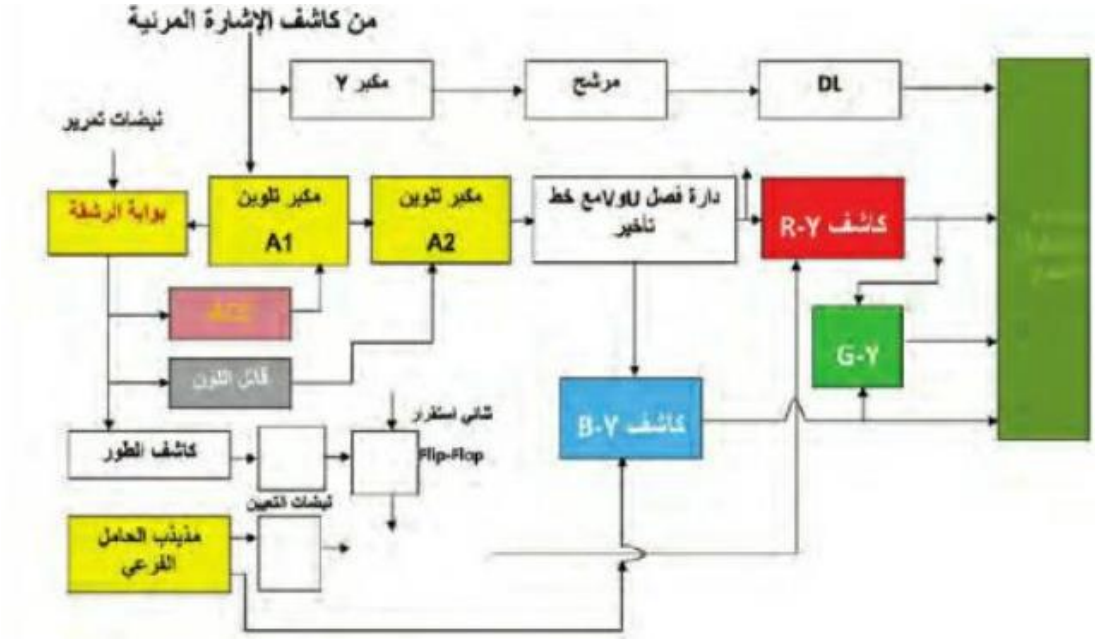
$B = (B.Y) + Y$ اشارة اللون الازرق

وبالعودة الى مكبر التلوين وكما هو واضح في المخطط تؤخذ عينة وتدخل لمكبر الاشارة الذي يقارن طورهما مع طور المذبذب لمزامنة المذبذب فيقوم بتوليد الحامل الفرعي لاعطائه للكواشف المتزامنة.

يتصف نظام NTSC بانه بسيط بالمقارنة مع نظام PAL و SECAMK، اما مساؤه فتكمن في ظهور التشوهات اللاخطية (تشوه الطور التفاضلي) الذي يؤثر على نقاوة الالوان ودرجة اشباعها الامر الذي ادى الى ادخال وحدات تصحيح الالوان.

8.6 المخطط الكتلي لجهاز استقبال *PAL*

يبين الشكل 3-8 المخطط الكتلي لجهاز استقبال يعمل بنظام PAL اذ يقوم كاشف الطور بمقارنة طور المذبذب مع طور الاشارة ويعطي نوعين من النبظات، نبظات موجبة عندما تكون الاشارة بطور 135+ ونبظات سالبة عندما تكون الاشارة بطور 135-، وتسمى هذه النبظات بنبظات التعيين IP حيث تستخدم لمزامنة ثنائي الاستقرار الذي نحصل منه على نبظات H/2 تتحكم بالمفتاح والعاكس الذي يعطي e2±، ويتم تنعم خرج الكاشف بمرشح تمرير تردد منخفض LPF للتحكم بطور المذبذب بحيث يبقى طور e1 مطابقا لطور الاشارة.



شكل 3-8 مخطط كتلي لجهاز PAL

وبما انه في نظام PAL تقلب صفحة كل خط افقي عن الذي يليه، لذلك فان تشويه الطور يلغي بعضه بعضا بسبب التعاكس.

والجدير بالذكر ان تشوه الطور يؤدي الى انخفاض التشبع ولكن تبقى الصفة الاساسية موجوده.

وكما هو ملاحظ هناك مرحلتان اضافيتان هما مرحلة التحكم الاوتوماتيكي بالالوان ACC ودائرة مانع اللون، تعتبر مرحلة ACC كمقوم للاشارة يعطي جهدا مستمرا متناسبا مع مطالها حيث يتحكم هذا الجهد بمقدار تكبير التلوين الاول، بحيث ينخفض تكبيره عند ازدياد مطال الاشارة فهو يعد ك AGC (متحكم الربح الالي في التلفزيون الاسود والابيض) ويتحكم بشدة الاشارة المستقبلة ولكنه خاص للالوان.

8.6.1 طريقة الفصل بين U و V

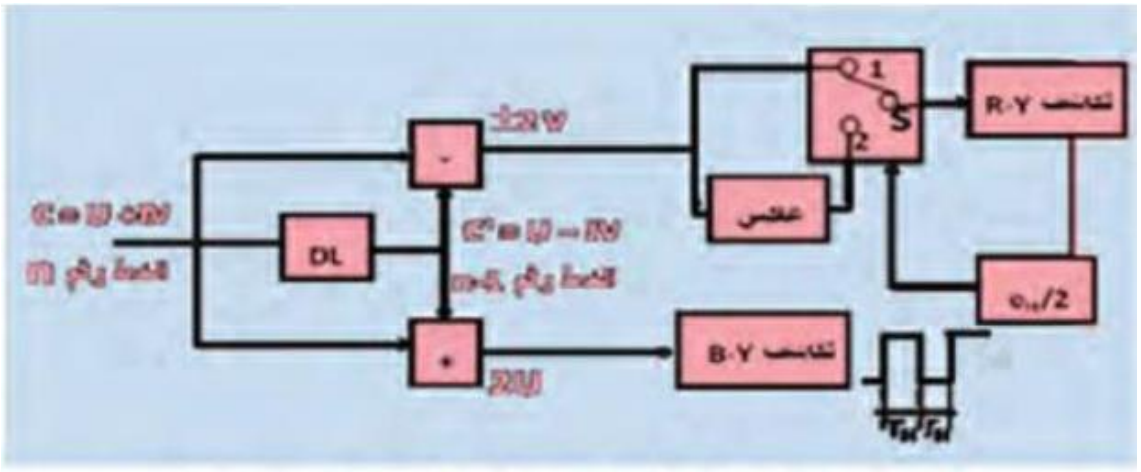
لنفرض ان اشارة اللون فـــــي لحظـة t هـي C=U+JV وتقابل نقطة من الخط رقم n وتكون الاشارة اللحظة السابقة اي الزمن t-T_H هي: C'=U-JV كما موضح في الشكل 4-8
وتقابل نفس النقطة من الخط السابق (n-1) وبجمع الاشارتين وطرحهما نحصل على:

C+C'=2U
C-C'=2JV

والخط التالي اي (n+1) تصبح: C=U-JV
C'=U+JV

وبالتالي فان C+C'=2U
C-C'=-2JV

وللتبسيط يمكن اعتبار خرج دائرة الجمع U وخرج دائرة الطرح ±V



شكل 4-8 طريقة الفصل بين U وV

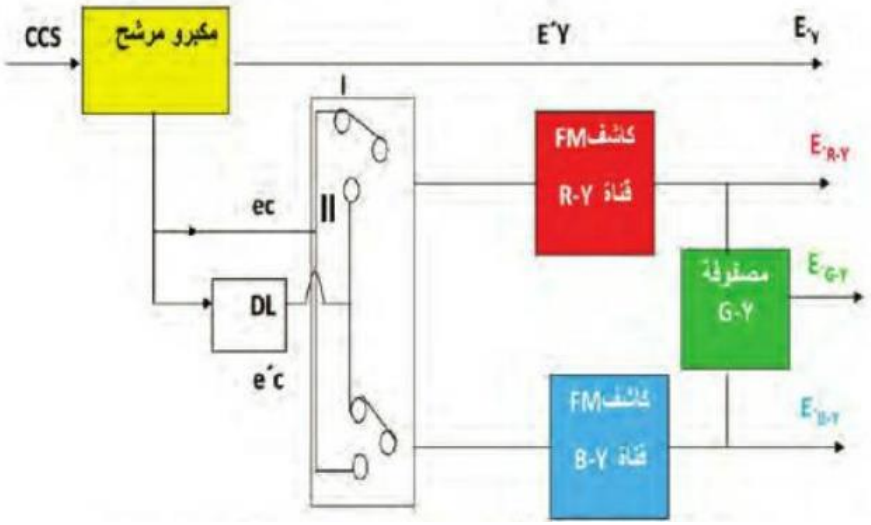
يمرر خرج الطارح عن طريق المفتاح S بالوظعية (1) للحصول على V+ بخطوط NTSC، بينما يمرر عن طريق العاكس والمفتاح S للحصول على V- بخطوط PAL، و يمعمل العاكس والمفتاح كمبدل للطور، ويصمم المفتاح بواسطة ثنائين او ترانزستورين يوصل احدهما ويقطع الاخر بواسطة نبضات مربعة عرضها T_H=64µsec ودورها 2 T_H، اي ان ترددها 1/2 f_H ويساوي 7.8 kHz تقريبا ويرمز لها بـ e_H/2، حيث يتم الحصول عليها بتقسيم تردد النبضات الافقية على 2 بواسطة ثنائي الاستقرار، وتسمح هذه الطريقة بفصل اشارتي U و V عن بعضهما دون حدوث تخالط تعامدي كالذي يحدث في نظام NTSC.

8.7 المخطط الكتلي لنظام الاستقبال *SECAM*

يبين الشكل (4-6) مخططاً صندوقياً لجهاز الاستقبال لنظام سيكام حيث استخدم في كاشف الترميز خط تأخير ومفتاحان إلكترونيان لتأمين تواجد (R-Y) و(B-Y) في آن واحد، فإذا افترضنا أن DR ترسل في الخط n فإن المفتاحين سيكونان بنفس الوضع I بنفس الخط وتمر إشارة DR إلى قناة R-Y، بينما تمر إشارة DB المؤخرة إلى قناة B-Y، وفي الخط n+1 ترسل DB ويصبح المفتاحان بالوضعية II فتمر DB إلى قناة B-Y و DR لقناة R-Y وبالتالي نحصل على إشارتي التلوين، ثم ندخل هاتين الإشارتين على مصفوفة G-Y لإنتاج E'_{G-Y}.

- ميزات نظام سيكام

- ثبات الإرسال وانخفاض تعرضه للتشويش والضجيج والتداخل.
- لا يتعرض لخطأ فرق الصفحة نتيجة تغير المطال في نظامي PAL، NTSC.



شكل 5-8 نظام سيكام

9 معالجة إشارة الصوت

9.1 المقدمة

تتكون اشارة البث التلفزيوني المرسلة من محطة الارسال من اشارة الصورة ذات التضمين الاتساعي AM (Amplitude Modulation)، واشارة الصوت ذات التضمين الترددي FM (Frequency Modulation). وان عرض الحزمة في الترددات التلفازية هو 7 MHz.

في هذا الفصل سنسلّط الضوء على الطيف الترددي للإشارة التلفزيونية (الصوت والصورة) وطرائق معالجة كل منهما بهدف استقبالهما سوياً في المستقبل التلفزيوني.

بعد الانتهاء من هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادراً على أن:

- يحدد الفرق بين معالجة إشارة الصوت في التلفزيون الأبيض والأسود والملون.
- يتعرّف على ميزات ومساوئ طريقة الصوت المشترك.
- يتعرّف على ميزات ومساوئ طريقة الصوت المنفصل.
- يرسم مخططاً صندوقياً لمراحل معالجة إشارة الصوت.
- يعرف وظيفة المصيدة ويعدد أنواعها.

9.2 قسم الصوت

يختلف قسم الصوت في أجهزة الاستقبال الأبيض والأسود عن أجهزة الاستقبال في التلفزيون الملون، ففي أجهزة الاستقبال غير الملون يتم تأمين إشارة الصوت من كاشف الإشارة المرئية، بينما في أجهزة الاستقبال الملونة يتم فصل إشارة الصوت بعد المرحلة الأخيرة من مراحل تكبير التردد المتوسط (IF). ويوجد نظامان للصوت في أجهزة الاستقبال التلفزيونية هما:

9.3 نظام الصوت المنفصل

لتفادي التداخلات التي تنشأ من تكبير إشارتي الصوت والصورة معاً في مرحلة مكبر التردد المتوسط، تم استخدام الصوت بعد الفصل، حيث يتم فصل الصوت عند مخرج المازج مباشرة بواسطة دارة رنين تولف على تردد إشارة الصوت وهي (33.4MHZ) حسب النظام الأوروبي حيث تغذى إشارة الصوت من دارة الرنين هذه إلى مكبر التردد المتوسط IF.

1- ميزات طريقة الصوت المنفصل:

- ضبط الصوت تماماً على أحسن أداء، والحصول تلقائياً على أحسن صورة ممكنة.
- تفادي التداخلات بين إشارة الصوت والصورة في حالة تكبيرهما معاً.
- يمكن استقبال إشارة الصوت في حالة حدوث عطل في مكبر التردد المتوسط.

2- عيوب طريقة الصوت المنفصل:

- صعوبة المحافظة على تردد المذبذب المحلي في الحدود الضيقة المطلوبة لتحويل إشارة التردد المتوسط للصوت إلى حزمة الترددات الضيقة نسبياً لإشارة الصورة حيث يظهر هذا العيب أكثر كلما زاد تردد المذبذب المحلي.
- الحاجة إلى دارة رنين ذات انتقائية عالية لفصل إشارة الصوت.

شكل 9-1 المخطط الكتلي لفصل الصوت

9.4 نظام الصوت المشترك

استخدم نظام الصوت المشترك على نطاق واسع في أجهزة الاستقبال التلفزيوني غير الملونة فمرحلة ناخب الأقنية تقوم باستقبال الإشارة وتكبيرها وتحويلها إلى تردد متوسط IF، وتدخل كل من إشارتي الصوت والصورة إلى مرحلة التردد المتوسط لتكبيرهما معاً ولكن بنسب مختلفة، ثم تمر إلى مرحلة كاشف الصورة التي تم فيها الكشف عن إشارة الصورة ومن ثم يتم الضرب مع الموجة الحاملة للصورة وينتج عنه فرق تردد مقداره (5.5MHz) يحوي جميع معلومات الصوت التي بدورها تطبق على مكبر التردد المتوسط للصوت المشترك حيث يتم فصل إشارة الصوت بعد كاشف الصورة في أجهزة الاستقبال غير الملون.

شكل 2-9 مخطط كتلي لنظام الصوت المشترك

أما في أجهزة التلفزيون الملونة فيتم فصل إشارة الصوت عن الصورة بعد المرحلة الثالثة من مكبر التردد المتوسط باستخدام دارة رنين (مصيدة).

تكون مولّفة على تردد مقداره (33.4MHz) وبعدها يخفض التردد إلى (5.5MHz) ويغذى لمرحلة الصوت.

- ميزات نظام الصوت المشترك

1- الحصول على الإشارة المدمجة في مرحلة كاشف الفيديو بتردد (5.5MHz).

2- في حالة استقبال إشارات ضعيفة (صورة غير واضحة) يمكن إعادة توليف المذبذب المحلي دون أن يؤثر ذلك على جودة الصورة.

3- رغم تعرض إشارة الصوت للتخامد نتيجة لوجود مصيدة في أول مرحلة للتردد المتوسط من تكبير إشارة الصوت.

نلاحظ أن العيب الوحيد لهذه الطريقة أنه في حالة عطب مرحلة التردد المتوسط للصورة لا يمكن التقاط الصوت. وتجدر الإشارة إلى أن إشارة الصوت يتم تعديلها ترددياً (FM) في أنظمة النقل التلفزيوني.

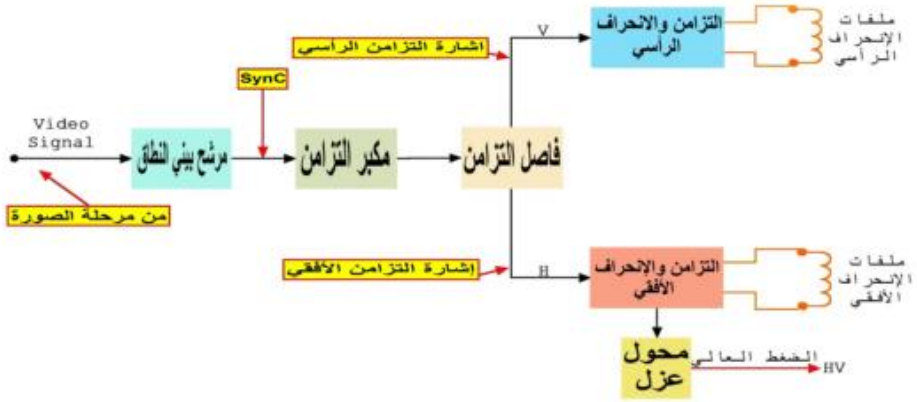
10 مرحلة التزامن

عرفنا من كلامنا السابق فى أول الدروس أن جهاز التلفيزيون يستقبل الصورة المرسلة من محطة البث التلفيزيونى. ولكن كاميرا التصوير التلفيزيونية الموجودة فى محطة البث لا تستطيع أن تأخذ الصورة كاملة وترسلها الى جهاز التلفيزيون بل تقوم بتقطيع الصورة الى عدة خطوط أفقية (625 او 525 حسب نظام الارسال)، ثم ترسلها على شكل مجموعتين ، مجموعة الخطوط الأفقية الفردية ومجموعة الخطوط الافقية الزوجية.

يستقبل جهاز التلفيزيون الخطوط المرسلة ليكون منها الصورة الظاهرة على الشاشة ولتنسيق العمل بين الكاميرا التلفيزيونية المرسلة للصورة وجهاز التلفيزيون المستقبل للصورة بحيث عندما تبدأ الكاميرا التلفيزيونية بقراءة أول خط أفقى من الصورة يقوم جهاز التلفيزيون برسم نفس الخط فى نفس الوقت على الشاشة يلزمنا مرحلة أسمها مرحلة التزامن والانحراف.

وظيفة هذة المرحلة هو تحريك الشعاع الصادر من المدفع الالكترونى الموجود فى الشاشة حركة عمودية وحركة أفقية بحيث يبدأ الشعاع برسم الخطوط الافقية المرسلة له من الكاميرا التلفيزيونية وبنفس الالوان المرسلة، تتكون مرحلة التزامن والانحراف من:-

1. مرشح بينى النطاق
2. مكبر التزامن
3. فاصل التزامن
4. التزامن والانحراف الرأسى
5. التزامن والانحراف الافقى و الضغط العالى



شكل 1-10 مرحلة التزامن والانحراف

10.1 مرشح بيني النطاق

يقوم هذا المرشح بتمرير اشارة تزامن الانحراف (sync) فقط من أشارة الصورة (signal video) ويمنع باقي الاشارات ثم يرسلها الى دائرة مكبر التزامن

10.2 مكبر التزامن

يستقبل هذا المكبر دخلة من خرج المرشح ويقوم بتكبير وتقوية اشارة تزامن الانحراف ثم يرسلها الى دائرة فاصل التزامن.

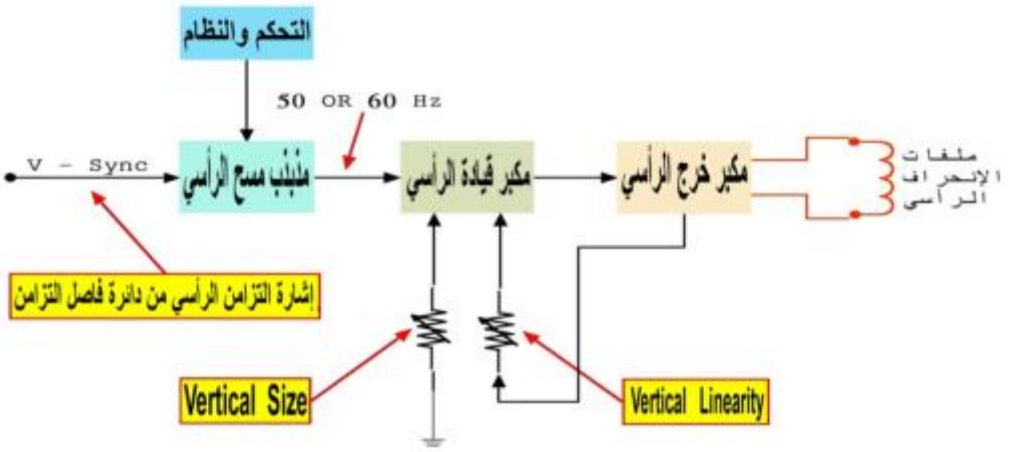
10.3 فاصل التزامن

تستقبل هذة الدائرة اشارة تزامن الانحراف المكبرة ثم تقوم بفصل اشارة التزامن الرأسى وترسلها الى دائرة التزامن و الانحراف الرأسى وتقوم بفصل أشارة التزامن الافقى وترسلها الى دائرة التزامن والانحراف الافقى و الضغط العالى.

10.4 دائرة التزامن والانحراف الراسي

تعمل هذة الدائرة على تحريك شعاع الشاشة حركة عمودية من الاعلى الى الاسفل ومن ثم تعيدة الى أعلى مرة أخرى بعد رسم الصورة كاملة على الشاشة عن طريق ملفات الانحراف الرأسى الموجودة حول عنق الشاشة. تحتوى هذة المرحلة على أربع دوائر هى:

1. مذبذب الانحراف الرأسى
2. مكبر قيادة الرأسى
3. مكبر خرج الرأسى
4. ملفات الانحراف الرأسى



شكل 2-10 مرحلة الانحراف والتزامن الراسي

10.4.1 مذبذب المسح الراسي

يعمل هذة المذبذب بصفة مستمرة وغير منتظمة وعندما تدخل الية اشارة التزامن الرأسى من دائرة فاصل التزامن يعمل بانتظام و يقوم بأنتاج اشارة المسح الرأسى وهى عبارة عن موجة سن منشار ذات تردد 50 or 60 Hz على حسب نظام الاستقبال ومن ثم تغذية الى دائرة مكبر قيادة الرأسى.

يتم التحكم قديما بثبات المذبذب عن طريق مقامة متغيرة موجودة خلف جهاز التلفيزيون تسمى (Vertical Hold). وتستخدم عادة عند عدم ثبات الصورة رأسياً. فى الاجهزة الحديثة يتم التحكم بثبات المذبذب تلقائيا عن طريق مرحلة التحكم والنظام ولذلك لا يستدعى وجود مثل هذة المقاومة.

10.4.2 مكبر الإشارة الراسية

تكون الاشارة القادمة من المذبذب ضعيفة ولا تستطيع تشغيل مكبر خرج الرأسى مباشرة ولذلك تستخدم دائرة مكبر قيادة الرأسى، ولهذة الدائرة وظيفتان هما:

1. تكبير الاشارة القادمة من المذبذب حتى تصل الى مستوى تستطيع بة أن تشغل مكبر خرج الرأسى أى تكون الاشارة الخارجة ذات جهد أعلى،
2. التحكم بخصائص الانحراف الرأسى مثل حجم الانحراف الرأسى على الشاشة (Vertical Size) وتصصحيح التشوية فى الصورة (Vertical Linearity)

يتم التحكم بخصائص الانحراف الرأسى عن طريق مقاومتين متغيرتين موجودة على اللوحة الالكترونية الخاصة بجهاز التلفيزيون، حيث يتم عدة ضبطها فى المصنع ولا تحتاج أن تضبط مرة أخرى.

10.4.3 مكبر خرج الرأسى

تعمل هذة الدائرة على استلام الاشارة المكبرة والمعدلة من مكبرقيادة الرأسى ثم تكبر هذة الاشارة مرة أخرى حتى تستطيع أن تولد التيار اللازم لتشغيل ملفات الانحراف الرأسى.

10.4.4 ملفات الانحراف الرأسى :

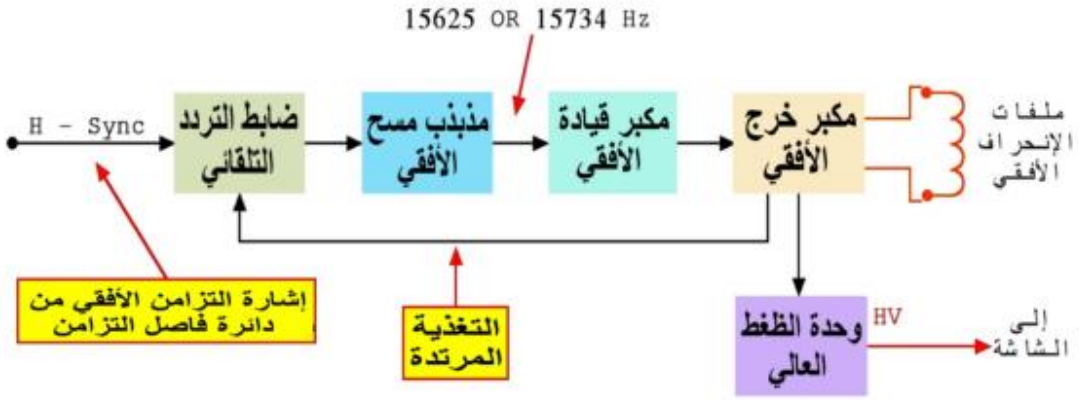
هى عبارة عن مجموعة أسلاك معزولة ومثبتة حول عنق الشاشة وتعمل على توليد مجال مغناطيسى يقوم بجذب شعاع الشاشة عموديا من الأعلى الى الأسفل.

10.5 دائرة التزامن والانحراف الأفقى والضغط العالى :

تعمل هذة الدائرة على تحريك شعاع الشاشة حركة أفقية من اليسار الى اليمين ومن ثم تعيدة الى اليسار مرة أخرى بعد أن يرسم أول خط على الشاشة ويتم ذلك عن طريق ملفات الانحراف الافقى الموجودة حول عنق الشاشة.

تحتوى هذة الدائرة على التالى :

1. ضابط التردد التلقائى
2. مذبذب الانحراف الأفقى
3. مكبر قيادة الأفقى
4. مكبر خرج الأفقى
5. ملفات الانحراف الأ فقى
6. وحدة الضغط العالى . اللاين



شكل 3-10 دائرة الانحراف والتزامن الافقي

10.5.1 ضابط التردد التلقائي

تستقبل هذة الدائرة اشارة التزامن الأفقى القادمة من فاصل التزامن وكذلك تستقبل التغذية المرتدة من مكبر خرج الافقى وتعمل على التحكم بمذبذب مسح الافقى عن طريق تغيير التردد الخارج منة حتى يتطابق تردد الاشارة الموجودة على مكبر خرج الافقى مع تردد اشارة التزامن الافقى.

10.5.2 مذبذب الانحراف الافقي

يعمل هذا المذبذب بصفة مستمرة وغير منتظمة وعندما تدخل الية اشارة التحكم القادمة من دائرة ضابط التردد التلقائى يعمل بانتظام ويقوم بانتاج اشارة المسح الافقى وهى عبارة

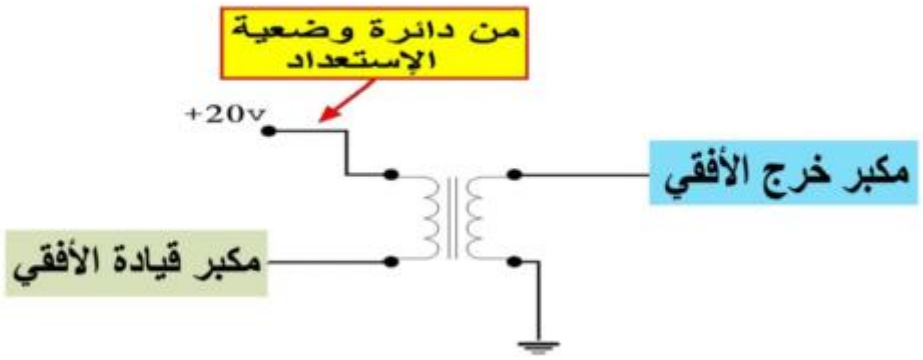
عن موجة مربعة ذات تردد 15625 هرتز او 15734 هرتز على حسب نظام الاستقبال وبعد ذلك ترسلة الى دائرة مكبر قيادة الافقى.

10.5.3 مكبر الإشارة الافقي

تكون الاشارة القادمة من المذبذب ضعيفة ولا تستطيع شغل مكبر خرج الافقى مباشرة ولذلك تستخدم هذة الدائرة. تعمل هذة الدائرة على تكبير الاشارة القادمة من المذبذب حتى تصل الى مستوى تستطيع ان تشغل بة مكبر خرج الافقى.

10.5.4 مكبر خرج الافقي

تعمل هذة الدائرة على استلام الاشارة المكبرة من مكبر قيادة الافقى ومن ثم تكبرها مرة أخرى حتى تستطيع أن تولد التيار اللازم لتشغيل ملفات الانحراف الافقى ووحدة الضغط العالى. يكون خرج مكبر قيادة الافقى موصل مع دخل مكبر خرج الافقى عن طريق محول عزل صغير يستخدم لزيادة مدى تكبير مكبر قيادة الافقى.



شكل 10-4 طريقة ربط مكبر الاشارة الافقي مع مكبر خرج الافقي

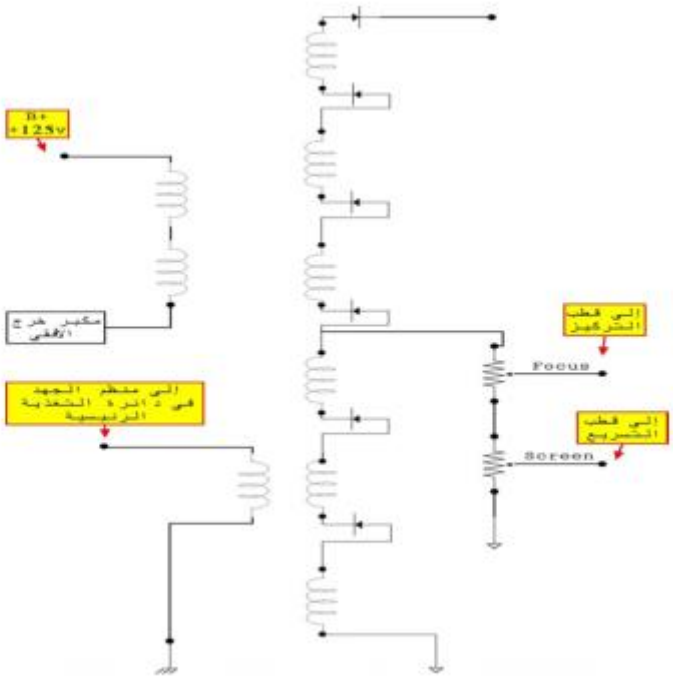
10.5.5 ملفات الانحراف الافقي

هى عبارة عن مجموعة أسلاك معزولة ومثبتة حول عنق الشاشة وتعمل على توليد مجال مغناطيسى يقوم بتحريك شعاع الشاشة أفقيا من اليسار الى اليمين.

10.5.6 ضابط الضغط العالي

عبارة عن محول عزل خاص يعمل على رفع الجهد الداخل له ، ويكون دخل المحول عادة (125v) ويكون الخرج الرئيسى لهذا المحول فى حدود الـ 25kv على حسب مقاس الشاشة

(تقريبا لكل بوصة واحد كيلو فولت) يغذى خرج المحول الرئيسى طرف المصعد (الانود) فى الشاشة ، ويكون لهذا المحول خروج أخرى تغذى الشاشة مثل فتيلة الشاشة ، وقطب التركيز و التسريع.



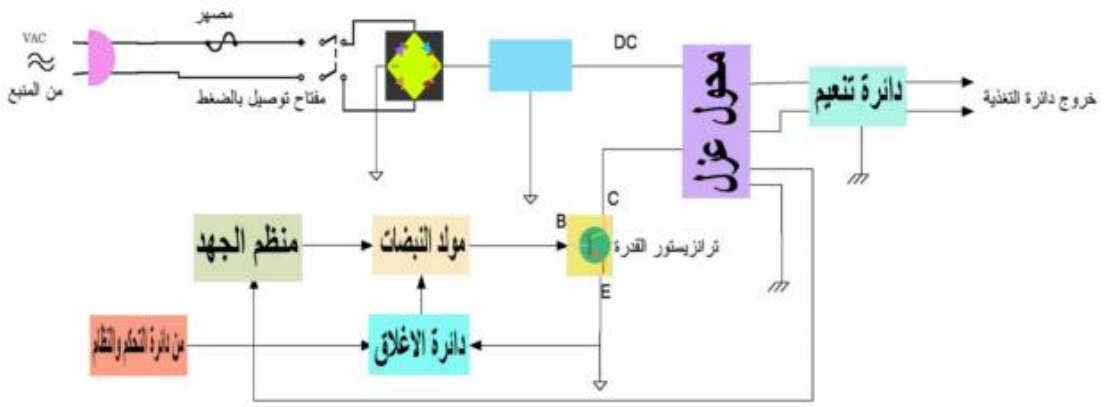
شكل 5-10 وحدة الضغط العالي

يعمل الجهد العالى المغذى لطرف المصعد فى الشاشة على توليد شحنة كهربائية داخل الشاشة ليسهل عملية انتقال الشعاع من الفتيلة الى وجة الشاشة. تعمل الخروج الاخرى على تغذية الفتيل المولد لشعاع الشاشة ، قطب التركيز داخل الشاشة (Focus) وقطب المسرع (Screen).

11 مجهز القدرة

تمتلك اجهزة التلفزيون الكثير من المكبرات والدوائر الالكترونية، وهذه الدوائر الالكترونية تعمل على التيارات المستمرة DC. يمكن تحويل التيار المستمر الى تيار متناوب AC باستخدم المقومات (Rectifier) التي تستخدم الثنائي البلوري (diode) والتي تربط بشكل قنطرة (bridge) لتوليد الموجة الكاملة (Full wave rectifier). تتكون دائرة منظم الجهد (dc power supply) الرئيسية من ست مراحل هي:

1. دائرة القنطرة
2. محول العزل
3. ترانزيستور القدرة
4. دائرة مولد النبضات
5. دائرة منظم الجهد
6. دائرة الاغلاق



شكل 1-11 دائرة مجهز قدرة

11.1.1 دائرة القنطرة

تعمل دائرة القنطرة على تحويل الجهد المتغيرة VAC الى جهد مستمر VDC و تحتوى على موحدات و متسعات (capacitors) تعمل كمرشحات (Filters) لتنعيم التيار الخارج من الدايودات ويكون خرجها موصل مع الطرف الاول من الملف الابتدائى.

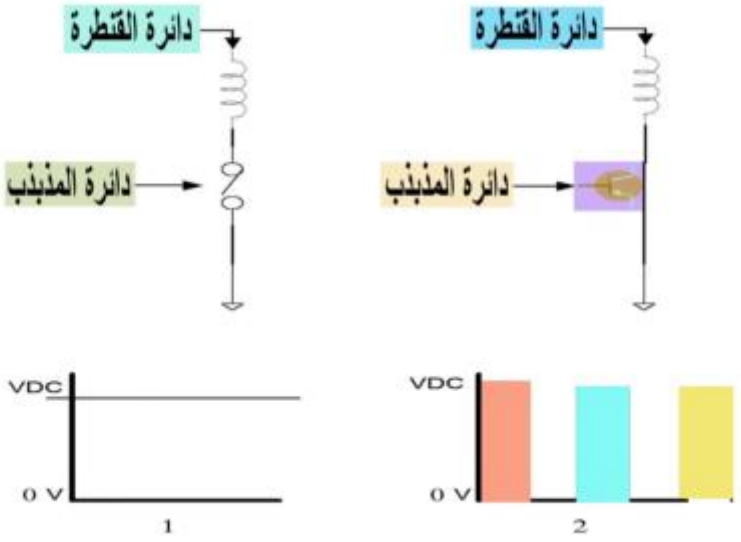
11.1.2 محول العزل

محول العزل عبارة عن ملف ابتدائى و عدة ملفات ثانوية (على حسب عدد الخروج المراد من دائرة التغذية)، وهو يستخدم لعزل الدوائر الموصلة مع الملف الابتدائى عن الدوائر الموصلة مع الملف الثانوى. لا يعمل محول العزل (أى لايكون هناك جهد على أطراف الملف الثانوى) الا اذا كان الجهد على الملف الابتدائى متغير **(لماذا؟)**. أحيانا لا يكون هناك الا ملف ثانوى واحد ينتج جهدا واحد و يكون انتاج بقية الجهود المطلوبة عن طريق محول العزل الخاص بالضغط العالى.

11.1.3 ترانزيستور القدرة

يعمل ترانزيستور القدرة (power transistor) كمفتاح (OFF - ON) ويكون طرف المجمع (C) موصل مع الطرف الثاني للملف الابتدائي وطرف الباعث (E) موصل مع الارضى و طرف القاعدة (B) موصل مع خرج دائرة مولد النبضات.

مهمة الترانزيستور تقطيع جهد (DC) القادم من دائرة القنطرة عبر الملف الابتدائى الى أجزاء حتى يعمل محلول العزل على نقل الجهد من الملف الابتدائى الى الملف الثانوى.



شكل 2-11 توضيح عمل الترانزستور كمفتاح

(1) خرج دائرتي القنطرة و التعميم الأولى

(2) خرج الطرف C في الترانزيستور و الملف الابتدائي و الثانوي

11.1.4 دائرة مولد النبضات

وظيفة هذه الدائرة هو توليد موجة مربعة تغذى طرف قاعدة ترانزيستور القدرة ويتم التحكم بعرض الموجة الصادرة من هذه الدائرة عن طريق الجهد القادم من دائرة منظم التغذية أى اذا قل الجهد القادم من المنظم زاد عرض الموجة فيزداد الجهد على الملفات الثانوية لمحول العزل و العكس صحيح.

11.1.5 دائرة منظم الجهد

تعمل هذة الدائرة على ابقاء جهود خرج محول العزل ثابتة مهما تغير الدخل ، ويتغير الدخل عندما يتغير جهد المنبع من 220v متغير ألى 110v متغير ويأخذ منظم الجهد دخلة من ملف ثانوى خاص بة موجود داخل محول العزل وأحيانا يأخذ منظم الجهد دخله من ملف ثانوى خاص به موجود داخل محول العزل الخاص بالضغط العالى.

11.1.6 دائرة الاغلاق

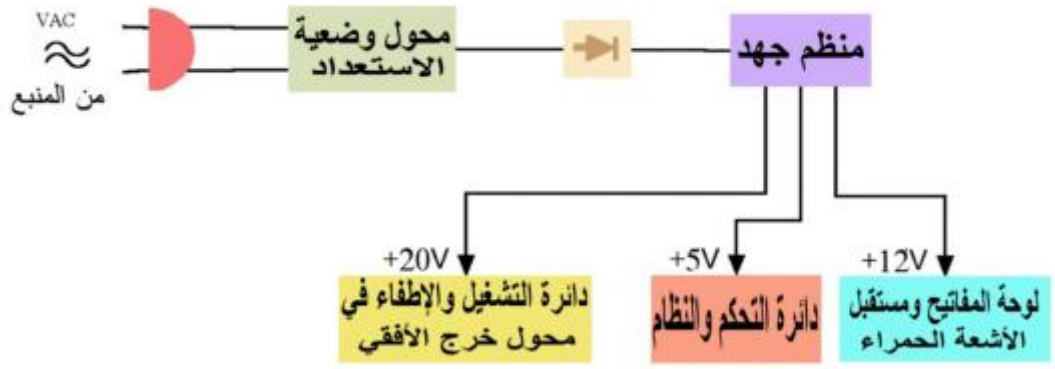
تعمل هذه الدائرة على ايقاف عمل مرحلة التغذية لسببين، الاولى عند زيادة التيار عن الحد المسموح به و ذلك عند حدوث عطل فى أحد دوائر جهاز التليفزيون و الثانى عند الضغط على زر الايقاف فى جهاز التحكم عن بعد.

توقف هذه الدائرة عمل دائرة مولد النبضات وبذلك لا يعمل ترانزيستور القدرة ولا يكون هناك خرج من محول العزل.

11.1.7 دائرة وضعية الاستعداد Standby

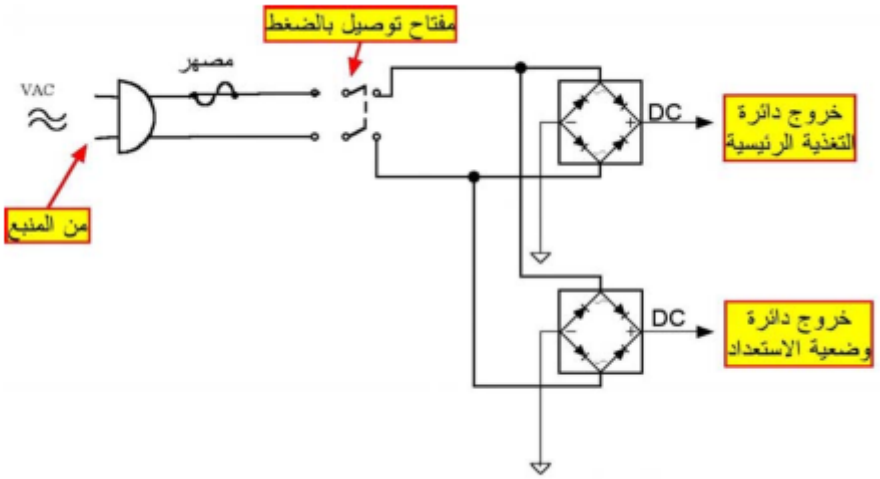
تعمل هذه الدائرة على تغذية ثلاث جهات هى :

1. دائرةالتحكم والنظام (ترتب وتنسق عمل بقية دوائر جهاز التليفزيون).
2. لوحة المفاتيح و مستقبل الأشعة تحت الحمراء الموجودة فى مقدمة جهاز التليفزيون.
3. دائرة (بدء التشغيل / الاطفاء) فى محول خرج الانحراف الافقى .



شكل 11-3 دائرة وضعية الاستعداد

تأخذ هذه دائرة جهدها من نفس المنبع الذى يغذى دائرة منظم الجهد الرئيسة (موصلة على التوازى) وأحيانا تكون هذه الدائرة مدمجة مع دائرة التغذية الرئيسة فى مكان واحد من اللوحة الرئيسة لجهاز التليفزيون.



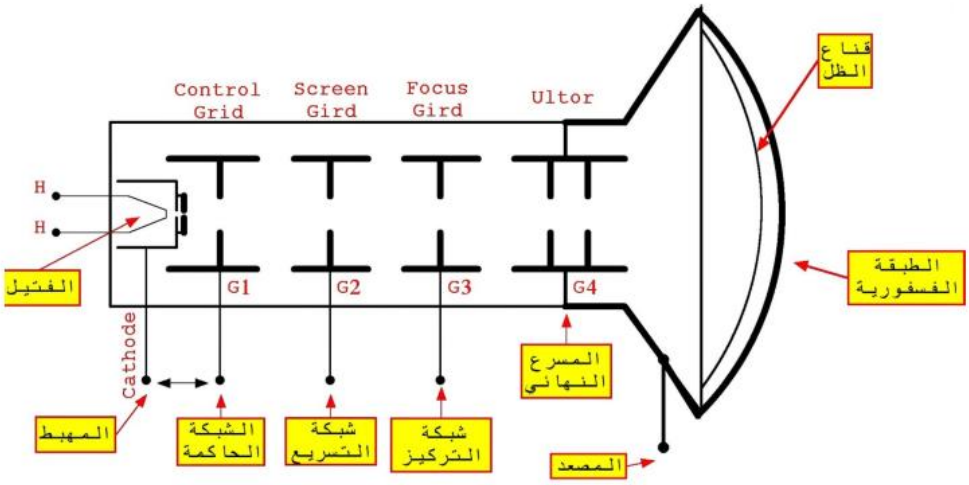
شكل 4-11 توضيح دائرة وضعية الاستعداد

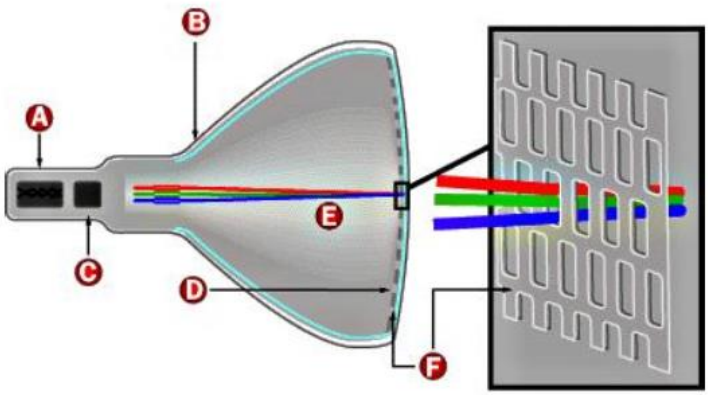
الصورة توضح طريقة وصل الدخل لدائرة وضعية الاستعداد و ظيفة هذه الدائرة هو تشغيل و أطفاء جهاز التليفزيون عند الضغط على زر (التشغيل / الاطفاء) فى جهاز التحكم عن بعد . والتشغيل فقط . عندما نضغط على أحد المفاتيح الموجودة فى مقدمة جهاز التليفزيون و لا يشمل زر (الشغل / الاطفاء).

12 الشاشة التلفازية

بعد الانتهاء من معالجة الصورة المرسلة من محطة الارسال عن طريق المراحل السابقة تبقى لنا المرحلة الاخيرة فى اظهار الصورة وهى مرحلة الشاشة، تقوم الشاشة بعملية تحويل الاشارات الكهربية المرسلة من مرحلة الألوان (بمساعدة مرحلة التزامن)، الى صورة يمكن مشاهدتها يتكون التركيب الداخلى للشاشة من العناصر التالية:

1 - المدفع الالكترونى. 2 - الشبكات المنظمة، 3 - وجة الشـاشة.





(A) . المدفع الالكترونى (B) . الغلاف الزجاجى (C) . الشبكات المنظمة

(D) . الطبقة الفوسفورية (E) . الأشاعة الثلاث (F) . قناع الظل

شكل 12-1 شاشة تلفزيونية

12.1 لمدفع الالكترونى

هى الاداة المسؤولة عن توليد الشعاع الالكترونى وتتكون من :

1 – الفتيلة: هو عبارة عن سلك ملفوف يقوم بتوليد طاقة حرارية لتسخين المهبط (الكاثود).

2 – المهبط: هو عبارة عن أسطوانة صغيرة تغطى الفتيل ومصنوعة من الأكسيد المعدنى لها فتحة فى مقدمتها وتقوم بتوليد الشعاع الالكترونى بعد أن تسخن من قبل الفتيل.

12.2 الشبكات المنظمة

هى الادوات المسؤولة عن السيطرة على الشعاع الالكترونى وتتكون من:

1. الشبكة الحاكمة ، هى عبارة عن أسطوانة تحيط بالمهبط ولا تمسة ولها فتحة فى المقدمة تسمح بمرور الشعاع من خلالها وتعمل هذة الشبكة على التحكم بمقدار مرور الشعاع عن طريق التحكم بفرق الجهد بينها وبين المهبط.

يغذى الطرف الموجب المهبط ويغذى الطرف السالب الشبكة الحاكمة.

2. شبكة التسريع: هى عبارة عن أسطوانة مفتوحة من الجهتين وتكون ذات جهد عالى موجب وتعمل على زيادة سرعة الشعاع الالكترونى الخارج من الشبكة الحاكمة .
3. شبكة التركيز: هى عبارة عن أسطوانة مفتوحة من الجهتين وتكون ذات جهد عالى موجب وتعمل على ضغط الشعاع الالكترونى الخارج من شبكة التسريع فى نقطة واحدة صغيرة.
4. المسرع النهائى: هو عبارة عن شكل مخروطى مفتوح من الجهتين تكون تغذيتة من وحدة الضغط العالى ويعمل على تسريع الشعاع الخارج من شبكة التركيز الى سرعة عالية جداً تكون قريبة من سرعة الضوء حتى اذا اصطدم هذا الشعاع بطبقة الفسفور الموجودة على وجة الشاشة تضئ هذة الطبقة.

تحتوى شاشة التلفيزيون على ثلاث مدافع الكترونية وثلاث شبكات حاكمة لكل لون مدفع وشبكة حاكمة خاصة بة فقط دون باقي الالوان بينما في الشاشة الاسود والابيض كاثود واحد وفتيلة واحدة.

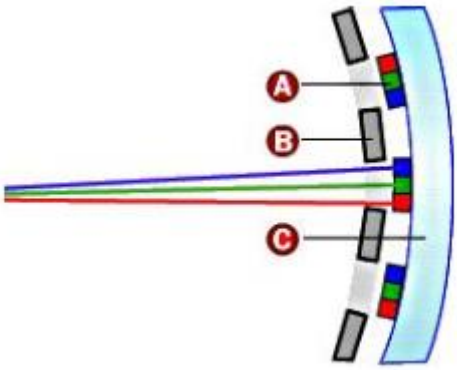
12.3 وجة الشاشة

هو عبارة عن ثلاث أغلفة واحد بعد الاخر

الغلاف الاول (A): عبارة عن طبقة خطوط طولية فسفورية تضيئ لحظة اصطدام الشعاع بها.

الغلاف الثانى (B): عبارة عن شبكة ذات فتحات طولية صغيرة وكثيرة تسمى بقناع الظل الطولى (Slotted shadow Mask).

الغلاف الثالث (c): عبارة عن طبقة زجاجية سميكة.



شكل 2-12 وجه الشاشة

يتكون التركيب الخارجي للشاشة من العناصر التالية:

1- الغلاف الزجاجي
2- مشبك المصعد
3- مشبك الشاشة
4- ملفات الانحراف
5- مغناطيس التركيز

12.3.1 الغلاف الزجاجى

هى الطبقة المغلفة للشاشة وتكون من الزجاج بسبب قوة عزلة للكهرباء ولا تعوق مرور المجال المغناطيسى من خلالة.

12.3.2 مشبك المصعد

هى عبارة عن فتحة صغيرة وتكون عادة فى أعلى الشاشة ويشبك فيها خرج وحدة الضغط العالى

12.3.3 مشبك الشاشة

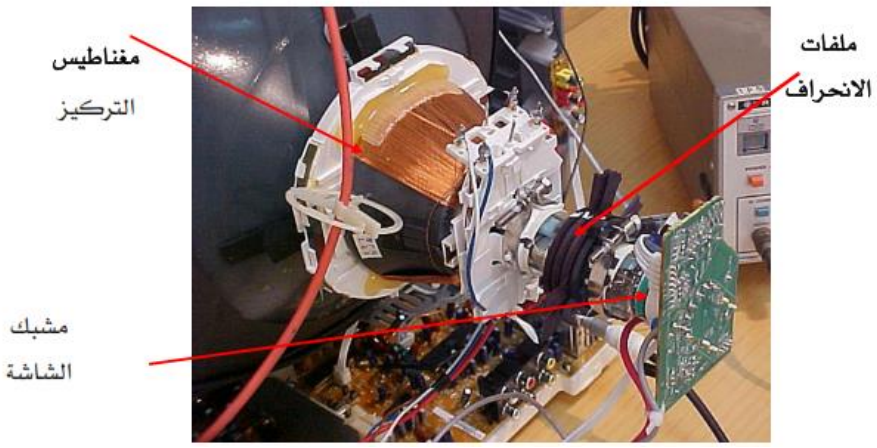
هو عبارة عن الاطراف الخارجية من المكونات الداخلية وتكون فى مؤخرة الشاشة وتعمل على وصل المكونات الداخلية مع الدوائر الخارجية.

12.3.4 ملفات الانحراف

هى عبارة عن مجموعة أسلاك ملفوفة بطريقة معينة ومثبتة حول عنق الشاشة.

12.3.5 مغناطيس التركيز

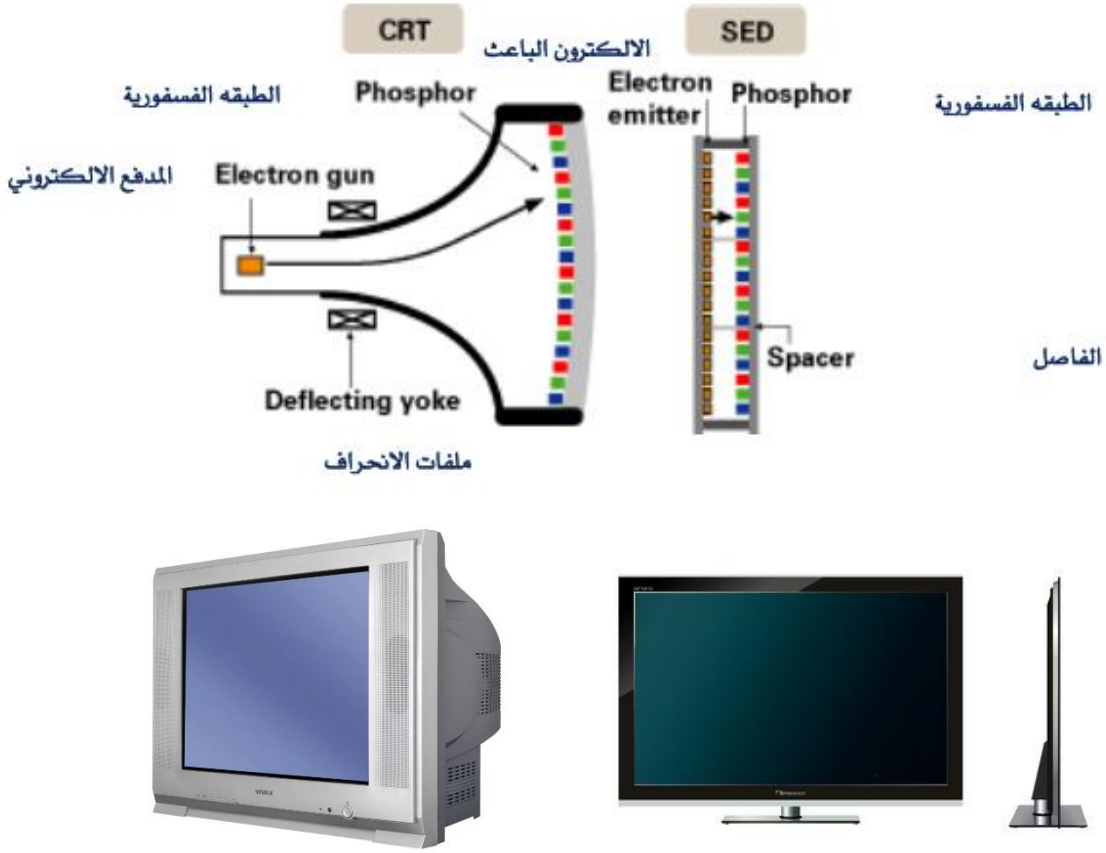
هو عبارة عن مغناطيس طبيعى يستخدم لضبط أتجاة الاشعاعات الثلاثة داخل الشاشة.



شكل 3-12 صورة شاة تلفزيونية

13 التلفزيون الحديث LCD

تعتبر شاشات العرض وسيلة مهمة لعرض المعلومات، وبذلك تمكن الانسان من الاستفادة من التكنولوجيا. والمقصود بشاشات العرض هنا مختلف انواع الشاشات. هناك الشاشات التي تعتمد على شعاع الإلكتروني أو الشاشات التي تعتمد شاشات البلازما. وكل نوع من هذه الأنواع له فكرة عمل فيزيائية مختلفة. ولكن في هذا الموضوع سيتم التركيز على شاشات البلورات السائلة. شاشات البلورات السائلة تحيط بنا من كل جانب وتدخل في تركيب العديد من الأجهزة الإلكترونية والتي يمكن ان تكون بأحجام صغيرة مثل شاشات الساعات أو شاشات السي دي او الجوال، ويمكن ان تكون بأحجام كبيرة مثل شاشات أجهزة الكمبيوتر المحمول أو شاشات التلفزيون التي يصل حجمها إلى 60 انش. وهذا التنوع في احجام شاشات البلورات السائلة و صغر سماكتها ساهم على انتشارها بشكل كبير وجعلها تدخل في العديد من التطبيقات التكنولوجية.



شكل 13-1 شاشات البلورات السائلة

13.1 البلورات السائلة *Liquid Crystal*

توجد المواد في الطبيعة بعدة حالات، فقد توجد بحالة صلبة أو سائلة أو غازية. فالمواد في الحالة الصلبة تكون فيها جزيئات المادة مرتبة باتجاه محدد وفي مواقع

محددة بالنسبة لبعضها البعض الاخر، أي انها لا تتحرك بالنسبة لبعضا البعض. أما عندما تكون المادة في الحالة السائلة فإن جزيئاتها تكون في حالة حركة مستمرة ولا يجمعها اتجاه ولاترتيب محدد. ولكن هناك بعض المواد تكون في حالة وسطية أي بين الحالة السائلة والصلبة، حيث تحافظ جزيئات المادة في هذه الحالة على اتجاه ترتيبها كما في جزيئات المادة الصلبة، ولكنها في نفس الوقت تتحرك مثل جزيئات الحالة السائلة، في هذه الحالة تكون البلورات السائلة ليست في الحالة الصلبة ولا في الحالة السائلة. فهي بهذه الحالة تكون وسط بين الحالتين معا. ومن هنا جاءت تسميتها بالبلورات السائلة.

إذا هل يمكن ان نعتبر أن البلورات السائلة تتصرف مثل المواد الصلبة أو المواد السائلة؟ في الحقيقة ان البلورات السائلة اقرب إلى المواد السائلة منها إلى المواد الصلبة. باعتبار ان ارتفاع بسيط في الحرارة يحولها الى سائل. ولهذا فإن البلورات السائلة حساسة للتغيرات في درجان الحرارة.

13.2 أنواع البلورات السائلة

كما يوجد العديد من المواد السائلة أو العديد من المواد الصلبة، فإن هناك العديد من أنواع البلورات السائلة، تتواجد البلورات السائلة في عدة اطوار مختلفة تعتمد على درجة الحرارة وطبيعة المواد التي تصنع منها والنوع المخصص لصناعة الشاشات هو من الطور الدوار او المتحرك nematic phase، ويمتاز هذا الطور في ان البلورات السائلة تتأثر بالتيار الكهربي. وهناك نوع محدد من البلورات السائلة ذات الطور الدوار يستخدم في شاشات العرض هو الطور الدوار الملتوي twisted nematic ويرمز له TN. وعندما تتعرض البلورات ذات الطور الدوار الملتوي إلى تيار كهربي فإنها تصبح غير ملتوية وتعتمد درجة الإلتواء على شدة التيار الكهربي. تستخدم تكنولوجيا شاشات البلورات السائلة هذه الخاصية (خاصية الإلتواء) في التحكم في مرور الضوء خلالها.

كما ان الشاشات تختلف باختلاف انواع البلورات المستخدمة، كما ان مواصفاتها تختلف كذلك باختلافها. فالشاشات التي تستخدم فيها البلورات السائلة ذات الطور الدوار الملتوي (TN LCD) لا تكون غالية الثمن لكن زمن الاستجابة (response time) يكون كثير، كما ان نسبة فروقات الالوان (Contrast ratio) وزاوية الرؤيا (viewing angle) تكون قليلة.

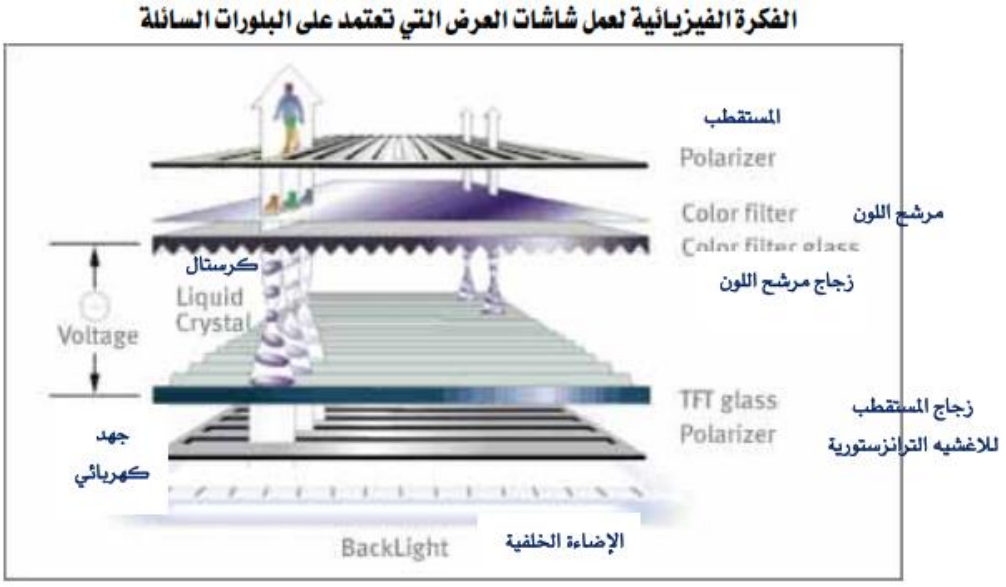
اما الشاشات التكون فيها مفاتيح التبديل فيها محتواة ضمن المستوى (In Plane Switching display IPS) والتي تكون فيها البلورات السائلة موجودة في مستوى موازي للمادة الزجاجية، تكون زاوية الرؤيا ونسبة فروقات الالوان في هذه التقنية افضل مقارنة بال TNLCD.

اما بالنسبة لشاشات ال VA panel وهي اختصارا ل Vertical Alignment Panel، والتي تكون فيها البلورات السائلة بشكل عامودي على المادة الزجاجية. تكون حالتها وسطية بين TN و وشاشات IPS. وشاشات التحويل الهامشي المتقدم Advanced Fringe Field Switching (AFFS)، تكون شبيهة بشاشات IPS تكون ذات اداء افضل من شاشات IPS من ناحية اعادة انتاج الالوان. والتي قد تم تطويرها من قبل شـــركة (Hydis Technologies Co., Ltd) الكورية والمعروفة سابقا باسم شـــركة (Hyundai Electronics, LCD Task Force)

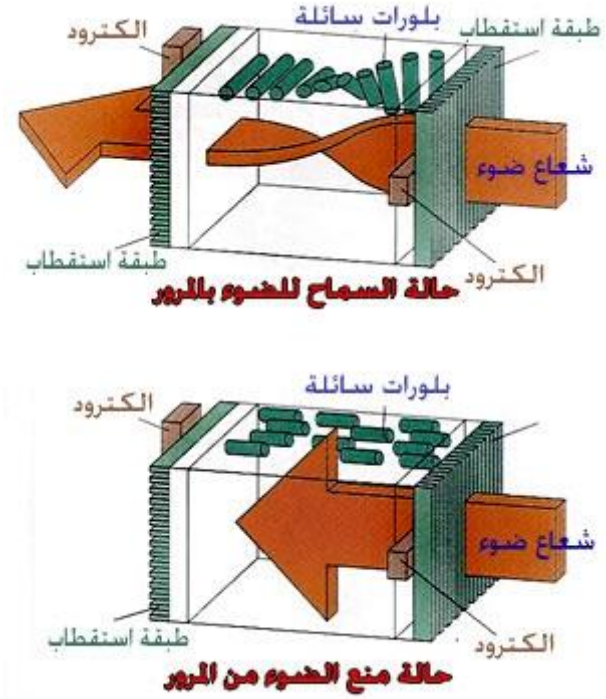
13.3 تصنيع شاشة البلورات السائلة

يخلف الامر عند الانتقال من تصنيع شريحة لمادة من البلورات السائلة عنه في حالة تصنيع شاشة عرض من البلورات السائلة. وهناك أربعة حقائق يجب ان تتوفر لإنتاج شاشات عرض من البلورات السائلة وهي:

- الحقيقة الأولى: ظاهرة استقطاب الضوء.
- الحقيقة الثانية: ان البلورات السائلة تسمح بمرور الضوء وتغير من استقطابه.
- الحقيقة الثالثة: طبيعة تركيب البلورات السائلة تتغير بتغير التيار الكهربائي.
- الحقيقة الرابعة: وجود مواد شفافة موصلة للكهرباء.



شكل 2-13 فكرة عمل شاشات البلورات السائلة



شكل 3-13 طبقات ال LCD

- Light Waves شعاع ضوئي.
- Polarized Panels طبقة الزجاج المغطي بشريحة رقيقة من مواد مستقطبة للضوء.
- Electrodes طبقة رقيقة من مادة شفافة موصلة للتيار الكهربي.
- Liquid Crystals طبقات جزيئات البلورات السائلة.

شاشات البلورات السائلة LCD هي عبارة عن أداة تستخدم الحقائق الاربعة السابقة لتظهر الصورة!.

لتصنيع شاشة عرض من البلورات السائلة نستخدم لوحين من الزجاج المستقطب للضوء وهو عبارة عن مواد من البوليمر تحتوي على شرائح ميكروسكوبية (لا ترى بالعين المجردة) تغطي احد سطحي لوح الزجاج الذي لا يحتوي على شريحة الاستقطاب. يتم ضبط الشرائح الميكروسكوبية لتكون في نفس اتجاه الاستقطاب الشريحة المثبتة على السطح المقابل. تتم بعد ذلك اضافة طبقة رقيقة من البلورات السائلة ذات الطور الدوار. تعمل طبقة الشرائح الميكروسكوبية على توجيه البلورات السائلة لتصطف في اتجاه تلك الشرائح. يتم وضع الطبقة الأخرى من الزجاج ولكن مع التأكد ان شريحة الاستقطاب عمودية على اتجاه استقطاب الشريحة الأولي. تترتب الطبقات المتعاقبة من البلورات السائلة ذات الطور الدوار الملتوي بعضها فوق بعض بدوران تدريجي يصل إلى 90 درجة بالنسبة لترتيب الطلقة الأولى.

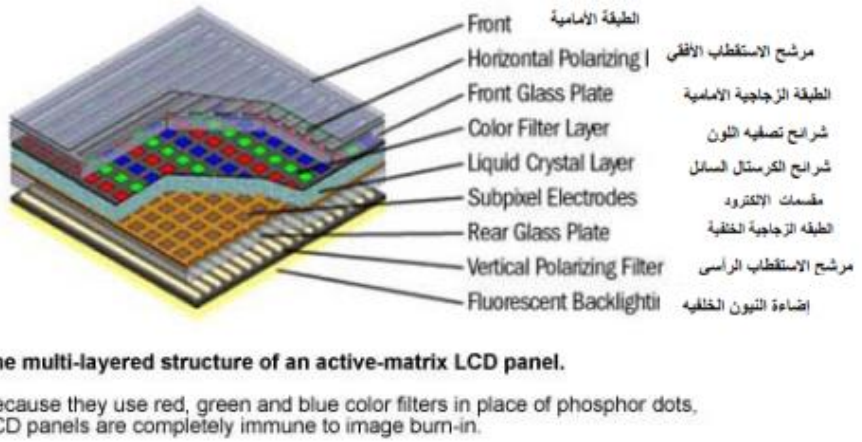
عندما يسقط الضوء على الشريحة الزجاجية الأولي فإنها تعمل على استقطاب الضوء، ومن ثم تعمل جزيئات البلورات السائلة في كل طبقة على توجيه الضوء إلى الطبقة التي تليها مع تغير مستوى استقطاب الضوء. وعندما يصل الضوء للطبقة الأخيرة من طبقات البلورات السائلة فإنه يكون مستقطب في نفس اتجاه جزيئات تلك الطبقة وبالتالي ينفذ الضوء منها.

عند تطبيق مجال كهربي على جزيئات البلورات السائلة فإنها لا تلتوي وبالتالي فإن الضوء لا يمكن ان ينفذ من الجهة الأخرى.

الزر على اليسار يعمل على تطبيق مجال كهربي على البلورات السائلة، ففي حالة وجود مجال كهربي لايخرج الضوء ولكن عند فصل المجال الكهربي ينفذ الضوء.

بعد ان فهمنا الفكرة الفيزيائية لعلم شاشات العرض التي تعتمد على البلورات السائلة والتي تتلخص في تمرير الضوء وحجبه عن طريق التحكم في ترتيب البلورات السائلة من خلال مجال كهربي. اذا كيف يمكن ان نصنع شاشة بلورات سائلة.

نبدأ بتوفير شريحتين متقابلتين من الزجاج بينهما طبقة من البلورات السائلة ويضاف إليهما طبقتين من مادة شفافة موصلة للكهرباء electrodes. وتكون ترتيب الطبقات كما هو موضح في الشكل التالي:



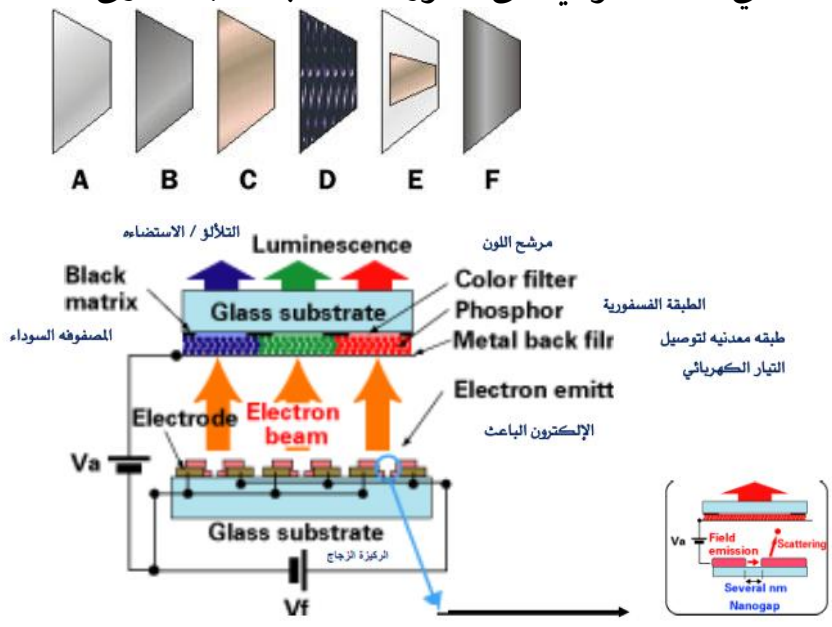
The multi-layered structure of an active-matrix LCD panel.

Because they use red, green and blue color filters in place of phosphor dots, LCD panels are completely immune to image burn-in.

شكل 4-13 طبقات الشاشات البلورية

يمكن توضيح الطبقات الظاهرة في الشكل 4-13 كما ياتي

- الطبقة A عبارة عن القاعدة او الطبقة الخلفية وهي مرآة عاكسة لضوء.
- الطبقة B عبارة عن طبقة من الزجاج عليه طبقة رقيقة تعمل على استقطاب الضوء.
- الطبقة C عبارة عن طبقة شفافة موصلة من مادة indium-tin oxide لتوصيل التيار الكهربي.
- الطبقة D عبارة عن طبقة البلورات السائلة وتكون فوق الطبقة الموصلة تماماً.
- الطبقة E طبقة من الزجاج وعليه ايضا طبقة رقيقة من مادة مستقطبة للضوء ولكن في اتجاه عمودي على محور استقطاب الطبقة الأولى.



شكل 5-13 شكل يوضح حزمة الالكترونات

يوصل الالكترود بمصدر تيار كهربي مثل بطارية وعندما لا يمر تيار فإن الضوء يعبر من الطبقة الاول لشاشة البلورات السائلة سيصل إلى المرآة وينعكس عنها. ولكن عندما

يمر التيار الكهربي من خلال الالكترود فإن البلورات السائلة الموجودة بين الالكترود والجهة المقابلة لها والتي تشكل مستطيل ستمنع الضوء من الوصول الى المرآة مما يظهر منطقة معتمة على شاشة العرض.

لاحظ أن شاشة البلورات السائلة LCD تتطلب مصدر ضوء خارجي. حيث أن مادة البلورات السائلة لاتصدر الضوء بنفسها. الشاشات الصغير في الأغلب تكون عاكسة بمعنى انها تعرض الصورة من خلال انعكاس ضوء من مصدر خارجي. فمثلا لو نظرنا إلى شاشة بلورات سائلة في ساعة اليد الرقمية فإن الأرقام تظهر عندما يمر تيار كهربي من خلال الإلكترود إلى مجموعة معينة من البلورات السائلة فتلتف لتعمل على حجب الضوء فتظهر منطقة معتمة تعطينا صورة الرقم كما في الشكل الموضح أدناه.

أما في شاشات الكمبيوتر المحمول أو الشاشات الحديثة من نوع الـ LCD فإنها تستخدم مصابيح فلوريسنت فوقها أو على الجوانب أو في خلف الشاشة نفسها. وتعمل لوحة تشتيت للضوء مثبتة خلف شاشة البلورات السائلة لضمان توزيع منتظم لشدة الضوء على مساحة شاشة العرض. وحيث أن الطبقات التي تأتي فوق المصدر الضوئي هي عبارة عن شاشة البلورات السائلة بما تحتويه من طبقات مختلفة مثل طبقة الالكترود وطبقة البلورات السائلة نفسها وغيرها يعمل على امتصاص كمية كبيرة من ضوء المصدر الضوئي قد تصل إلى 50%!

في المثال الموضح في عرض الفلاش أدناه نشاهد لوحة الإلكترود وكيف أن إلكترود مفرد يتحكم في استجابة البلورات السائلة من خلال تمرير شحنة كهربية. وإذا تخيلنا أن هناك من يتحكم في ارسال الشحنات الكهربية التي تمر عبر الالكترود فإنه يمكن تكوين صورة من خلال قيام البلورات السائلة بحجب الضوء ومنعه من الوصول إلى الشاشة الخارجية وبالتالي يمكن أن نعرف الآن لماذا تكون معالم الصورة على شاشة البلورات السائلة تكون سوداء.

14 أنواع شاشات التلفزيون الحديثة

14.1 المقدمة

يوضح هذا الفصل أنواع شاشات التلفزيون الحديثة مثل شاشات LCD والبلازما و LEDوOLED. وكذلك يوضح الفرق بين هذه الانواع. تمتاز الشاشات الحديثة بكونها شاشات رقمية. مما يعني التلفزيونات الحديثة تعمل بنظام تشغيل مثل اندرويد (Android)، تايزن (Tizen)، ويب او اس (WebOS)، فيدا (VIDA). يمكن ان تكون التلفزيونات الحديثة بالدقة العالية تصل الى 8k فمثلا توجد تلفزيونات تعمل بدقة: SD، HD، FHD، QHD، UHD، 4K، 8K. شكل 1-14 يبن الفرق بين دقة شاشات تلفزيون [21].

شكل 1-14 مقارنة دقة الشاشات

14.2 كيف تعمل شاشات *LCD*

تحتوي شاشة LCD على طبقتين من البلور تحصران كمية من الكريستال السائل وطبقة أخرى مصبوغة بالألوان الثلاثة الأزرق والأحمر والأخضر وتتمتع كل خلية بوجود هذه الألوان الثلاثة وحتى يكتمل عمل هذه الطبقات وجد وراءها مصابيح تشبه مصابيح الفلورسنت المعروفة وهذا مقطع لخلية شاشة LCD.

[21] https://www.borrowlenses.com/blog/understanding-video-resolutions/

14.3 كيفية عمل شاشة البلازما

تحتوي البلازما عى مئات الآلاف من خلايا ذاتية الإضاءة أي لا تحتاج الى مصادر خلفية للضوء وتحتوي هذه الخلايا على غاز الكزينون والنيون وأقطاب تجعل هذه الغازات تشع بفوق البنفسجية كما يحصل داخل مصابيح لفلورسنت ولاكتمال عملها في عرض الصور الملونة تحتوي هذه الخلايا على غرف بها فسفور ملون بالألوان الثلاثة وهذا مقطع لخلية بلازما.

14.4 كيفية عمل شاشة *LED*

شاشة ال LEDهي شاشة LCD لكن الاختلاف في مصدرالضوء فإذا كانت ال LCDتأخذ ضوءها من أنابيب الفلورسنت، تأخذ شاشة LED ضوءها من مئات من قطع الديود الضوئي LED RGB: وتوجد ثلاثة أنواع أساسية من شاشات LED توضع الليدادت على لوحة خلف شاشة العرض وتكون الوانها زرقاء وخضراء وحمراء.

LED EDGE تكون الليدات محيطة بشاشة العرض من كل الجهات أو من جهتين ولا يستعمل منها غيراللون الابيض وتعمل لوحة عاكسة على نشر الضوء على كامل نقاط الشاشة وظهرت هذه التقنية في 2008 وأدت الى صنع شاشات بالغة النحافة.

FULL LED يستعمل هذا النوع التقنية الاولى لكنه استبدل الالوان الثلاثة لليدات باللون الابيض ووفرت هذه التقنية مستوى عاليا من التباين، ظهرت سنة 2014

14.5 كيفية عمل شاشة *OLED*

شاشة OLED هي شاشة LCD تعتمد في إضاءتها على الديود الضوئي العضوي (الليد العضوي) ويتكون من مواد عضوية صلبة تركب في صنعها على طبقتين أوثلاثة وحين تتعرض لتيار كهربائي مستمرتصبح مشعة ويمكن صبغها بالألوان للحصول على الوان مختلفة من الأضواء. وفي شاشة ال OLED توضع لوحة الاضاءة خلف شاشة العرض وتكون هذه اللوحات مجهزة لإصدار اللون الأحمر والأزرق والأخضرللحصول على جميع الالوان

14.6 التحكم في الألوان

تتحكم شاشة البلازما في الألوان بواسطة رقاقة سيليكونية مزودة ببرنامج خاص لأداء هذه المهمة ويكون ذلك بإطفاء غرفة لون ما للحصول على لون فرعي أو إطفاء الغرف الثلاثة غرفة الأزرق -غرفة الأخضر-غرفة الاحمر، للحصول على اللون الأسود. أما شاشة ال LCDوأخواتها ال LED وال OLED فبواسطة تحريك حبيبات الكريستال وتقليبها بشحنات كهربائية لحجب الضوء أو تسريبه وحجب الضوء معناه اللون الاسود ودخول الضوء بالتساوي على الغرف الثلاثة معناه الضوء الأبيض. وحسب قانون مزج الالوان RGB يمكن الحصول على 16.7 مليون لون مثلا مزج الاحمر مع الأخضر بقدرين متساويين يعطي اللون الأصفر وليتم هذا تتشكل حبيبات الكريستال لتمنع الضوء عن غرفة الأزق

14.7 معايير البلازما وال *LCD*

التباين: التباين هو الفرق بين أعلى درجة للون الابيض وأعلى درجة للون الاسود واستطاعت البلازما أن تتفوق طويلا على ال LCD ووصل الفارق الى درجات مرتفعة وذلك لقدرتها الكبيرة على إظهار اللون الاسود ، وكانت ال LCD ذيأتي فيها اللون الأسود مائلا الى الرمادي لكن الأجيال الحديثة من شاشات LCD تغلبت على هذه المشكلة وأصبحت الفوارق متقاربة.

شدة الون: تتفوق شاشات LCD على البلازما في اظهار الالوان بأكثر نقاوة وشدة.

سرعة الاستجابة: تقاس بالملي ثانية 1 ملي ثانية =ثانية مقسومة على 1000، وعندما تكون الاستجابة بطيئة تكون الشاشة عاجزة على مجاراة المشاهد السريعة كأفلام الحركة مثلا وتحدث انفصالات للمشهد وتوقفات للصورة وتربعت البلازما على الريادة في هذا المعيار ووصلت سرعة استجابتها الى أقل من 7 ملي ثانية ، في اوقات تراوحت فيها ال LCDبين 16و25 ملي ثانية ، لكن اليوم تمكنت من الوصول الى 2 ملي ثانية في شاشات التلفزيون واقل من ذلك في شاشات الكمبيوتر.

زاوية الرؤيا: بفضل إعتماد البلازما على الاضاءة الذاتية لا تفقد صورها الجودة مع النظر اليها من أماكن مائلة واستطاعت ان تصل درجة زاوية الفرجة لديها الى 160 درجة في وقت كانت تعاني فيه ال LCDمن فقدان جودة صورها عند الابتعاد عن الزاوية 90

لكن اليوم تمكن المصنعون من التغلب على هذا المشكل وأصبحت الزاوية تقارب ال180درجة ولافرق بين الاثنين.

العمر ونصف العمر: يرتبط عمر البلازما بجودة مصابيحها الذاتية التي تدخل بعد 25 الف ساعة عمل الى نصف عمرها فتضعف اضاءتها وتتأثر بذلك جودة الصورة ، ولا يمكن استبدال هذه المصابيح وهو ما يجعل حياة البلازما تنتهي عند ذلك. أما ال LCDفيمكن استبدال مصابيحها الخلفية التي يقدر عمرها ب60 ألف ساعة عمل وهو ما يجعل حياة ال LCDأطول.

استهلاك الطاقة: تستهلك البلازما ضعف ما تستهلكه نظيرتها ال.LCD

نسبة الاشعاع: تطلق البلازما نسبة اشعاع أكبرمن ال LCD لكنها أقل من نسبة اشعاع شاشة التلفزيون العادي (والمناهج)CRTلاشك قرأت هذه الحروف والرموز الغريبة عندما تبحث عن تلفاز، بعض الحروف تعرفها وبعضها لا تعرفها، فهمك لتقنيات التلفاز سيساعدك بشكل كبير عند الشراء، في هذه المقالة سنأخذ نظرة مبسطة في مشتري.كوم على كل تقنيات التلفاز من البداية حتى المستقبل.

15 الكاميرا الرقمية

الكاميرا الرقمية (Digital Camera) هي آلة إلكترونية، تلتقط الصور الفوتوغرافية، وتخزنها بشكل إلكتروني بدلاً من استخدام الأفلام مثل آلات التصوير التقليدية. آلات التصوير الرقمية الحديثة أصبحت متعددة الاستخدام، بحيث أنه بإمكان بعضها تسجيل الصوت، أو الفيديو بالإضافة للصور تأتي أغلب الآلات من هذا النوع مرفقة ببطاقة ذاكرة، تختلف أحجامها باختلاف أنواعها لتخزين كمّ أكبر من الصور.

تسمح كل الكاميرات الرقمية بعرض الصور، وحذف غير المرغوب فيها قبل طباعتها، وبالتالي توفر عليك الذهاب إلى معمل تحميض الصور والانتظار ليوم أو عدة أيام حتى يتم تحميضها.

شكل 15-1 كامرا رقمة

15.1 الفرق بين الكاميرا الرقمية والكاميرا الفيلمية

لا فرق جوهري سوى في طريقة استقبال، والاحتفاظ بالصورة الملتقطة. ففي الفيلم، تنطبع الصورة المتكوّنة من ومضة الضوء المارة بالعدسة على شريط مطليّ بمواد كيميائية أهمها نترات الفضة الحسّاسة للضوء، يتم تظهيرها بعد ذلك بنقعها في مواد كيميائية ثم طباعتها على ورق التصوير. لم تكن عملية كهذه تحتاج لطاقة كهربائية في آلة التصوير، إذن أن العملية عبارة عن تفاعل كيميائي، وكان يتم تدوير الفيلم لاستقبال اللقطة التالية بواسطة ذراع ميكانيكي. أما آلة التصوير الرقمية، التي لا تعمل دون طاقة كهربائية، فستقبل الصورة من خلال مكشاف ضوئي، حيث تستقبل ملايين العنصورات فوتونات الضوء، ثم تعالجها إلكترونيًا، تمهيدًا لتخزينها في ذاكرة داخل الكاميرا على شكل صور رقمية مؤلفة من وحدة تسمى البيكسل. أتاح وجود معالج إلكتروني داخل الكاميرا إمكانية القيام بالكثير من العمليات على الصورة الملتقطة

كالتدوير والحذف، كما مكّن من تسجيل مقاطع الفيديو القصيرة والصوت. يمكنك أيضًا تطبيق بعض المؤثرات قبل التصوير، كالتصوير بالأبيض والأسود.

15.2 مزايا الكاميرا الرقمية

السُّرعة: ولعل هذا هو أهم عامل، إذ أن نجاح معظم الأعمال في العصر الحاضر قائم على السرعة، فمع التصوير الرقمي، يمكنك التقاط الصورة وتخزينها على حاسوبك في أقل من دقيقة، ويمكنك طباعتها بنفس جودة ورق الطباعة التقليدي في أقل من خمس دقائق، كما يمكنك نشرها على الإنترنت، أو إرسالها بالبريد الإلكتروني في دقائق معدودة.

قلّة التكلفة: وربما قد يستغرب البعض، إذ أن كلفة شراء آلة تصوير رقمية قد يساوي ضعفيّ أو ثلاثة أضعاف سعر الآلة الفيلمية (التقليدية). إلا أن العكس هو الصحيح، فمع الآلة الفيلمية، تبدأ التكاليف وتستمر. من شراء مستمرّ للأفلام، وتكاليف لتظهير (تحميض) كل فيلم، مع ازدياد الوضع سوءً عند فساد بعض الصور؛ إما لأخطاء أو مشاكل أثناء التصوير أو في الفيلم أو أثناء عملية التظهير. أما الآلة الرقمية، فيمكنك فيها مسح الصور بضغطة زر، ويمكنك استخدام الذاكرة (ذاكرة تخزين الصور) آلاف المرّات دون مشاكل، علماً بأن أسعار هذه الذاكرات منخفضة ويمكنها تخزين مئات الصور عالية الجودة، وليس لعدد محدود كما في الفيلم. وعندما لا تعجبك أي صورة أو حتى مجموعة من الصور فضغطة زر واحدة تعيد الذاكرة خالية.

تمكنك شاشة الكرستال السائل من مشاهدة الصور قبل وأثناء وبعد التقاطها وكذلك التحكم بوظائف الكاميرا

تعدّد الخيارات: سواء قبل التقاط الصورة أو بعده، فقبل الالتقاط يمكنك رؤية الصورة النهائية، بحيث يمكنك تعديل التعريض مثلاً أو تطبيق تأثيرات كالتصوير بالأبيض والأسود. وبعد الالتقاط يمكنك معاينة الصورة، وتطبيق بعض المؤثرات عليها، كالتدوير والعكس، أو حتى حذفها. أما عند نقلها إلى الحاسوب، فهناك تبدأ الخيارات ولا تنتهي.

التطور المستمر في تصنيع الآلات الرقمية: ويشمل هذا التطوير تقنيات حسّاسات الضوء، وكذلك تقنيات منع اهتزاز الصورة، نتيجة لاهتزاز آلة التصوير، وكذلك العديد من التقنيات الأخرى، ويترافق كل ذلك مع تدني في أسعار آلات التصوير الرقمية.

سهولة الاستخدام: وهذه من الأمور المهمة للمبتدئين والمستخدمين العاديين، حيث تقوم معظم آلات التصوير الرقمية بضبط كل الإعدادات اللازمة لالتقاط صورة جيّدة. أما في الآلات المتوسطة والعالية المستوى، فتمتلك خيارات متعدّدة، كما تضم أنماط تصوير جاهزة يمكن الاختيار من بينها بحسب بيئة التصوير.

الحفاظ على البيئة: لأنها لا تحتاج إلى مواد كيميائية مضرّة بالبيئة، كما هو موجود في التصوير التقليدي.

بالإضافة إلى العديد من المزايا الأخرى التي تجعل من التصوير الرقمي خيارًا استراتيجيًا.

المصادر والمراجع

الاجهزة السمعية والمرئية [كتاب] / المؤلف ضياء مهدي فارس خاجي، رشيد جوقي مراد الياس. - وزارة التعليم العالي والبحث العلمي : هيئة التعليم التقني.

التلفزيون مهنة الالكترونيات [كتاب] / المؤلف م. محمد الزيدان، م. محمد بشار هبة، م. محمد باري، م. علا صبح. - [مكان غير معروف] : المؤسسة العامة للطباعة وزارة التربية الجمهورية العربية السورية.

المخططات وجهاز التلفزيون [كتاب] / المؤلف الادارة العامة لتصميم تطوير والمناهج.

مواقع الكترونية مختلفة [كتاب] / المؤلف متعدد.