الباب الثاني

إلكترونيات المؤانسة

التلفزيون الملون

لقد استخدم التلفزيون الملون لأول مرة ١٩٥٤ في الولايات المتحدة وعام ١٩٦٧ في ألمانيا لنقل الصور الملونة المتحركة وإعادة عرضها (تشكيلها) وإعطاء الأصوات المرافقة عبر كامل أو لا سلكياً.

التقاط الصور وتقطيعها 1 2

تستخدم لالتقاط الصور كاميرا تلفزيونية، تتألف من حيث المبدأ من ثلاثة أنابيب التقاط، يزود كل منها بمرشح لوني (الشكل ١- آ). يصل ضوء الصورة المراد التقاطها إلى موشور خاص فيتحلل إلى الألوان: الأحمر والأصفر والأزرق. فيصدر عن أنابيب الالتقاط تواترات خرج، يتعلق كل منها بدرجة اللون وإشباعه، تحضّر إشارات خرج الكاميرا، ثم تنقل بواسطة عملية تقطيع على التسلسل كإشارة فيديو كهربائية إلى طرف الاستقبال، حيث يتم تجميع الصورة ثانية سطراً فسطراً (الشكل ١-ب) للحصول على صورة غير مهتزّة يتم النقل بمعدل ٢٥ صورة في الثانية على الأقل وبأسلوب السطور القافزة: من أصل ٥٠ نصف صورة تنقل في البداية كل السطور الفرديّة ثم كل السطور الزوجية (الشكل ٢).

نقل الصورة وإعادة تشكيلها 1 3

في محطة التلفزيون توصل الموجات الحاملة للصورة والصوت إلى هوائي مشترك، ثم تصل الإشارات المبثوثة منه إلى هوائي استقبال (هوائي منزلي مثلاً) فيلتقطها (هندسة نقل الإشارة ⟵)، ثم تُدخل إلى شاشة جهاز الاستقبال لتصبح مرئية بعد فك التحميل Demodulation (التقويم). في التلفزيون الملون يتم نقل ثلاث صور (بواسطة ثلاثة مرشحات للأحمر والأخضر والأزرق) ثم يعاد تشكيلها في الجهاز عن طريق ثلاث أشعة مهبطية (الشكل ١-ب). يمكن تكوين أي انطباع لوني لا على التعيين من ألوان التلفزيون الأساسية الأحمر والأخضر والأزرق عن طريق مزج أشعة ضوئية مختلفة (أنظر الألوان الثلاثة: الشكل ٣).

تتطلق إعادة تشكيل صورة التلفزيون محوّلاً كهربصرياً سريعاً ثلاثي اللون. وفي الحقيقة تنفّذ الأنبوبات المهبطية هذه المهمة حتى الآن بشكل مقبول. يحدث التحول إلى إشارة ضوئية في أنبوبة الصورة على المادة المضيئة لون الضوء الصادر عنها (المرسل).

أساليب النقل التلفزيوني الملون:

هناك ثلاث طرائق مرجعية أثبتت جدارتها في النقل التلفزيوني:

- NTSC : (National Television System Committee) في أمريكا.
- PAL : (Phase Alternating Line) في أوروبا الغربية.
- SECAM: (System encoulour avea memoire) في فرنسا وأوربا الشرقية.

لاتختلف هذه الأساليب الثلاثة فيما بينها كثيراً من حيث المبدأ، الذي يعتمد على تحويل الدرجات اللونية ومعدلات الإشباع اللوني إلى إشارات كهربائية وعلى تحويلها العكسي، حيث تعد معلومات الإضاءة (luminazsignal) والإشباع اللوني ودرجة اللون (chrominanzsignal) ضرورية، تنقل شدة إضاءة الألوان الأحمر والأخضر والأزرق كما في إشارة الأسود والأبيض، هذا يعني أن التلفزوين الأسود والأبيض يمكن استقبال البث الملون كما بإمكان التلفزيون الملون عرض الصورة المرسلة بالأسود والأبيض. يحدد وضوح الصورة بشكل أساسي من خلال إشارة شدة الإضاءة فقط، بينما يمكن نقل معلومات الألوان بوضوح أقل بكثير. طبقاً لمنحني حساسية العين يتم تشكيل إشارة شدة الإضاءة من إشارات الشرائح اللونية الأحمر والأخضر والأزرق في المرمّز .Encoder لنقل معلومات الألوان يكفي نقل إشارتي فرق لوني، في جهاز الاستقبال يمكن الحصول منهما على إشارات الأحمر والأخضر والأزرق من جديد عن طريق فك الترميز.

في شبكة من المقاومات تتشكل إشارة الإضاءة بكامل عرض الحزمة، حيث لا تحصل للنطاق الترددي تغطية كاملة. وإنما تظهر فجوات موزعة بانتظام على

مسافات تردد الأسطر، التي تزود وفق معلومات الألوان. تُحمَّل إشارتا الفرق اللوني بشكل مضاعف على حامل لوني مساعد، يتم اختيار تردده بحيث يكون من المضاعفات المفردة لنصف تردد الأسطر، بذلك يتم تعبئة الفجوات.

تختلف الأنظمة NTSC PAL SECM فيما بينها بكيفية تشكيل إشارات الفرق اللوني. في SECAM يتم بث إشارة الإضاءة كما في نظامي NTSC أو PAL، لكن إشارات الفروق اللوني لا تبث معاً في ذات الوقت (Simultaneous)، وإنما على تعاقب (Sequential). في الأنظمة الأحدث مثل HDTV أو PAL plus يتم بث إشارات الصوت والصورة ليس تمثيلياً وإنما رقمياً على تعاقب التلفزيون (الرقمي ⟵).

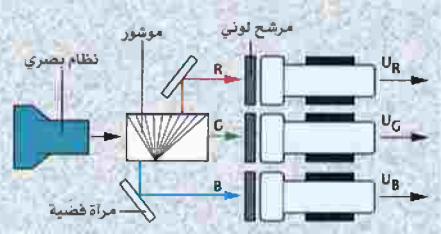
نص الفيديو و PVS

في أسلوب السطور القافزة تظهر أثناء الرجوع الشاقولي للشعاع الإلكتروني فترة زمنية لا تحمل معلومات عن الصورة. تستخدم هذه الفترة الآن لأغراض إضافية مختلفة مثل نص الفيديو أو نظام برنامج الفيديو,

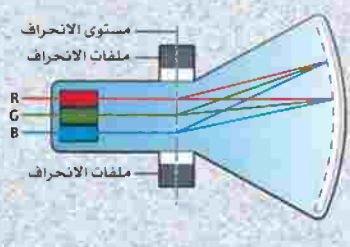
video Programm system (VPS; Vidoe Recorder ⟵)

❶ التقاط صور التلفزيون الملون وإعادة تشكيلها

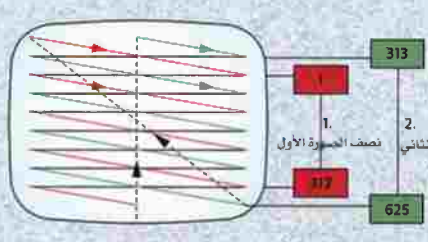
ⓐ مبدأ كاميرا التلفزيون الملون

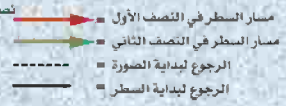


ⓑ إعادة تشكيل الصورة على الشاشة



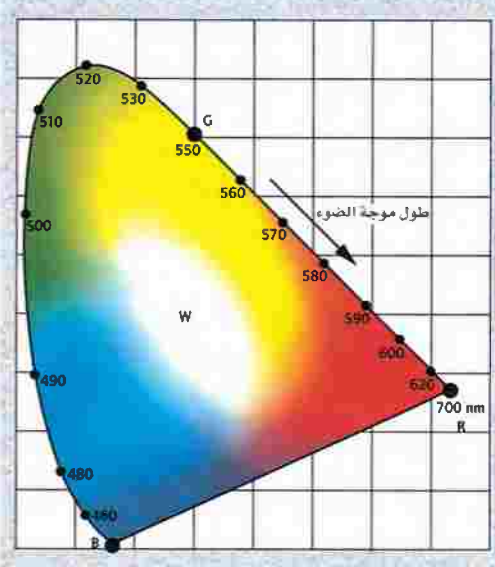
❷ التقطيع حسب أسلوب السطور القافزة





❸ الجدول المعياري لـ IBK

(لجنة الإضاءة العالمية)



التلفزيون الملون

الشاشات

يشكل اسم الشاشة كل الأجهزة التلفزيونية وأجهزة ترئية البيانات التي تحوّل النبضات الكهربائية إلى إشارات بصريّة. أهم أنواع الشاشات ثلاثية هي شاشة الشعاع الإلكتروني وشاشة البلازما وشاشة الكريستال السائل. من هذه الأنواع توجد شاشات بالأسود والأبيض وشاشات ملونة.

أنبوبة براون ❶

تتطلب إعادة تشكيل الصورة في التلفزيون الملون محول كهربصري سريع ثلاثي الألوان (أحمر وأخضر وأزرق). حتى الآن تقوم أنبوبات الصورة التي تعمل وفق مبدأ أنبوبة براون بهذه المهمة على نحو مقبول بالرغم من سماكتها الكبيرة. تتألف الأنبوبة من كوز زجاجي مفرغ جيداً (خال من الهواء)، تتحرك فيه الإلكترونات بين إلكترودين. عن طريق فتيل تسخين يتوهج المهبط (الإلكترود السالب) فيرسل إلكترونات، يتم جذبها من قبل المصعد (الإلكترود الموجب)، أنظر الشكل (١). عن طريق توتر المصعد ينتج تسارع عالٍ، يجعل الإلكترونات تعبر ثقب المصعد لترتطم بالسطح الأمامي للكوز الزجاجي المطلي بطبقة فلورسنت، التي تضيء منها مواقع سقوط الأشعة الإلكترونية.

حتى لاتتبعثر الإلكترونات يجب تركيز الشعاع (ضمّه). الأمر الذي يتحقق غالباً بواسطة حقل كهربائي ساكن (نادراً بواسطة ساحة مغناطيسية) يسبب انحراف الإلكترونات (العدسة الإلكترونية).

للتحكم بشدة الشعاع توجد قبل المهبط أسطوانة «فينلت» التي يطبق عليها توتر سالب. بتغيير هذا التوتر يمكن التحكم بشدة الشعاع وبذلك يمكن التحكم تماماً بإضاءة نقاط الصورة. تسمّى جميع التجهيزات المولدة للأشعة في رقبة أنبوبة الصورة بالمدفع الإلكتروني. عن طريق أقطاب الانحراف يتم التحكم بوضع نقطة اصطدام الشعاع الإلكتروني على الشاشة.

أنبوبات الصورة في التلفزيون الملون 2

من أجل الحصول على ضوء مرئي من الشعاع الإلكتروني يحتاج المرء إلى شاشة مضيئة، يحدث التحول في مادتها بفعل عمليات فيزياء ذرية. يتعلق لون الضوء الصادر بمادة الشاشة المضيئة. لتأمين الألوان الأساسية الثلاثة، الأحمر والأخضر والأزرق (التلفزيون الملون ⟵) يوجد ضمن أنبوبة الصورة الملونة ثلاثة مهابط متوهجة مصفوفة على نسق (In line cathode ray tube) تولّد ثلاثة أشعة إلكترونية متحكم بها فردياً، لكنها تركز وتوجّه مجتمعة. قبل الشاشة المضيئة تلتقي الأشعة فوق قناع معدني مثقب (trinition cathode ray tube)، من أجل الحصول على مزج لوني إضافي لا تلحظه العين. على القناع المثقّب توجد المواد المضيئة الخاصة بالألوان الثلاثة على شكل أشرطة شاقولية (الشكل ٢). بالتعاون مع حقول تصحيح مغناطيسي يعمل القناع على السماح للإلكترونات بالعبور فقط عبر مناطق محددة للوصول إلى مواضع المادة المضيئة التابعة لها.

الشاشات المسطحة 3

تتجه الآن الشاشات لتكون أكثر تسطحهاً وأكبر مساحة وأقل استهلاكاً للتيار وذات زاوية نظر أكبر. لتقليل عمق الشاشة تم تطوير أنبوبة الصورة المسطحة، التي يصنع فيها المهبط بشكل مسطح وعلى كل مساحة الشاشة المضيئة.

لقد صممت شاشة الكريستال السائل (liquid crystal display: LCD) بالدرجة الأولى للحواسيب المحمولة والتلفزيونات الصغيرة. هنا تستخدم خاصية المواد الكريستالية السائلة التي توجد في وضع وسط بين الحالة السائلة والحالة الصلبة (أو تجمع بين الحالتين). إذ أنها تغيّر مواصفاتها البصرية، إذا طبق عليها توتر كهربائي.

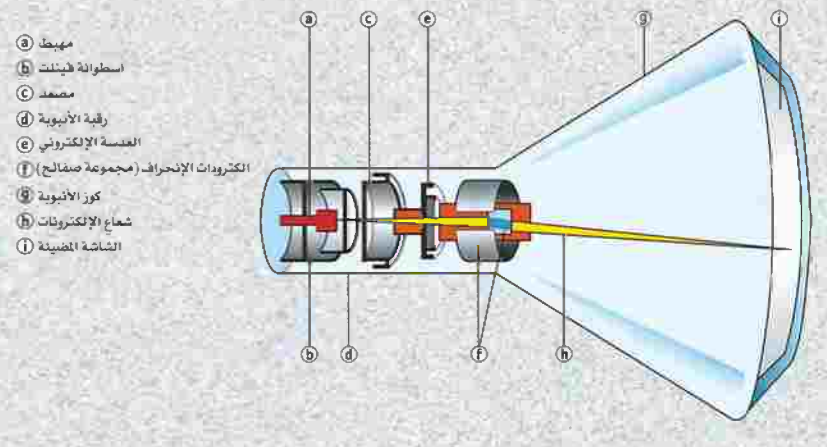
في المبينات الكريستالية السائلة توضع إحدى هذه المواد محصورة بين صفيحتين زجاجيتين مزودتين بشبكة ناقلة كهربائياً، حيث يمكن التحكم بأية نقطة من الصورة

على حده. عند تطبيق التوتر تظهر الصورة من خلال تفاوت الشفافية (النفوذية) الضوئية بين نقاط الشاشة.

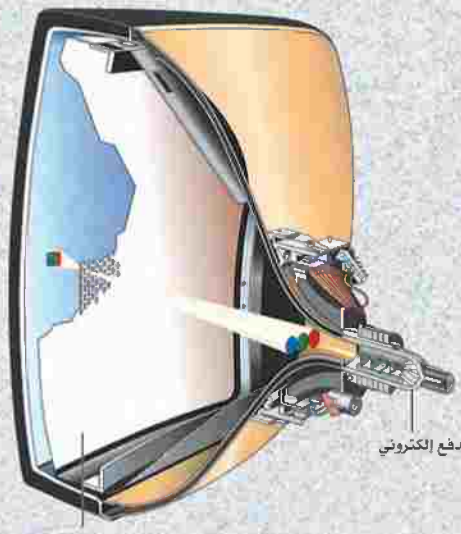
تعمل شاشات البلازما بمبدأ أنبوبة المادة المضيئة (الشكل ٣). تركب الإلكترودات على صفيحتين زجاجيتين متوازيتين على نحو شبكي، يمكن أن يطبق بينها توتر كهربائي. يملأ الفراغ بين الصفائح بغاز (كالنيون مثلاً). وعندما يرتفع التوتر إلى حد معين، يسري تيار كهربائي بين إلكترودين، مما يؤدي إلى حدوث تفريغ غازي محلّي محدود وبذلك يبدأ الغاز بالإضاءة وبها تنشأ نقاط الصورة. تتمتع شاشات البلازما بمناعة ضد مجالات التشويش المغناطيسي العالي ودرجات الحرارة العالية جداً، وكذلك ضد الاهتزازات الميكانيكية. لهذا فهي قابلة للاستخدام في أمن الطيران أو في آليات البناء على سبيل المثال.

لم يبلغ بعد أيٌّ من أجهزة الشاشات المسطحة نوعية الصورة التي نحصل عليها من أجهزة تقانة أنبوبة الصورة التقليدية. مع أنها أغلى بعدة أضعاف.

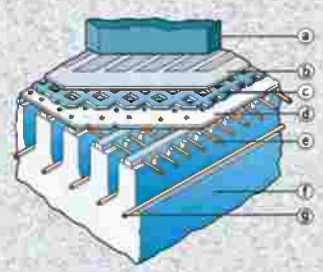
❶ رسم تخطيطي لأنبوبة الصورة



❷ أنبوبة القناع المثقب « على صف واحد»
(ليست قياسية)



❸ مقطع في شاشة بلازما



الشاشات

التلفزيون الرقمي

من أجل تلبية المتطلبات المتزايدة دائماً من تقنية التلفزيون تم تطوير مشروع معالجة الإشارة الرقمية (التقطيع الرقمي ⟵) في أجهزة التلفزيون. يتم تحويل الصورة التي التقطتها كاميرا الفيديو (⟵) بشكل تمثيلي إلى إشارة رقمية بواسطة المرمّز (encoder) وتجمع مع إشارات أخرى كثيرة لتدخل إلى ناخب (Muliplexer) ثم تثبت إلى القمر الصناعي عبر محطة بث (الشكل ١). يقوم المستقبِل الرقمي الموصول (decoder أو set-top-box) بفك تحميل الإشارة، لتصبح قابلة للاستقبال في جهاز تلفزيوني عادي.

الإشارات الرقمية أقل عرضة للتشويش الخارجي من الإشارات التمثيلية، وبها يمكن الحصول على سعة نقل عالية جداً. من خلال تحويل الصور والأصوات إلى إشارات رقمية يمكن نقل عدة برامج على قناة واحدة بالنوعية ذاتها (الشكل ٢). بذلك ينتج لدينا على كل حال تيار معلومات أكبر مما يمكن للتلفزيون الرقمي نقله فعلياً عبر القمر الصناعي. لذلك لا بد من تخفيض كمية المعلومات بشكل بالغ بالاستعانة بأساليب الضغط الرياضية المكلفة، مع العلم أن المُشاهد يجب ألا يلحظ النقص في المعلومات لا بصرياً ولا سمعياً.

أساليب ضغط المعلومات:

لقد طورت الأساليب المرجعية لضغط المعلومات من قبل منظمة المقاييس العالمية (Moving pictures expert group, MPEG-٢). في طريقة ضغط المتكررات Redumdance compession. يتم اختزال المعلومات عن طريق الترميز الموجّه، دون ضياع معلومات. بذلك يتم على سبيل المثال نقل المعلومة المرمّزة «١٠،٠» بدلاً من عشرات أسفار متتابعة. في طريقة ضغط الحشو Irrelevance compression تحذف المعلومات التي لا تؤثر على المضمون (كالمجالات غير المسموعة من الطيف السمعي على سبيل المثال).

تقسم الصورة التلفزيونية إلى مربعات صغيرة يحوي كل منها (٨×٨) من نقاط الصورة، وتخضع لمعالجة رياضية، يتم فيها حذف الأجزاء ذات التأثير الضئيل عند المتلقي. في الصورة المتلاحقة يتم نقل التغيرات فيها ولا ينقل مضمون الصورة كاملاً. ويعد ذلك مجدياً بالدرجة الأولى في نقل البرامج ذات الحركة القليلة التلفزيونية مثلاً. بين هذه الصورة المختزلة (Predestinated) تبث كل فترة بعض الصورة الكاملة. بذلك يحصل كاشف التحميل (Decoder) بعد التحول إلى محطة إرسال جديدة على صورة مرجعية بسرعة كافية، من أجل التمكن من إتمام الصور المختزلة اللاحقة. بالإضافة إلى ذلك يوجد تحليل إحصائي، يهدف إلى إعطاء التعابير المتكررة الاستخدام بكثرة رموزاً أقصر من الرموز التي تعطي للتعابير النادرة ورودها (ترميز هوفمان).

صيغة الصورة ١٦:٩ 3

بواسطة التقطيع الرقمي أيضاً يمكن حصول تلفزيون الدقة العالية (high definition tv: HDTV) بصيغة الصورة الـ ١٦:٩، التي تناسب مسافة الرؤيا البشرية على النحو الأفضل (الشكل ٣). يشكل تلفزيون الدقة العالية الصورة بواسطة ١١٢٥ إلى ١٢٥٠ سطراً، وهي بذلك أوضح بكثير من صورة التلفزيون التقليدي المتشكلة من ٦٢٥ سطراً. هنا أيضاً من الضروري ضغط الإشارات، حتى يمكن لإشارات الـ HDTV أيضاً أن تنقل عبر قنالات التلفزيون الموجودة. يصاحب تحويل صيغة الصورة ٤:٣ في نظام الـ PAL التقليدية (التلفزيون الملون ⟵) إلى الصيغة ١٦:٩ بعض المعيقات، بما أنه يتم فقط تطويل أسطر الصورة، فإن ذلك يؤدي عملياً إلى نوعية صورة أسوأ. يتوافق PAL – plus المطوّر من PAL مع عالم التلفزيون التمثيلي (analog tv) الموجود حتى الآن ويمكن استقبال بثّه دون مشاكل عبر الكابل أو القمر الصناعي أو الهوائي وهو مستوفٍ للشروط الهامة في الصيغة ١٦:٩. إنه يقدم دقة أعلى لدى إعادة تشكيل الصورة ويعطي صورة واضحة وصافية.

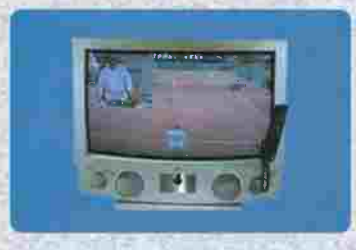
بعد التقاط الكاميرا للصورة ١٦:٩ ترسل الصورة إلى مرمّز PAL plus التابع للحساس، الذي يحوّل صورة الـ ١٦:٩ إلى صورة جدارية واسعة ذات شريط أسود من الأعلى والأسفل، وفي الوقت نفسه فإن المعلومات الإضافية اللازمة لتحسين نوعية صورة PAL plus في السطور غير المرئية (الشريطين الأسودين) كما يسمى «المؤازر: helper» تبث وتخفي. تتحول صورة ١٦:٩ المضغوطة إلى صورة جدارية واسعة في PAL plus، حيث يمكن مشاهدتها من أي جهاز تلفزيون عادي. ومن الصورة المرئية في PAL plus يعيد كاشف الترميز Decoder تشكيل صورة ١٦:٩، حيث يمكن عرضها على تلفزيونات ١٦:٩ ذات أنبوبات الصورة الواسعة بما يتوافق مع صيغتها.

آفاق مستقبلية:

إن التقطيع الرقمي يجعل تطبيقات البرمجة ممكنة، وهي التي تشمل مجالاً أوسع من التلفزيون المعروف. عن طريق برامج إبداع جديدة ضمن إطار تطبيقات تفاعلية، كالتسوق على الشاشة مثلاً يتحول جهاز التلفزيون من مقدِّم فقط إلى مركز خدمة فعالة. ومن المخطط له على المدى الطويل ربط خدمات التلفزيون مع خدمات الحواسيب الموصولة بالشبكات.

❶ نقل المعلومات في التلفزيون الرقمي ❶

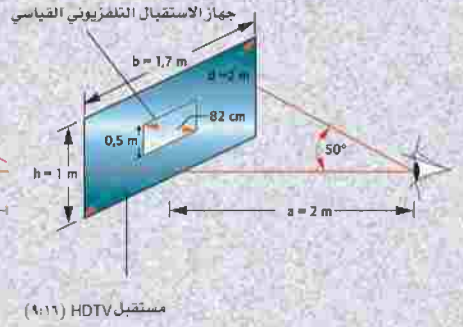
❷ تلفزيون «صورة في صورة»



❸ تحويل الشاشة القياسية (٣:٤) إلى شاشة HDTV (٩:١٦) بدقة تفاصيل متماثلة

مقارنة الصورة ⓑ

رسم تخطيطي ⓐ



التلفزيون الرقمي

هندسة الإرسال

هندسة الإرسال (والاستقبال) هي أحد مجالات هندسة اللاسلكي (هندسة الإشارة)، التي تعنى بنقل المعلومات باستخدام خواص انتشار الموجات الكهرطيسية. ينقل البث الإذاعي والتلفزيون في مجال ١٠ كيلوهرتز إلى ٣٠٠٠ ميغاهرتز، وبالدرجة الأولى من ٣٠ إلى ٣٠٠ ميغاهرتز (البث الإذاعي Ultra Short Waves: USW/ والتلفزيوني VJF: Very high frequency).

نقل الإشارة فوق اليابسة ❶

تنتشر الموجات فوق القصيرة Ultra Short Waves بشكل مستقيم تقريباً، فلا يمكن نقلها إلا لمسافات قصيرة. لذلك يعمل في ألمانيا ما يسمى بجسور التلفزيون، التي تتألف من محطات حاكمات Relais station (مرسل وسيط) مركبة على أبراج الاتصالات البعيدة، وهي منصوبة على مسافات بواقع كل ٥٠ كم تقريباً. في محطات الحاكمات يتم تمديد مدى الإشارات بتقويتها وتغيير ترددها.

تجهز أبراج الاتصالات (الشكل ١) بمرايا مقعرة تعمل عمل هوائي إرسال واستقبال فترسل الإشارة من برج إلى برج. يولّد تيار التردد العالي الذي يسري في هوائي الإرسال في الفراغ المحيط به حقلاً مغناطيسياً متغيراً بشكل دوري، ويولد توتر التردد العالي حقلاً كهربائياً متغيراً بشكل دوري، مما يؤدي إلى نشوء اهتزازات جيبية. فإذا كان طول الهوائي من مضاعفات طول الموجة، فإن جزءاً كبيراً من الطاقة المصروفة سينتشر في الفضاء على شكل موجات كهرطيسية. يولد الحقل الكهرطيسي الناتج بهذه الطريقة توتراً متناوباً على التردد في هوائي الاستقبال، وذلك عندما يجد امتداداً مناسباً باتجاه خطوط الحقل الكهربائي. ومن أجل عبور المسافات الكبيرة تستخدم أقمار صناعية للاتصالات، تعمل كمحطات حاكمات للربط بين محطات الإرسل ومحطات تقوية البث الموزعة.

تلفزيون الكابل ❷

عبر تلفزيون الكابل يبث في الوقت نفسه قنوات التلفزيون والإذاعة ذات الحزمة العريضة عبر كامل محوري، حيث يتم توفير خسائر الجودة الناجمة عن تأثيرات الطقس والموانع الطبيعية (كالجبال والأبنية). تتألف الكابلات المحورية من ناقل داخلي أسطواني محاط بـ Dielektrikum قليل الضياعات (عازل خاص) وموضع ضمن ناقل خارجي أنبوبي الشكل. تغذّى الموجات الكهرطيسية المنقولة إلى الديلكتريكوم وتحجّب الناقل الخارجي. بسبب الاستهلاك العالي في الاستطاعة وعدد المضخمات الكبير نسبياً يتم التزويد بالتيار في كثير من نقاط التضخيم، كما يجب أن يظل عدد المضخمات الموصولة على التسلسل محدوداً قدر الإمكان بسبب التشويش وتشويه الإشارة التمثيلية Analog signal. يستخدم نظام تلفزيوني الكابل القياسي هذه الأيام من أجل ترددات تصل إلى ٣٠٠ ميغاهرتز (الشكل ٢). تبث موجات VHF التلفزيونية وبرامج الـ USW الإذاعية بتردداتها الأصلية، بينما لا بد للموجات الإذاعية الطويلة والمتوسطة والقصيرة من وسيط حامل، تبث إشارات دليلية Pilot signals من أجل مراقبة المضخمات والتحكم بها، وعند فقدان الإشارة (عطل في الخط) ترسل إشارة تردد اسمي راجعة، نتيجة لها يطلق إنذار. كما يمكن للمشترك في تلفزيون الكابل أن يقوم باتصال تفاعلي (متبادل) عبر معطيات القنوات العكسية مع محطة التضخيم (كما في تلفزيون التسديد Pay-TV).

في كابل الألياف (نواقل الألياف البصرية ⟵) تستخدم الثنائيات الضوئية كمرسل ومستقبل. لأن أداء هذه العناصر غير خطي في عملية النقل لذا فهي ذات خواص سيئة في النقل المباشر للإشارة التمثيلية، واستخدامها الأساسي هو في البث الرقمي، بواسطة كابلات الألياف البصرية يمكن عبور مسافات تصل إلى ٥٠ كم دون مضخمات، بهذا فإن من الممكن الوصول إلى امتداد أكبر من شبكة الكابل المحوري.

الإرسال المباشر من الأقمار الصناعية 3

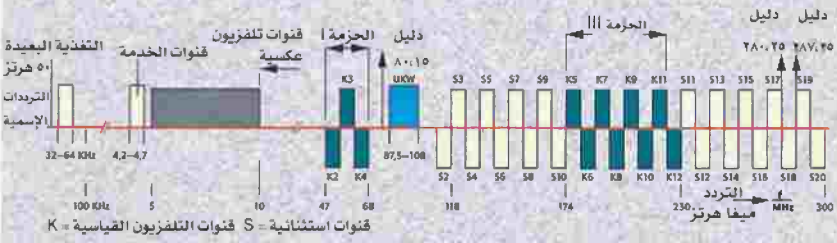
توجد الأقمار الصناعية ذات الإرسال المباشر (الأقمار الصناعية ⟵) على مدار ثابت حول الأرض (مدار استوائي) وتستقبل بث المحطات الأرضية ثم ترسله بعد تقويته إلى الأماكن المطلوبة على الأرض. هناك يجب أن يوجّه هوائي الاستقبال (العاكس المقعر؛ الشكل ٣) بدقة نحو القمر الصناعي. تتجمع أشعة الموجات الواردة على الهوائي في نقطة المحرق وترسل منها إلى جهاز استقبال خاص يكون قريب من جهاز التلفزيون فيعالج حزمة التردد الواردة من الهوائي، ويسلمها إلى جهاز التلفزيون على شكل صوت وصورة.

التقطيع الرقمي في الكابل:

إن الاتجاه المتزايد في تحويل الأوساط إلى التقنية الرقمية (التلفزيون الرقمي ⟵) يكسب احتمال القناة العكسية المباشرة اهتماماً أكبر. حيث يقدم الكابل عن طريق استخدامه التفاعلي فائدة حاسمة تجاه الأقمار الصناعية، التي لايمكن التواصل معها حتى الآن عبر الهاتف.

❶ الاتصالات البعيدة مع هوائيات توجيه مختلفة

❷ مخطط التردد لنظام تلفزيون الكابل - ٣٠٠ ميغا هرتز

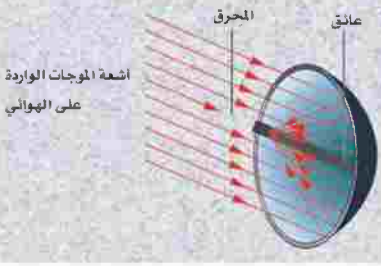


قنوات استثنائية = S قنوات التلفزيون القياسية = K

❸ العاكس المقعر

ⓐ صحون الأقمار الصناعية

مسار خطوط البث في عاكس مقعر ذي تغذية مركزية ⓑ



هندسة الإرسال

مسجل الفيديو Video Recorder

مسجلات الفيديو هي أجهزة لتسجيل معلومات الصورة والصوت وإعادة عرضها. إنها تعمل بعبوات شريط مغناطيسي وبها يمكن تسجيل البرامج التلفزيونية والأفلام (الأشرطة) على نسخ متكررة وإعادة عرضها.

هناك ثلاثة أنظمة تسجيل متنافسة، لا يمكن التبادل فيما بينها وهي (Video VHS Betamax, Video 2000, Home system). بالرغم من عيوبه وخاصة في مجال الصوت فإن نظام الـ VHS قد اكتسح النظامين الآخرين في الأسواق. تعمل جميع هذه الأنظمة حسب المبدأ ذاته لكن بأبعاد مختلفة لعبوة الشريط. من وسائط التخزين الأخرى للصوت والصورة ما يسمى بقرص الصورة Picture disc، وفيها يتم تقطيع معلومات الصوت والصورة كما في القرص المدمج (Compact (Player CD disc بواسطة ضوء الليزر.

مبدأ تسجيل الفيديو 1 2

إن تخزين إشارات الصورة (التلفزيون) أصعب من تخزين أو تسجيل إشارات الصوت، وذلك بسبب الترددات العالية، كما يتطلب سرعة شريط عالية. لذلك تستخدم في تسجيل إشارات الفيديو طريقة المسارات المائلة مع رؤوس فيديو دوارة ومن أجل الصوت المرافق يمكن استخدام هذه الطريقة أو طريقة المسارات الطويلة التقليدية.

يحوي الشريط المغناطيسي مسارات مائلة (زاوية المسار مع اتجاه سير الشريط ٦+، عرض المسار ٤٩ ميكرومتر) تحمل إشارات الفيديو (نصف صورة في كل مسار مائل) ومسارات طرفية ضيقة تحمل إشارات الصوت والتزامن والتحكم. يكون المرور بشكل مائل على دحروج الرأس الدوار (الشكل ١)، الذي يحمل رأسي فيديو مركبين على تباعد ١٨٠+، يكون دائماً أحدهما فقط على تماس مع الشريط، عند سرعة مثالية للشريط تمتد المسارات بجانب بعضها بعضاً تماماً. ولتجنب التأثير المتعاكس

المتبادل بين إشارتي نصفي الصورة الموجودتين على مسارين متجاورين، يتم توجيه شق رأس الفيديو بزاوية (+٦ أو -٦) بشكل متعاكس بالنسبة للخط الفاصل بين المسارين، يدعى هذا التوضّع المائل المتعاكس لشقي الرأسين بالسّمت. أما رؤوس الصوت التي تبادل بالتماس مع الشريط قبل رؤوس الفيديو، فتوجّه بسمت (+٣٠). من أجل لف الشريط حول دولاب الرأس تستخدم دلائل توجيه (توجيه U أو توجيه M في نظام VHS/ الشكل ٢)، تعمل على سحب الشريط من العبوة وتلفّه على دولاب الرأس (طنبور الرأس). يعد توجيه M مختصراً جداً ويستهلك أزمنة سحب قصيرة.

عند دورة كاملة لدولاب الرأس تسجّل صورة واحدة كاملة، لمضاعفة زمن العمل يمكن تشغيل الشريط بنصف سرعة الشريط الأصلية (تشغيل طويل، بواسطة رأسي تشغيل طويل إضافيين).

في أي وضعية لاعلى التعيين للشريط المغناطيسي يتم من قبل معالج صغري حساب وإظهار وقت التشغيل المنصروم، وكذلك وقت التشغيل الكلي. وإذا أخرجت العبوة من جهاز الفيديو يغطّى الجزء الحرّ من الشريط بواقية (متحركة) لحمايته من اللمس والأوساخ. بذلك يمكن تجنّب نقاط الخلل (Drop-outs) في الشريط، التي تحدث فجوة في المعلومات.

يوجد الآن أجهزة تسجيل فيديو لصيغة الصورة ١٦:٩ أيضاً (التلفزيون الرقمي ⟵)، إذ بإمكان هذه الأجهزة التعرف على نمط التسجيل المناسب وتحضير إشارة الفيديو لتلفزيون PAL plus.

تسجيل وإعادة تشكييل إشارة الفيديو:

يجب على مسجل الفيديو معالجة إشارة الفيديو ومعلومات الصوت وإشارة التحكم المختلفة القادمة جميعها من التلفزيون. التسجيل المباشر غير ممكن، لذلك يتم فصل إشارة الفيديو إلى إشارة إضاءة وإشارة لونية. في جميع أنظمة الفيديو

يتم تحويل إشارة الإضاءة قبل التسجيل إلى إشارة معدّلة ترددياً. فيعطي كل معدل إضاءة تردداً محدداً، ثم يسجّل في مطال ثابت، ويتم تحويل إشارة اللون قبل التسجيل إلى مستوى ترددي أخفض.

عند إعادة التشكيل تدخل الإشارة الإجمالي لرؤوس الفيديو مضخم الرأس الابتدائي وتحضّر من جديد. هناك تجهيزات مؤازرة «Servo Equipment» مؤلفة من عدَّة محركات، تعمل على تزامن حركة الشريط مع حركة الرأس عند التسجيل، كما تعمل على الاسترجاع الأمثل للمسارات عند إعادة التشكيل (العرض).

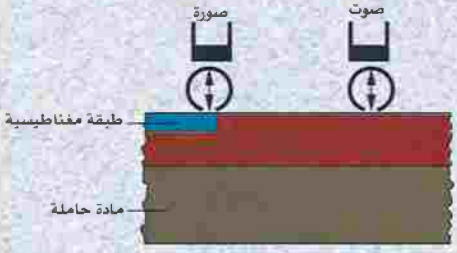
مساعدات عند التسجيل:

لقد أدخل عام ١٩٨٥ الـ (video program system) أو ما يسمى نظام البرمجة المتضمن كاشف ترميز VPS إلى أجهزة تسجيل الفيديو. لهذا يبث من محطات الإرسال التلفزيوني إلى انب الصوت والصورة رمزاً مؤلفاً من (١٢) محرفاً (للقناة والبرنامج والتاريخ وزمن بدء البث). فإذا كانت فترة تحرّي البرامج Send Period المحددة يدوياً على جهاز مسجل الفيديو من أجل أحد البرامج (VPS-Time) مغطية لزمن بث الـ VPS Code المناسب، فإن جهاز الفيديو يعمل تلقائياً ويبقى عاملاً طالما بقي بث إشارة الـ VPS.

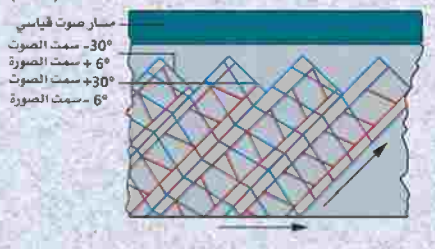
❶ التسجيل في طريقة المسارات المائلة

ⓐ دولاب رأس الفيديو الأوتوماتيكي (VHS)

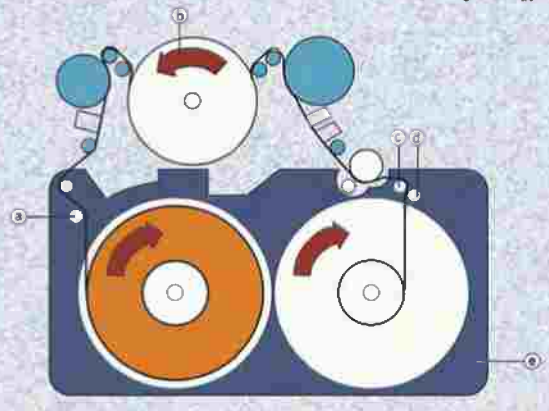
ⓑ معلومات الصورة والصوت في مستويات مختلفة من الشريط المغناطيسي



ⓒ صورة المسار، عرض مسار الصورة ٤٧ ميكرومتر، عرض مسار الصوت ٣٤ ميكرومترو (VHS)



❷ توحيد الشريط على شكل M



جهاز تسجيل الفيديو

كاميرات الفيديو

كاميرات الفيديو هي جهاز تصوير إلكتروني (الشكل ١) لتسجيل معلومات الصورة والصوت على شريط مغناطيسي. وهي مجهزة بعيُينة ومنظار وتجهيزات التقاط الصورة للتحسس الإلكتروبصري ولتوليد إشارات الصورة. تخزِّن المعلومات الملتقطة على شريط مغناطيسي أو تُستعرض مباشرة على جهاز التلفزيون.

الكامكوردر ❷

عام ١٩٨٤ ثبتت فعالية الكامكوردر (camcorder (camera recorder، الذي يضم كاميرا فيديو ومسجل فيديو في جهاز واحد ويصلح للهواة قاهراً بذلك الكاميرا التقليدية. نظراً للمحاولات المستمرة في تصغير عناصر البنية والمدّخرات وعبوات أشرطة الفيديو فإن الأجهزة آخذة في التصاغر باستمرار وتزن اليوم على الأغلب أقل ١٠٠٠ غرام. تجهز الكامكوردرات الخفيفة السهلة الاستخدام بدلاً من شاشة الأنبوبة (التلفزيون الملون ⟵) بحساسات نصف ناقلة تتأثر بالضوء (Charge Coupled Devices: CCDs).

حساسات الـ CCD هي دارات تكاملية لمعالجة الإشارات الكهربائية والبصرية، تخزّن فيها المعلومات وترحّل على شكل شحنات كهربائية. إلى جانب صغر أبعاده فإن لحساس CCD ميزة أنه لا يحتاج إلى ملفات التركيز والانحراف الثقيلة اللازم وجودها في الشاشات الأنبوبية. الأمر الذيب يؤدي بالإضافة إلى خفض الاستهلاك الكهربائي إلى تخفيض وزن الكاميرات أيضاً. وهو أمر هام جداً على الأخص عند العمل بطاقة المدخرات. يظهر الشكل (٢) البنية الأساسية لكامكوردر مؤلف من كاميرا وريكوردر: شاشة صغيرة تشكل المنظار الكهربائية (الكاميرات ⟵).

تقوم كسرة الـ CCD بتحول مسقط الصورة إلى إشارة فيديو. تدخل هذه بعد تضخيمها إلى إلكترونيات التسجيل في المسجّل (جهاز تسجيل الفيديو⟵). ويحدث الشيء ذاته للصوت الداخل عبر لاقط الصوت. في الوقت ذاته تتلقى

الشاشة الصغيرة في المنظار إشارة الفيديو، حيث تتيح بذلك إمكان التحكم بالصورة مباشرة. عند إعادة العرض تظهر الصورة في المنظار الذي يعمل عمل شاشة عرض، بذلك يمكن الحكم مباشرة بعد التسجيل، فيما إذا كان التسجيل جيداً أم لا. تصل إشارتها الصورة والصوت إلى مخرج الـ Camcorder عبر مكانين منفصلين (مأخذين)، يمكن أن يوصل بهما جهاز تلفزيون من أجل إعادة العرض.

تعيير وضوح الصورة ❸

بالإضافة لضبط وضوح الصورة يدوياً يوجد تركيز بؤري أوتوماتيكي (تغذية عكسية لوضوح الصورة) للعينية (التركير البؤري الآلي). وقد طورت لهذه الغاية تقنيات مختلفة.

أكثر الأساليب انتشاراً يستخدم مبدأ الفيزترونك visitronic principle (الشكل ٣)، بواسطة مرآتين إحداهما ثابتة والأخرى متحركة، يتم فيه إدخال شعاعين إلى دارة مقارنة إلكترونية. حيث تتحرك المرآة المتحركة حوالي عشر مرات في الثانية. طبقاً لهذه الحركة ينشأ على مخرج دارة المقارنة الإلكترونية توتر يتحكم بالمحرك الذي يقوم بتغيير البعد المحرقي للعينية.

أنظمة:

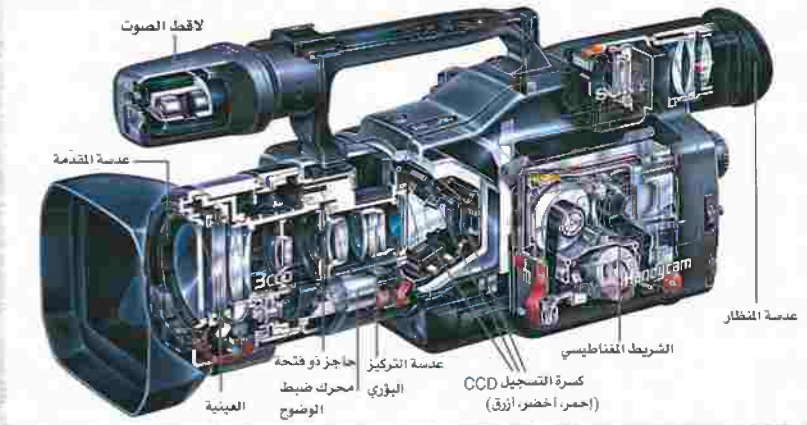
في أنظمة الفيديو الخاص بالقطاع المنزلي تستخدم عبوات أشرطة، يتفاوت فيها عرض الشريط المغناطيسي. يتميز نظام فيديو ٨ (video – ٨ – system) يعرض شريطه المغناطيسي البالغ ٨ مم فقط ولا يوجد منه سوى عبوات صغيرة خاصة. خلافاً لأشرطة الأكسيد لأنظمة نصف البوصة العادية المستخدمة في مسجلات الفيديو فإن شريط الفيديو ٨ مم مطلي بطبق معدنية. أكبر منه بقليل نجد ما يسمى بعبوة VHS-C، التي يمكن استعراضها في أي مسجل VHS بواسطة عنصر توافق خاص (جهاز تسجيل الفيديو ⟵). هذه الأنظمة ليست متوافقة، والسبب في ذلك هو اختلاف أبعاد عبوة الشريط وكذلك اختلاف بعض المؤشرات الخاصة

وأوضاع المسارات الناتجة عنها. تتيح الآن أجهزة الكامكوردر الموجودة العمل بالإضاءة الدنيا. تجهيز الفئة العليا من الأجهزة الثمينة بمثبتات الصورة وبرامج مختلفة التحكم بالعينية (من أجل إضاءة مثلى) كما تجهز بتكبير وتصغير رقمي.

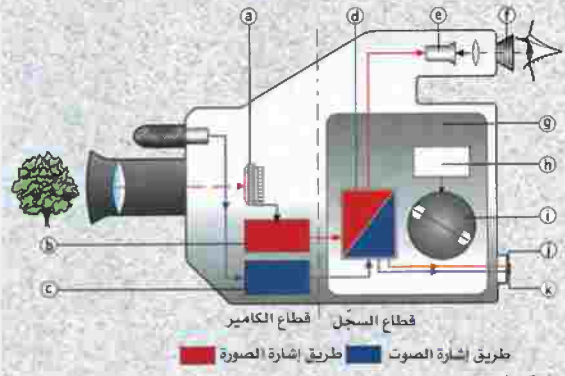
الفيديو الرقمي:

في الفيديو الرقمي تسجل معلومات الصورة والصوت على الشريط رقمياً. يتميز الشريط بالطبقة المضاعفة الموجودة عليه من بخار المعدن. تعالج هنا جميع المعلومات عن طريق تحليلها على القيمتين «٠» و«١». إذ يمكن تخزين المعلومات المتشكلة من هذين الرقمين كعملية حسابية بشكل أسرع وأوضح. وإذا احتجنا ثانية إلى المعلومات في شكلها الأصلي كصور، فإن علينا فك ترميزها وتحويلها إلى النمط التمثيلي. من أجل تسجيل المعيطات تستخدم طريقة المسارات المائلة (جهاز تسجيل الفيديو ⟵). حيث تسجل إشارتا الإضاءة ومعلومات اللون بشكل منفصل على شريط الفيديو.

❶ كاميرا الفيديو

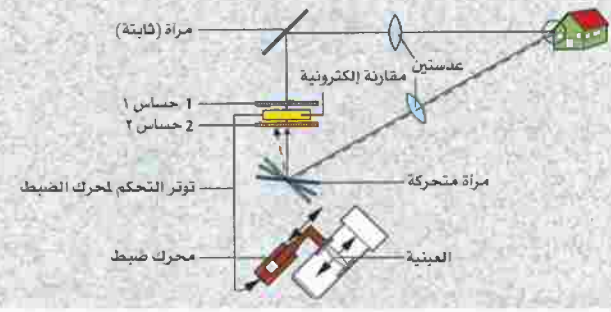


❷ البنية الأساسية للكامكوردر



(a) رقاقة (كسرة) التسجيل CCD
(b) مضخم صورة الفيديو
(c) مضخم الصوت
(d) دارة إلكترونية للتسجيل وإعادة القرص
(e) شاشة صغيرة
(f) عدسة المنظار
(g) مسجل الفيديو
(h) مؤازر الكتروني
(i) قرص راس الفيديو
(j) مأخذ الصورة
(k) مأخذ الصوت

❸ التركيز البؤري الآلي حسب المبدأ الفيزيتروني



كاميرات الفيديو

الأقراص الرقمية المتعددة الجوانب

«أقراص الفيديو الرقمية» DVD

تعد الأقراص المتعددة الجوانب الرقمية digital versatile discs، وغالباً ما تدعى أيضاً بالأقراص المرئية الرقمية Digital Video Discs الوسط الخلف للأقراص المدمجة Compact disc التقليدية، ولها أيضاً نفس المقاسات. غير أن أقراص الفيديو الرقمية DVD تمتلك بالمقارنة مع الأقراص المدمجة CD سبعة أضعاف سعة التخزين على طبقة معلومات واحدة، حتى أنه من الممكن للتطورات المستقبلية أن تستخدم طبقتي معلومات لكل جانب من القرص بحيث تتضاعف سعة التخزين مرة أخرى حوالي أربع مرات. وبالتالي تقدم أقراص الفيديو الرقمية DVD مكاناً كافياً من أجل التخزين لمجمل استخدامات وسائل الإعلام المتعددة Multime-dia أو للتلفاز عالي الانحلال (← التلفاز الرقمي).

بنية أقراص الفيديو الرقمية DVD ❶ ❷

تُنقل المعلومات المسموعة والمرئية بما يسمى Pits = الحفر Lands = الأرضيات (المسافات بين الحفر) على شكل مسارات على قرص الصور الرقمية DVD (الشكل ١). عند تشغيل القرص يتم تحسس المسارات بشعاع ليزر. عند الأرضيات ينعكس الضوء، بينما في الحفر يتناثر وينطفئ جزئياً من خلال تداخل (تراكب) الضوء. تمثل كل من الحفر وكذلك أيضاً الأرضيات القيمة المنطقية صفر «٠»، بينما تنتج القيمة واحد «١» عند التنقلات في كل مرة بين حفرة وأرضية. تُلتقط أشعة الليزر المنعكسة بواسطة ديودات في وحدة قراءة ملحقة التوصيل، وتحوَّل في وحدة كشاف الصورة إلى تيار بيانات رقمي. تتضمن هذه البيانات المعلومات من مسار الحفر وتبلَّغ إلى إلكترونيات التقويم في جهاز التشغيل المعني.

يملك القرص المرئي الرقيم DVD حجم القرص المدمج التقليدي CD، ولكنه لم يعد يتألف من قرص بسماكة ١,٢ ميليمتر، وإنما نصفي قرصين رقيقتين سماكة كل

منهما ٠,٦ ميليمتر يُربطان مع بعضهما ظهراً إلى ظهر (← تقنية الطبقتين؛ الشكل ٢). يمكن قراءة الطبقتين السطحيتين الموضوعتين بكثافة فوق بعضهما بشكل اختياري، حيث تكون الطبقة العلوية نصف شفافة، وبذلك يُركَّز (يُحزم) شعاع الليزر في جهاز التشغيل على إحدى الطبقتين. من خلال التقنية هذه لم تعد تبعد طبقة المعلومات في القرص كما في القرص المدمج CD ١,٢ ميليمتر عن السطح، وإنما فقط النصف. من خلال ذلك يكون التركيز الدقيق لشعاع الليزر ممكناً (من خلال تغيير طول الموجة) وبذلك يمكن إتمام قراءة المعلومات المكتوبة بكثافة أكبر. وبالتالي يمكن وضع منحنيات مسارات الحفر على القرص المرئي الرقمي بكثافة أكبر بكثير، وتقليل طول الحفر. ولمواصلة الزيادة في السعة على القرص DVD، تُكثَّف المعلومات عند التسجيل وفق تعليمات MPEG إحدى المنظمات العالمية العاملة في توحيد القياس (← التلفاز الرقمي). إضافة لذلك يصحح الخطأ بالمقارنة مع الأقراص المدمجة CD بشكل أمثل.

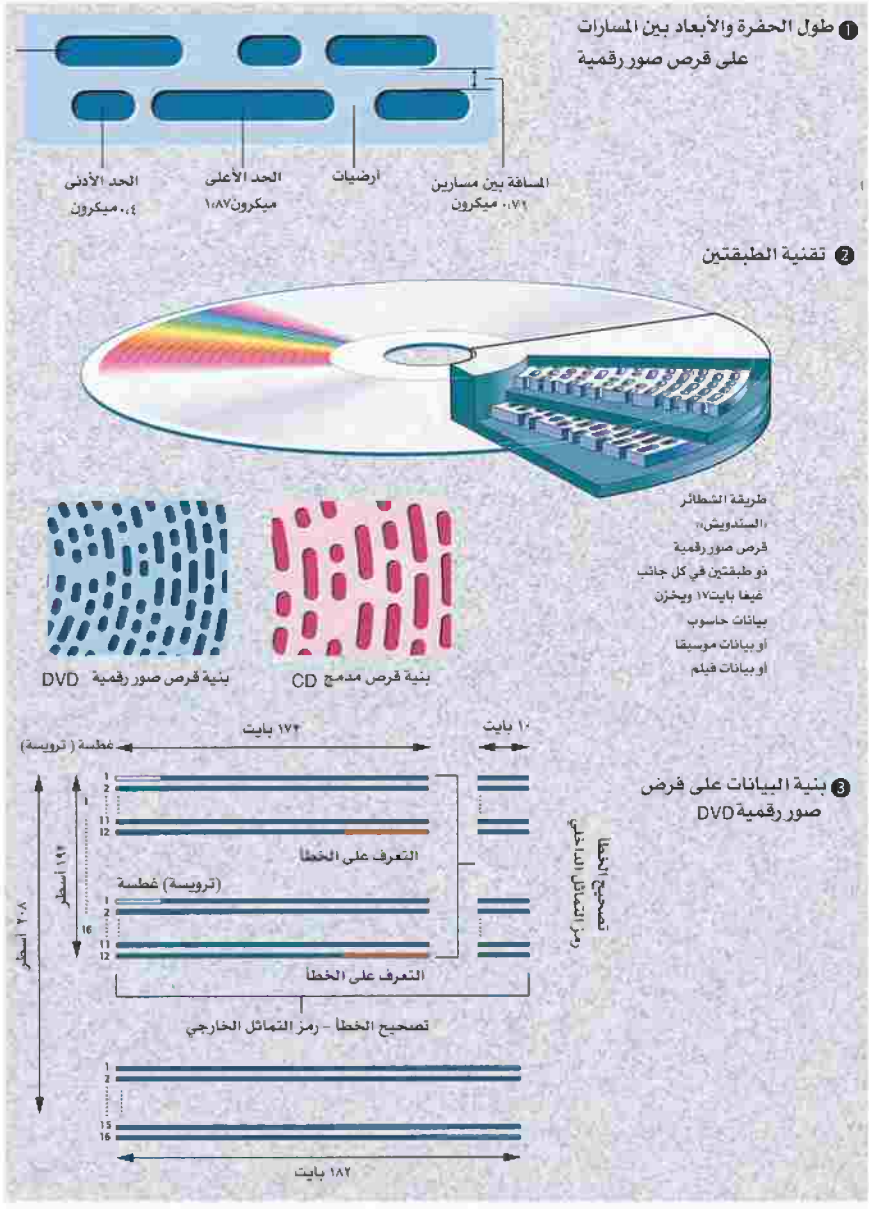
التقسيم إلى قطاعات ❸

تُقسَّم مسارات الحفر على أقراص الفيديو الرقمية DVD إلى قطاعات، يوجد أمام كل منها ترويسة Header لتعريف القطاع والتعرُّف على الخطأ (الشكل ٣). يوجد في تعريف القطاعات مثلاً معطيات عن الطريقة التقنية، هذا يعني فيما إذا كان للقرص حفر مضغوطة أم أنه مكتوب عليه، وفي أي مجال من القرص يوجد القطاع المعني. يتبع ذلك معلومات عن نوع القرص: ما هي المواصفات التي يتطابق معها القرص، وحجمه؟ وبأية كثافة تم التخزين؟ (تختلف كثافة الكتابة في الأقراص المضغوطة عنها في الأقراص المكتوبة)، وبنية القرص، وأين يوجد مجال المعلومات؟. تعطي البيانات الحقيقية لكل قطاع في ١٢ سطراً ولكل سطر ١٧٢ بايت Byte. يتبع كل سطر مفتاح أو رمز تصحيح الخطأ. وهو ما يسمى شيفرة أو التماثل الداخلي (PI – Parity- Inner Code) يرتب دائماً ١٦ قطاعاً خلف بعضهم، يتبعهم شيفرة التماثل الخارجي (PO Parity Outer Code) في ١٦ سطراً آخرين. سواء على

الأقراص المدمجة CD وكذلك على الأقراص المرئية الرقمية DVD يفترض عدم تتابع البيانات لبعضها فيزيائياً بشكل متعاقب (متتالي) وذلك لأسباب حماية البيانات. توزع مجموعة البيانات المتلازمة على القرص وفق خوارزمية محددة تماماً. وقبل التخزين تحصل عملية تشفير البيانات MPEG (إعطاء الكود). وفي أقراص الفيديو تستعمل إضافة لذلك حماية للنسخ على بيانات المستخدم.

التطورات الأخرى :

لدى تطوير أقراص الفيديو الرقمية DVD تم أولاً التخطيط لخمسة استعمالات مختلفة: أقراص مرئية Video - DVD لأفلام السهرة الطويلة ذات الصور الرقمية حسب معيار MPEG-٢، وأقراص مسموعة DVD-Audio، وأقراص الذاكرة DVD-ROM التي تكتب لمرة واحدة، وأقراص الذاكرة التي يمكن إعادة الكتابة عليها DVD-RAM. وللمستقبل تم التفكير بتطوير أقراص صور رقمية DVDS تجمع المستويات المضغوطة والمكتوبة مع بعضها. وهذا قد يسمح بضغط البيانات التي لا تحتاج إلى أية تغييرات، وإضافة بيانات واقعية على المستويات القابلة للكتابة. بالرغم من المحاسن الجمة لأقراص الفيديو الرقمية DVD، إلا أنها لم تصنع بكميات كبيرة حتى الآن، لأن شركات التوزيع لم تتفق بعد إلا على الشكل العام، وما تزال العديد من المشاكل معلقة حتى الآن من دون حل.



أقراص الصور الرقمية

أجهزة استقبال البث الإذاعي « الراديو »

يخدم الراديو الانتشار اللاسلكي للإشارات الصوتية من خلال الموجات الكهرومغناطيسية. فمنذ الخمسينيات من القرن العشرين استخدمت بدلاً من اللمبات الإلكترونية قطعٌ إلكترونية فعالة (ترانزستورات) كمضخمات، أو قواطع، أو حساسات. بإدخال الدارات التكاملية كان بالإمكان مواصلة تصغير أجهزة الاستقبال بشكل جوهري.

انتقال الإشارات الصورية 1

تُبث موجات كهرومغناطيسية عالية التردد معدلة (مضروبة ببعضها) من هوائي إرسال. تنتشر هذه الموجات بسرعة الضوء وتولِّد في هوائي جهاز الاستقبال جهوداً متناوبة عالية التردد (← هندسة الاتصالات). تؤخذ من هذه الجهود في جهاز الاستقبال بعد التقوية من خلال إعادة التعديل (إعادة تحويل الإشارات المعدلة) الاهتزازات المطابقة للصوت، ثم تخضم وتعطى من جديد عبر مكبر الصوت (←).

تعمل المرسلات الإذاعية بموجات طويلة (LW : ١٥٠–٢٨٥ kHz)، أو بموجات متوسطة (MW : ٥٢٠ – ١٦٠٦ MHz). أو بموجات قصيرة (KW :26.1-3.95 MHz)، أو بموجات قصيرة (UKW :108-87.5 MHz). يختلف نوع الانتشار والمدى الذي تصل إليه مجالات الترددات هذه. تبث مرسلات الموجات الطويلة والموجات المتوسطة موجة أرضية بمحاذاة سطح الأرض وموجة فراغية. تصل الموجة الأرضية حتى بعض مئات الكيلومترات، تسمح الموجة الفراغية المرتدة في الغلاف الأيوبي Ionosphere (جزء من الغلاف الجوي) بالوصول إلى مدى أكثر بعداً (مثلاً الاستقبال للموجات المتوسطة في الليل). أما في مجال الموجات القصيرة فيتم العمل فقط بالموجات الفراغية. تنتشر الموجات فوق القصيرة بشكل مستقيمات، ولذلك فهي تصل فقط إلى مدى محدود نسبياً. لهذا السبب توضع مع مرسلات الموجات فوق القصيرة على الجبال مثلاً.

بينما يتم العمل في الموجات فوق القصيرة بتعديل التردد (FM) تكبح من خلال مشوشات النغمة والصوت، يستخدم تعديل المطال (AM) في باقي مجالات الأمواج، في تعديل المطال (AM) يُغيَّر مطال الجهد العالي التردد بإيقاع جهد منخفض التردد (الشكل ١ أ)، أما في تعديل التردد (FM) فيتم تغيير تردد اهتزاز الحامل (العالي التردد) بإيقاع جهد المعلومات المنخفض التردد، ويبقى المطال ثابتاً (الشكل ١ب).

مكونات جهاز الاستقبال ❷

يجب على جهاز الراديو المستقبل التقاط إشارات الإذاعة المرغوبة، وأن يفك تعديل (يقوّم) إشارة الدخل أو أن يقويها، يتألف أبسط جهاز استقبال من دارة اهتزاز للتحديد على الإذاعة المرغوبة، ومن محلل التعديل Demodulator لإعادة استخراج اهتزازات الصوت من الشريط العالي التردد، ومن مضخم للتردد المنخفض، ومن مكبر صوت (الشكل ٢ أ). دارة الاهتزاز هي دارة كهربائي مؤلفة من وشيعة ومكثف، تُحرَّض إلى اهتزازات كهرومغناطيسية من خلال جهد متناوب أو تيار متناوب. بسبب المسافة القصيرة جداً بين ترددات الإذاعات المتجاورة، يحتاج جهاز الاستقبال إلى حدة فصل عالية، لذلك يقتضي الأمر وجود عدة دارات اهتزازية. ومن أجل إعادة إعطاء مكبر الصوت تكون التقوية بواسطة الترانستورات والدارات التكاملية ضرورية.

في هذه الأيام بنيت أجهزة استقبال راديو تدعى أجهزة استقبال تراكبي (أجهزة استقبال ذات قدرة تحويل قوية)، تحوِّل تردد الاستقبال الذي تم اختياره على وجه التقريب من خلال تحديد دارة اهتزاز مع اهتزاز مساعد (تردد المذبذب أوتردد التراكم) قابل للمعايرة ومنتج في جهاز الاستقبال في مرحلة المزج إلى تردد آخر (الشكل ٢ ب). هذا التردد الذي يدعى بالتردد المرحلي أو البيني (ZF) هو الفرق بين تردد المذبذب وتردد الاستقبال. يمكن معايرة دارة الاستقبال ودارة المذبذب (مولد الاهتزازات الكهربائية) بواسطة زر «مفتاح» تخدم مشترك، بينما يبقى التردد

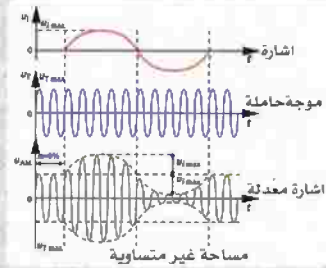
المرحلي من دون تغير. يستخدم لمجال الموجات فوق القصيرة جزء استقبال خاص (مرحلة مزج مع مُذبذب، وجزء التردد المرحلي، وفاصل تردد) مع فاصل تردد، وذلك لتحسين إزالة تشويش البث حيث يُستخدم تعديل التردد عوضاً عن تعديل المطال الشائع الاستخدام في مجالات الموجات القصيرة والمتوسطة والطويلة. ينتمي إلى كل من جزأي الاستقبال وصلة هوائي منفصلة لمجال تعديل المطال أو لمجال تعديل التردد. يُرسل البث بنظام مجسم Stereo بسبب عرض الشريط اللازم فقط على مجال الموجات فوق القصيرة.

أشكال البناء ❸

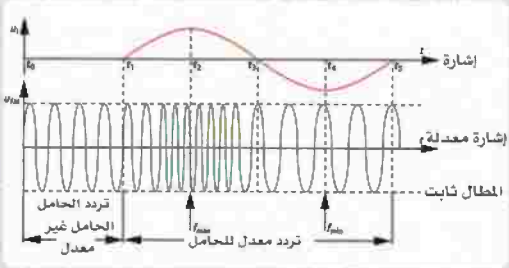
محكومة من خلال التجهيز بالترانستور والدارات التكاملية تملك اليوم مستقبلات الراديو العديد من أشكال البناء المختلفة، فهي تمتد من أجهزة الراديو المنزلية التقليدية التي تعمل على شبكة التيار الكهربائي بنظام أحادي أو مجسم (Mono, Stereo) وحتى راديو الرحلات «الجيب» الذي يعمل على البطارية (الشكل ٣). تعد المعدات الإضافية الأخرى مثل حركة البحث الإلكتروني عن المحطات، أو مؤشر الستريو، أو التحكم والخدمة عن بعد من خصائص تجهيزات الأجهزة الحديثة.

❶ تعديل الأمواج الكهرومغناطيسية

ⓐ تعديل المطال

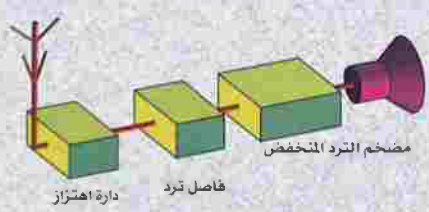


ⓑ تعديل التردد

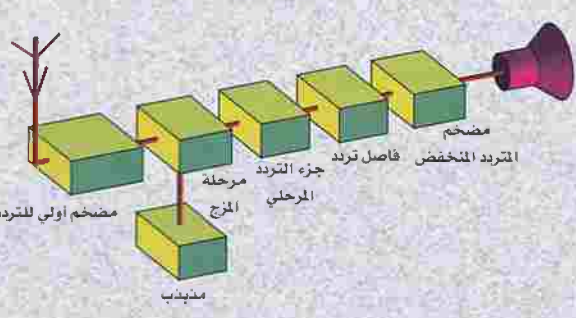


❷ مخطط صندوقي لجهاز استقبال بسيط وجهاز استقبال تراكمي

ⓐ جهاز استقبال بسيط



ⓑ جهاز استقبال تراكمي



❸ جهاز استقبال عالمي

مع مجال موجات فوق قصيرة ستيريو

أجهزة استقبال البث الإذاعي « الراديو»

البث الإذاعي المسموع الرقمي DAB

خلافاً لأنظمة الاتصال اللاسلكية الرقمية ع طريق الأقمار الصناعية (DSR = Digital Satellite Radio) وراديو أسترا الرقمي (ADR = Astra Digital Radio)، لا يرتبط البث الإذاعي المسموع الرقمي (DAB = Digital Audio Broadcasting) بأقمار صناعية أو كوابل، وإنما أعد للاستخدام المتنقل (على سبيل المثال في السيارة) بواسطة عمود هوائي بسيط. تملك برامج راديو البث المسموع الرقمي فقط تردداً واحداً، وهذا يعني: يكفي تحديد الإذاعة المرغوبة لمرة واحدة ليسمع البرنامج في كامل منطقة الاستقبال بدون بحث جديد. حالياً (١٩٩٨) تجرب في ألمانيا مشاريع رائدة مختلفة (الشكل ١) محددة إقليمياً.

النقل الرقمي في البث الإذاعي المسموع ❷

منذ عام ١٩٨٩ تبث عن طريق القمر الصناعي كوبرنيكوس برامج إذاعية ألمانية حكومية وخاصة في وسط أوربا بشكل رقمي. فيما بعد انضم ADR على الرقم الصناعي أسترا (الشكل ٢). يمكن استقبال البرامج فقط بواسطة هوائي خاص بالأقمار الصناعية (طبق هوائي على شكل مجسم قطع مكافئ ← هندسة الاتصالات) أو عن طريق شبكة كوابل (الكامل ذو الشريط العريض)، ويلزم بالإضافة إلى جهاز راديو خاص إلى ما يسمى مستقبل القمر الصناعي، وهو مجموعة من وحدة موازنة Tuner ومضخم (←) لاستقبال الإذاعة.

بالمنافسة مع نظامي القمرين هذين يقف راديو البث الإذاعي المسموع الرقمي DAB الذي يبث أرضياً، أي فوق الأرض، ويحتاج فقط إلى عمود هوائي بسيط كهوائي. يسمح البث الإذاعي الرقمي DAB من خلال الهوائي بالاستقبال عن طريق أجهزة راديو متحركة. يجب الاعتراف هنا أيضاً بوجوب وجود جهاز راديو خاص ومستقبل. منذ عام ١٩٩٥ تُبث جميع برامج الموجات فوق القصيرة أرضياً بشكل رقمي Digital وتحديداً على التوازي مع البث التماثلي analog التقليدي. بعد فترة

انتقالية تقدر بـ ١٥ عام يفترض توقف البث على الموجات فوق القصيرة لصالح البث الإذاعي المسموع الرقمي DAB. بعد ذلك سيكون استقبال جميع برامج البث الإذاعي المسموع الرقمي في كل أوربا عل نفس التردد الوحيد.

تقوم محطة البث في البث الإذاعي المسموع الرقمي بالتحويل الرقمي بإشارات الصوت المرسلة من برج الإذاعة من خلال ترددات لا سلكية، يتم إعادة تحويل الشيفرات الرقمية بعد ذلك في محوِّل تماثلي - رقمي موجود في جهاز الاستقبال. يكون نقل البيانات أو الإشارات الرقمية ممكناً فقط بعد تخفيض كبير للبيانات (تكثيف البيانات؛ ← التحويل إلى أرقام) الذي يجب أن يحصل دون خسارة نوعية. على سبيل المثال يمكن التوصل إلى عرض تردد ضيق من خلال تصفية الترددات التي لا يدركها السمع البشري. بذلك يكون عرض البرنامج أكبر بحوالي ثلاث مرات من البرامج المنقولة عن طري فالموجات فوق القصيرة. عند استبدال البث الإذاعي عن طريق الموجات فوق القصيرة من خلال البث الإذاعي المسموع الرقمي، فسيكون مسخّراً تحت التصرف من ضعفين إلى ثلاثة أضعاف سعة النقل التي يمكن أن تستخدم فيما بعد لبرامج أخرى أو في نبرة أقوى للقناة.

المحاسن ❸

مقابل البث الإذاعي الحالي التماثلي يقدم الراديو الرقمي استقبالاً أفضل بكثير مع وجود صوت الأقراص المدمجة CD. كذلك عند المسافات البعيدة لمحطات الإرسال والاستخدام المتحرك تبقى جودة الاستقبال ثابتة. من خلال النقل المكثف للإشارات الرقمية فإنه من الممكن أن تنقل عدا الإشارة السمعية معلومات أخرى لمعرفة اللغة، أو الموسيقى، أو أجزاء البرامج. حسب البرمجة أيضاً يشتغل جهاز الاستقبال أو يتوقف عن العمل عند التعرُّف المطابق. زيادة على ذلك توجد إمكانية نقل معلومات إضافية مثل أخبار المرور «حالة الطرقات، الازدحام، الحوادث»، أو بيانات بيئية عن حالة الطقس أو خرائط المدن، التي تنقل في كل مرة باستقلالية عن البرنامج الإذاعي المسموع.

لاستقبال البث الإذاعي المسموع الرقمي (وكذلك بقية الأنظمة الإذاعية الرقمية الأخرى) لا بد من وجود جهاز راديو خاص ومستقبل (الشكل ٣). تزوَّد أجهزة استقبال البث الإذاعي المسموع الرقمي إضافة لذلك بشاشة صغيرة تعرض عليها الصور المنقولة. حتى الآن يستطيع الاستعمال فقط المستخدمون الموجودون في محيط المشاريع الرائدة للبث الإذاعي المسموع الرقمي.

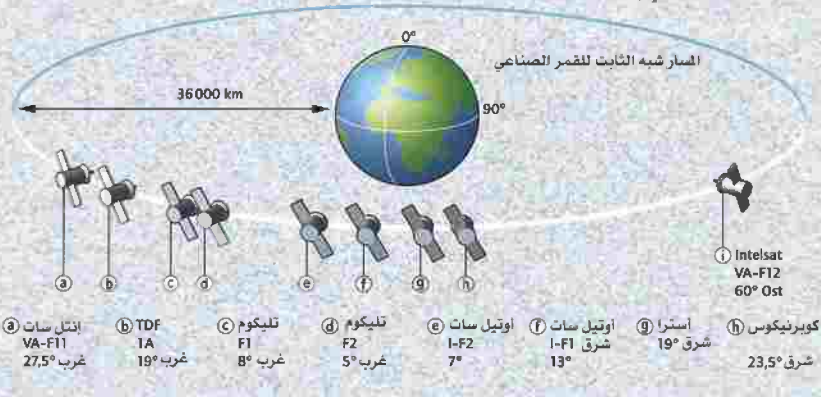
التطورات اللاحقة:

في تلك الأثناء طُوِّرت من أجل سوق الحواسيب أيضاً «كروت» أو بطاقات توسيع لاستقبال البث اللاسلكي المسموع عند التشغيل على الثابت في الحواسب الشخصية PC. بذلك لا يمكن استقبال البرامج الإذاعية فقط، وإنما أيضاً يمكن استقبال الصحف الرقمية «المبثوثة رقمياً» أو تحديث البرمجيات، أو بنوك معلومات متكاملة خلال ثواني وعن طريق العمود الهوائي، ويلغى المودم (⟵) وكذلك الاتصالات الهاتفية الغالية.

عام ١٩٩٦ بدأ البث المرئي الرقمي العام (DVB = Digital Video Broad-casting) عن طريق القمرين الصناعيين أسترا وأويتل سات. يشمل هذا النظام المنتشر عالمياً بالإضافة إلى البث الاتصال اللاسلكي الرقمي كذلك التلفزيون الرقمي (⟵ التلفاز الرقمي)، وهو مسخر تحت التصرف منذ نهاية عام ١٩٩٧ على كابل الشريط العريض، وفيه تنقل الإشارات المسموعة والمرئية في وحدة مشتركة (باكيت)، حيث يحتاج المستخدم فقط إلى جهاز استقبال.

❶ انتشار محطات البث الإذاعي الرقمي في ألمانيا
(مشروع رائد : في عام ١٩٩٨)

❷ المواضع شبة الثابتة لأقمار صناعية مختلفة تخدم النقل الإذاعي (أسترا، كوبرنيكوس) والنقل التلفزيوني (أسترا، أوتيل سات، إنتل سات، كوبرنيكوس) والاتصالات



❸ مستقبل للبث الإذاعي الرقمي مع شاشة

على الشاشة يمكن عرض حالة الطقس أو خريطة الطرقات مثلاً

البث الإذاعي الرقمي

مُشغل الأقراص المدمجة CD -Player

مشغل الأقراص المدمجة: هو جهاز لتشغيل الأقراص المدمجة التي طورت في السبعينات من القرن العشرين كوسط تخزين رقمي للإشارات المسموعة.

بنية القرص المدمج CD :

يمكن أن يخزن على قرص مدمج حتى ٩٩ قطعة موسيقية بطول يصل حتى حوالي ٨٠ دقيقة ومعلومات أخرى مثلاً كمدة تشغيلها أو عددها بشكل رقمي. يتكون القرص المدمج من مادة صناعية بلاستيكية، وله سماكة ١,٢ ميليمتر وقطره ١٢ سم (في الأقراص المدمجة المفردة ٨ سم). كحامل للمعلومات المخزنة وضعت انهدامات صغيرة (حفرة) على مسار حلزوني يمر من الداخل إلى الخارج على القرص المدمج (الشكل ١). في شيفرات رموز ثنائية تمثل الحفر والمساحات بينها (الأرضيات) القيمة المنطقية «٠» بينما تكون الانتقالات بين حفرة /أرض أو أرض/ حفرة القيمة المنطقية «١».

أنظمة التحسس ❷

يتم تحسس القرص المدمج دون لمس ودون اهتراء على الجانب السفلي من خلال منبع ضوء ليزري، فمن خلال دوران القرص المدمج والتقدم المتزامن بنفس الوقت لوحدة التحسس يمر شعاع الليزر فوق كامل طول مسار المعلومات من الداخل نحو الخارج، حيث يختلف انعكاس ضوء الليزر من على الحفر عن انعكاسه من على الأرضيات. وعند تقويم الضوء المنعكس بواسطة وحدة كشاف صورة ملحقة التوصيل، تحوِّل المعلومات المخزنة على القرص المدمج إلى تيار معلومات متسلسل. يتعلق شوط الإشارة بعد دورا القرص المدمج، بحيث يجب تحديد سرعة دوران القرص بالعلاقة مع موضع الليزر.

في جهاز التحسس يُركَّز (يحزم) ضوء الليزر المتولد في ديود الليزر بواسطة عدسة لإنتاج الضوء المتوازي ثم يتابع مسيره من خلال موشور استقطاب الذي

يفصل شعاع الليزر الوارد عن شعاع الليزر المنعكس المنحرف بمقدار ٩٠ درجة، يُدعم هذا الفصل من خلال صفات دوارة مرحلية لصفيحة ٤. تُركِّز عدسة التجمع شعاع الليزر بدقة على منتصف الحفرة، وللتمكن من معادلة صفات دوران القرص أو الانحرافات المحتملة في مسار الحفر تُركَّب عدسة التجميع على عضو متحرك (عنصر ثنائي المحاور). يجري تقويم الضوء المنعكس في كشاف الصورة. لقد صممت جميع أنظمة التحسس بحيث يمكن تمرير كامل وحدة العمل من خلال ميكانزم قطرياً فوق القرص. يصادف في أنواع الأجهزة المدمجة كنظام تحسس ما يسمى (Flat Optical Pick-up = FOP) اللاقط القصير المسطح (الشكل ٢ب)، الذي يعد أقل حساسية تجاه الأخطاء عل الأقراص المدمجة (مثل الغبار والخدوش) من بقية الأنظمة، يحصل هذا من خلال استعمال موشور مرآة نصف شفاف نفاذ الذي يحرف الضوء المنعكس ويقوده من خلال عدسة أسطوانية إلى اكتشاف الصورة. بذلك لا تتعلق كمية الضوء المنحرفة بزاوية الورود على الموشور.

البنية الأساسية لمشغل الأقراص المدمجة ❸

تعالج المعلومات الإلكترونية المُقدَّمة من نظام التحسس عن بنية الحفر على القرص المدمج في مجموعات بنيوية منفصلة في مشغِّل القرص، بحيث تظهر في الخرج من جديد الإشارات المسموعة التماثلية من جديد. بشكل أساسي يمكن تقسم دارة مشغل القرص المدمج إلى أربع مجموعات وظيفية: نظام التحسس مع مضخم أولي، والجزء المساعد، ومجموعة الإشارات الرقمية، ومجموعة التحكم في سير العمل (الشكل ٣).

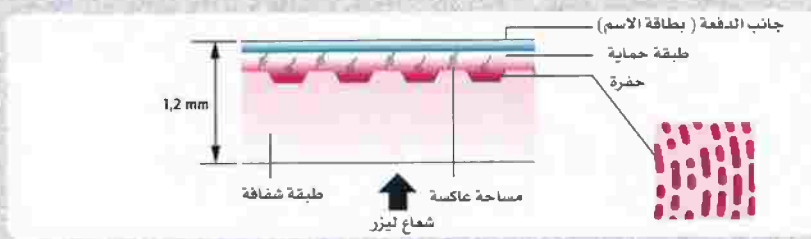
يضم القسم المساعد مختلف أنظمة التحكم والتوجيه المساعدة. يؤمن كل من مساعد المحرق ومساعد التعقب في التحسس الدقيق لمسار الحفر على القرص المدمج، فعلى سبيل المثال عند الضربات القوية حتى ١ ميليمتر يُركز نظام التحسس شعاع الليزر بدقة على مستوى المعلومات. يقود مساعد الزلاقة نظام التحسس

قطرياً فوق القرص المدمج، ويضمن بأن يكون النظام قادراً خلال ثانية واحدة تقريباً لأنه يتجه إلى أيَّة مقطوعة موسيقية لا على التعيين. يتحكم مساعد القرص بعدد دورات القرص بحيث تنتج سرعة تحسس خطية. خلال معالجة الإشارة الرقمية تُحضر الإشارة المقدَّمة من المضخم الأولي في الشكل الثنائي الأصلي، ثم تحوَّل في محول تماثلي/رقمي إلى إشارة سمعية تماثلية analog، وأخيراً تنسق مجموعة التحكم بالتشغيل وسير العمل المشترك لجميع مجموعات البنية فيما بينها وتتحكم باستثمار عناصر الخدمة.

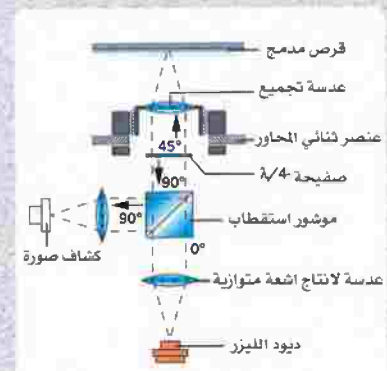
مشغِّل القرص المدمج ذو المعيار النصي:

في مشغلات الأقراص الحديثة يمكن وضع المعلومات، مثل مغنِّي أو عنوان أو ملحن المقطوعة الموسيقية، حسب معيار القرص المدمج فيما يسمى بالشيفرة الجانبية Subcode للقرص المدمج من أجل بيانات إضافية، ومن ثم يظهر النص على الشاشة، من الفهرس يمكن قراءة الأحرف بعد تحميل القرص في ذاكرة، حيث تكون مسخرة تحت التصرف في كل وقت. فمثلاً يمكن الاستدعاء الموجه لعنوان الألبوم أو لأسماء الفنانين.

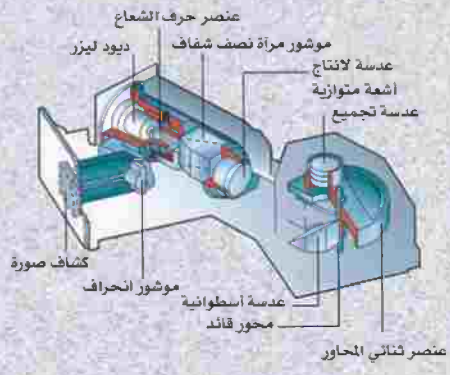
❶ مقطع عرضي خلال قرص مدمج



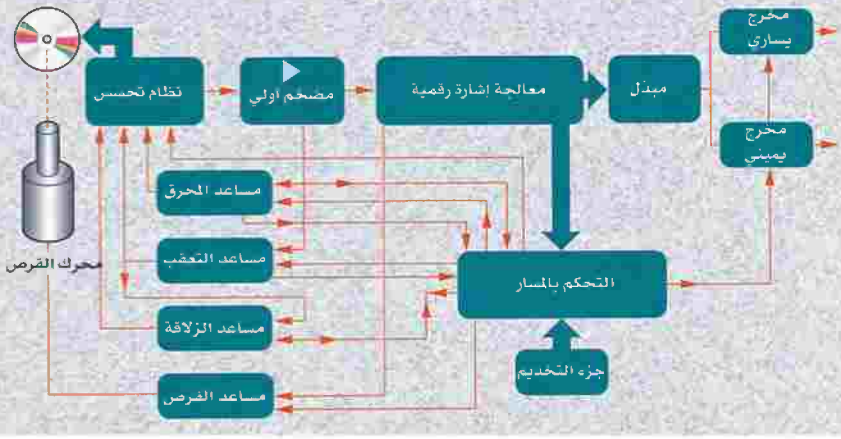
❷ ⓐ مبدأ عمل نظام تحسس



ⓑ (لاقط بصري مسطح) FOR بنية بصرية



❸ مبدأ مخطط التوصيل لجهاز تشغيل الأقراص المدمجة



مشغل الأقراص المدمجة

المضخمات

تعتبر كمضخمات الدارات أو الأجهزة الإلكترونية المدمجة في عدة مراحل، والتي تضخم أي تكبر الجهود أو التيارات أو الاستطاعات باستخدام عناصر فعالة (← أنصاف النواقل) مثلاً كالترانزستورات أو أحياناً في (الاستعمالات الخاصة) أيضاً اللبمات الإلكترونية. تقدم العناصر الفعالة استطاعة خرج كبير عند التغذية بطاقة مساعدة واستطاعة تحكم منخفضة.

أنواع المضخمات ❶

يحصل تضخيم إشارة ما غالباً على عدة مراحل، على سبيل المثال مرحلة أولية ومرحلة نهائية، حيث يميِّز بين أنواع وصل مختلفة: مكبر المرحلة الواحد، مكبر الدفع والجذب، يعد مكبر المرحلة الواحدة أحد أنواع الوصل لتكبير استطاعة التردد المنخفض، الذي تعالج فيه كامل الإشارة (أنصاف موجه التوتر المتناوب السالبة والموجبة) بواسطة عنصر تقوية (مثلاً بواسطة ترانزستور). خلافاً لذلك تقسِّم في مكبر الدفع والجذب إشارة التيار المتناوب المطلوب تضخيمها إلى أنصاف موجات سالبة وموجبة، حيث يسخر ترانزستور تحت تصرف كل موجة. لاحقاً يُجمع كلا النصفين الموجة المضخمين في إشارة واحدة، لتقديمها فيما بعد إلى مكبر الصوت مثلاً.

في المضخمات تعدل الوصل ضرورياً. هذا يعني: نقل الإشارات الكهربائية بين دارة وأخرى وبين مختلف المراحل (الشكل ١). تتحقق القارنات تحريضياً (بواسطة وشيعة {حقل مغناطيسي})، أو سعوياً (بواسطة مكثفات {حقل كهربائي})، أو غلفانياً (بواسطة مقاومات أومية {وصلات ناقلة})، أو ضوئياً (مثلاً بواسطة قارنة ضوئية مؤلفة من مرسل للضوء ومستقبل له). تسمح القارنة التحريضية والقارنة السعوية بنقل الجهد المتناوب فقط، أما القارنة الغلفانية فتسمح بنقل الجهد الثابت أيضاً. غالباً ما تكون مراحل التضخيم مرتبطة مع بعضها من خلال مكثف ربط (أي

سعوياً). في مرشحات الحزمة تصادف كل من القارنات التحريضية وكذلك أيضاً السعوية. توصف التغذية العكسية الدارات التي تُردُّ فيها قيمة الخرج (تيار أو توتر) لرباعي الأقطاب (شبكة كهربائية ذات نقطتي دخل ونقطتي خرج) على الدخل. تستخدم غالباً تغذية عكسية كهذه في الدارات الإلكترونية، فبواسطتها يمكن بناء الدارات المهتزة، أو تحسين خواص المضخمات. لتحسين خواص أخرى يمكن أيضاً أن يعاد فقط جزء من إشارات الخرج إلى الداخل من خلال وصل متعاكس (مثلاً في مضخم العمليات، أو من خلال وصل متوافق في الدارات المولدة للاهتزازات).

تبنى المضخمات المعقدة المتعددة المراحل من عدد كبير من الترانزستورات وعناصر البناء الأخرى، وتُنتج كدارات تكاملية. عند الاستطاعات الأكبر يجب تأمين تبديد كافٍ للحرارة مثلاً من خلال جسم تبريد على عناصر البناء أو الرقاقة الإلكترونية (Chip).

الترانزستور ومضخم العمليات ❷ ❸

من خلال إدخال الترانزستورات (⟵ عناصر البناء من أنصاف النواقل) وتجميعاً في دارات تكاملية (هندسة الدارات التكاملية IC) فقد تم تصغير دارات المضخمات وبالنتيجة تصغير الأجهزة الإلكترونية بشكل واضح (الشكل ٢).

الترانزستور: هو عنصر بناء إلكتروني فعال، ويتألف من بلورة نصف ناقل (سيليسيوم، وكذلك جيرمانيوم أو سيانيد الغاليون). من خلال المعالجة الخاصة (الإشابة) تنشأ مناطق متفاوتة الناقلية الكهربائية. ويمكن التحكم بالتيار عبر الترانزستور من الخارج، بحيث أنه لا يستخدم كمضخم فحسب، وإنما أيضاً كقاطع أو حساس في الدارات الإلكترونية. للتضخيم يستخدم كثيراً الترانزستور الثنائي الأقطاب (الشكل ٣)، الذي يُبنى من ثلاث طبقات متتابعة فوق بعضها ذات مناطق مختلفة الناقلية. يدعى مجالُ نصفي الناقل الخارجيين بالمجمّع وبالناشر، وتدعى الطبقة

الوسطى الرقيقة جداً بالقاعدة. يمثل الترانزستور السالب - الموجب - السالب npn الدارة الأكثر استخداماً، فبواسطته يمكن تضخيم التيار لأكثر من ١ : ٥٠٠.

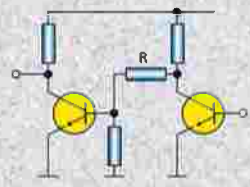
تكمن محاسن الترانزستور في بنائه المدمج، أي في أبعاده الصغيرة، والحرارة الضائعة القليلة، فقد حل في هذه الأيام إلى حد بعيد محل اللمبة الإلكترونية، ما عدا في المجالات ذات الاستطاعات الكبيرة والترددات العالية (على سبيل المثال في تقنية الموجات الميكروية).

مجالات استخدام المضخمات:

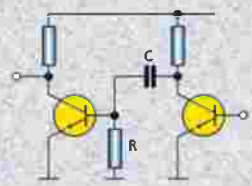
يمكن التمييز بين المضخمات حسب موقع وبعد مجال تردد الإشارات المطلوب تضخيمها: مضخمات تردد الصوت «النغمة»، أو مضخمات التردد البيني في أجهزة استقبال الراديو، أو مضخم «مكبر» الصورة في أجهزة التلفاز، أو مضخم التردد المنخفض للمحطات الكهرصوتية، أو مضخمات الشريط العريض ومضخمات الشريط الضيق في هندسة الاتصالات البعيدة، أو مضخمات الإرسال لتضخيم استطاعات البث العالية التردد.

❶ وصل مراحل التضخيم

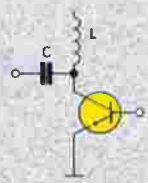
ⓐ الوصل الغلفاني



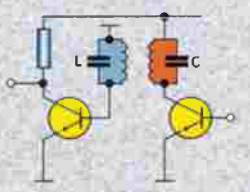
ⓑ الوصل السعوي



ⓒ الوصل التحريضي

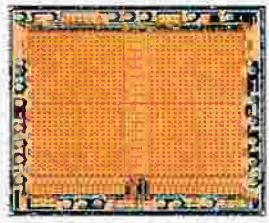


ⓓ وصل مرشح الحزمة



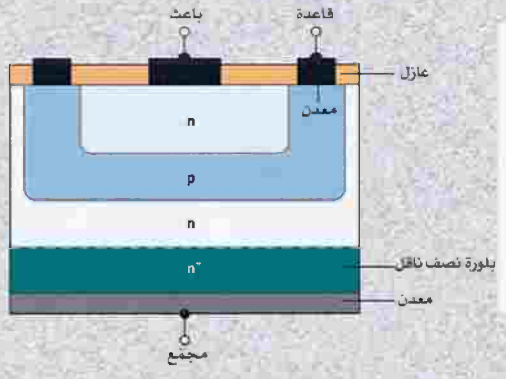
مقاومة R = مكثف C = وشيعة L =

❷ ترانزستور



أدى تصغير الترانزستورات حالياً إلى إمكانية حزمها بالتصاق متواصل على الرقاقات (الكسرات) الإلكترونية

❸ ترانستور npn ثنائي القطبية في تقنية مسطحة



المضخات

مسجلات الأشرطة:

مسجلات الأشرطة هي آلات تسجيل أشرطة دون مراحل تضخيم نهائية خاصة بها ودون مكبرات صوت، وتستخدم لتحريك وتسجيل الإشارات المسموعة (موسيقى، نصوص، وما شابه) على شريط ممغنط.

بنية ووظيفة ميكانيكية السوّاقة ❶

يوجد الشريط الممغنط القابل للتشغيل على الجانبين في علبة شريط مدمجة (CC = Compact Cassette) بحجم ١٠ × ٦,٣ سم، ولدى وضعها في جهاز التشغيل يتقدم راس المسح ورأس النغم (الرأس المركب) وكذلك بكرة الضغط المطاطية على «مزلاج» إلى الشريط (الشكل ١). يدخل محورا النقل ومحور النغم ودليلا إدخال علبة الشريط فيها بشكل عمودي. عند تسجيل أو إعطاء المعلومات يجب أن يمرر الشريط بسرعة محددة وبدقة على الرؤوس، ولكي تبقى سرعة الشريط دوماً ثابتة ومستقلة عن قطر لفات الريط، يستخدم لتقديم الشريط محو شد خاص (محور النغم أو محور لف Capstan)، يُضغط عليه الشريط بواسطة بكرة ضغط مطاطية. وبالمقابل في تشغيل اللف يجب أن يُلف الشريط إلى الأمام أو الخلف بسرعة (وظائف السواقة السريعة). أثناء ذلك يسمح للرؤوس عدم ملامسة الشريط لمنع الاهتراء غير الضروري للشريط الممغنط.

محركات سواقة الشريط ❷

تعلق بسرعة المضبوط للشريط بشكل كبير بدفع محور النغم الذي ينقل الشريط بمساعدة بكرة الضغد. بالتشغيل عبر المباشر (الشك ٢ أ) يُربط محور النغم بصلابة مع كتلة دافعة مربوطة بالمحرك (دفع بواسطة سير نقل الحركة). يتم التوصل إلى عدد الدورات المختلفة لمحور النغم من خلال التخفيض (انتقال عدد الدورات إلى البطيء). تتم المحافظة على استقرار عدد دورات المحرك ذي التيار المستمر إلكترونياً. يؤمن عزم عطالة الكتلة الدافعة (الحدافة) خواص كافية للسيير المنتظم.

بسبب التكاليف المناسبة تزوَّد مسجلات السيارات بدفع غير مباشر. يعمل التشغيل المبار (الشكل ٢ ب) بمحرك محور نغم منظَّم إلكترونياً، وهنا يجلس محور النغم مباشرة على عمود المحرك، وبذلك يلغي التخفيض. يسمح المحرك بتقنية شد بسيطة نسبياً لأن جميع عمليات التوصيل مثل السير نحو الأمام، والسير نحو الخلف، وسرعات الشريط الممغنط تنظم إلكترونياً. يقدم التشغيل المبار سيراً منتظماً جيداً، وعزماً دورانياً عالياً، واستقراراً عالياً وخلال زمن طويل. يتم دفع صحن اللف في العديد من الأجهزة أيضاً عن طريق سير نقل الحركة وقوى الاحتكاك.

في الأجهزة المكلفة والغالية المعدة للاستعمال المنزلي تستخدم محركات منفصلة مع علبة سرعة ذات مسننات لتحريك كتلة التشغيل صحن اللفز. كما يؤمن محرك ثالث كمحرك مساعد التحكم الإلكتروني للقسم الميكانيكي. يسمح التحكم الإلكتروني الكامل في وظيفة السواقة وسحب الشريط بتحويل الوصل المباشر لجميع وظائف الحركة دون خطر على مادة الشريط (الاهتراء، التمزق أو ما شابه). طالما أن صحن اللف منفصل عن شد محور النغم، لا يتأثر الشد من خلال قيم الاحتكاك المتذبذبة لعلبة الشريط حيث ينتج عن ذلك قيم سير منتظمة أفضل.

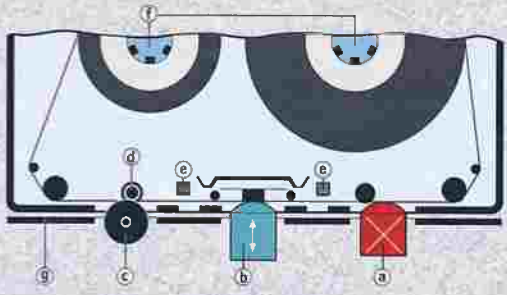
شريط التسجيل المسموع الرقمي (DAT)

للوصول إلى جودة القرص المدمج (⟵ مشغل القرص المدمج) عند إعادة إعطاء المادة المسجلة على الشريط الممغنط، فقط طُرح في السوق عام ١٩٨٧ نظم (DAT = Digital Audio Tape) شريط التسجيل المسموع الرقمي الذي يسجل إشارات مسموعة رقمياً عل شريط ممغنط. بسبب التحويل إلى أرقام تكون سرعة الشريط في التسجيل الرقمي أعلى بكثير منها في الإشارات التماثلية analog. لذلك يرجع مسجل الشريط المسموع الرقمي DAT (الشكل ٣) على تقنية آلات التسجيل المرئي (⟵ مسجل الفيديو): طريقة المسار المائل مع طبلة رأس دوارة. يحتوي الشريط على مسارات متوضعة بشكل مائل ومسارين على الحافتين يمكن

استعمالها لأغراض خاصة. يلف الشريط طبلة الرأس الموجود عيها رأسين مغناطيسين يبعدان عن بعضهما بمقدار ٩٠ درجة. دائماً يوجد رأس واحد فقط بتماس مع الشريط. من سرعة دوران طبلة الرأس التي تقف بشكل مائل على الريط ومن تقدم الشريط (كلاهما يدور بنفس الاتجاه) تنتج سرعة نسبية عالية بشكلٍ كافٍ بين الشريط والرأس (٣,١٣٣ م/ثا).

يتميز نظام التسجيل المسموع الرقمي بمحاسن كثيرة: مدة عمل «تشغيل» طويلة من ساعتين وحتى ثلاث ساعات في علب الأشرطة الصغيرة الأبعاد أكثر، منها في علب الأشرطة التقليدية، ووظيفة بحث سريعة للإيجاد وللقفز عن العناوين الموسيقية المختلفة، وتكاليف تشغيل منخفضة من خلال الاستهلاك القليل للشريط، والعديد من الوظائف الخاصة من خلال استخدام شيفرة فرعية مكلفة Subcode. من خلال القياسات المتفاوتة وأساليب التشغيل المختلفة فإن علب الأشرطة المدمجة غير متوافقة (قابلة للتبادل) مع علب أشرطة التسجيل المسموع الرقمي DAT وبالتالي لا يمكن تشغيلها بنفس الجهاز.

❶ نقل الشريط في علبة الشريط المدمجة

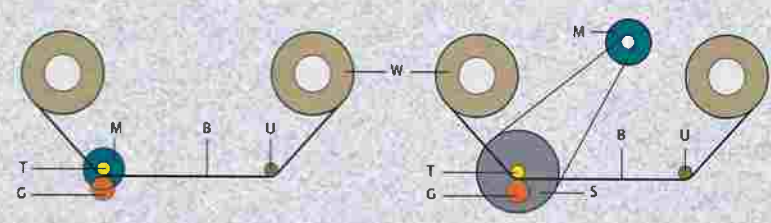


ⓐ رأس المسح
ⓑ رأس مركب
ⓒ بكرة ضغط مطاطية
ⓓ محور الصوت
ⓔ دليل ادخال علبة الشريط
ⓕ محاور النقل
ⓖ «الزلاقة»

❷ آلية الدفع لسواقة الشريط

ⓐ سواقة مقادة بشكل غير مباشر

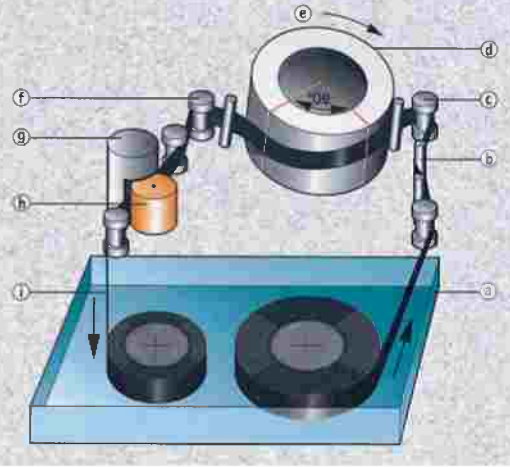
ⓑ سواقة مقادة بشكل مباشر



B = الشريط
G = بكرة ضغط
M = محرك
S = حداقة ، دولاب معدل

U = بكرات توجيه (توجيه الشريط)
T = محور الصوت
W = صحن اللف

❸ شريط سمعي رقمي



ⓐ علبة
ⓑ التحكم بسحب الشريط
ⓒ توجيه الشريط
ⓓ ملم30طبلة الرأس بقطر
ⓔ جهة دوران طبلة الرأس
ⓕ توجيه الشريط
ⓖ محور الصوت
ⓗ بكرة ضغط
ⓘ الشريط

علب الأشرطة

الميكروفونات (لواقط الصوت) ومكبرات الصوت:

لنقل الإشارة الصوتية يطلب وجود المحولات الكهرصوتية، التي تحول على الجانب المرسل تغيرات ضغط الصوت إلى إشارات كهربائية (ميكروفونات) وعلى الجانب المستقبل الاهتزازات الكهربائية إلى صوت من جديد (مكبرات صوت). لذلك تحتوي لواقط الصوت ومكبرات الصوت على غشاء كعنصر فعال.

بنية (لاقط الصوت) الميكروفونات ❶

يستخدم على الأغلب ما يسمى الميكرفون ذو الوشيعة الغاطسة، وهو لاقط صوت كهروديناميكي، وفيه يحرك ضغط الصوت وشيعة مرتبط بغشاء موجود في فتحة هوائية لمغناطيس دائم (الشكل ١). يتحرض في لفات الوشيعة جهود متناوبة بتردد الصوت. في الميكرفون السعوي (الميكرفون الكهروستاتيكي) تتحول سعة المكثف بالعلاقة مع تغير ضغط الصوت إلى توترات كهربائية. في الميكروفونات الكهرومغناطيسية تتغير فتحة الهوائي للمغناطيسي بالعلاقة مع تغير ضغط الصوت. من خلال تغير التدفق المغناطيسي الناتج يتحرض جهد في الوشيعة.

القيم الاسمية «المؤشرات» ●

ينتج معمل النقل T من نسبة الجهد المعطى إلى تغير ضغط الصوت الفعال، ويقاس عند التردد الطبيعي (١ كيلوهرتز) في المجال الخالي من الانعكاس في حال اللاحمل للميكروفون، ويجب أن يكون كبيراً قدر الإمكان. يحسب الترددات الحديان السفلي والعلوي من خلال قياس سبة النقل عند ترددات مختلفة وثبوت تغير ضغط الصوت. تتعلق مميزات التوجيه لميكرفون ما بتصميمه. وهذا يعني: من أي الجوانب يستطيع الميكرفون التقاط الصوت. إذا كان المجال خلف الغشاء مغلق، فيستطيع ضغط الصوت التأثير على الغشاء من الأمام فقط، ويمكن التقاط موجات الصوت عند الترتيب المناسب للغشاء من جميع الاتجاهات بشكل جيد. أما إذا وجد الغشاء مكشوفاً في علبة الميكرفون، فتخترق موجات الصوت من الأمام ومن الخلف (نظام

مفتوح). من خلال الجمع بين النظامين المغلق والمفتوح تنتج ما تسمى الميكرفونات الموجهة (الشكل ٢) ذات الأهمية الخاصة في تقنيات التسجيل ذي السماعات المجسمة Stereo Phone.

مكبرات الصوت ❸

من أجل مجموعات الدقة العالية (fi – High Fidelity = Hi) تستخدم قريباً فقط مكبرات صوت كهروديناميكية، نظام تحويلها يعاكس نظام تحويل الميكرفون الديناميكي. يُنتج الحقل المغناطيسي من خلال مغناطيسس دائم مصنوع بشكل حلقي، تغطس في فتحته الهوائية وشيعة اهتزازية (الشكل ٣). إذا تدفق في الوشيعة تيار متناوب بتردد الصوت، فينتج حول أسلاكها حقول مغناطيسية. تضع القوى الناتجة بين الحقول المغناطيسية هذه وبين حقل المغناطيس الدائم الوشيعة في حالة حركة. تُربط الوشيعة بالغشاء الذي ينتج تغيرات ضغط الصوت.

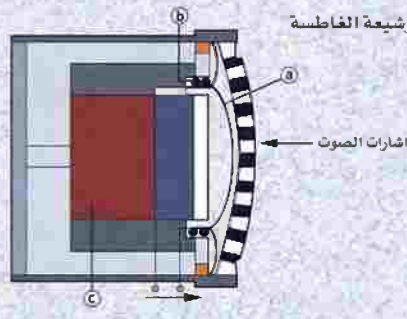
علب مكبرات الصوت ❹

يكون نقل الترددات المنخفضة أفضل، كلما كان غشاء مكبر الصوت أكبر؛ ولكن يطلب قطر غشاء صغير من أجل الترددات العالية. لتغطية كامل طيف الترددات فإنه من الضروري وجود العديد من الأغشية. لإعادة إعطاء الموسيقة الطبيعية تُستخدم تراكيب من المنغِّمات المنخفضة والمتوسطة والعالية «التردد». تؤمن بدالات التردد (المصافي أو المرشحات) تقسيم كامل مجال تردد الصوت والتوجيهه المطابق لمختلف مكبرات الصوت (هيكل معدني). تستخدم غالباً أغشية على شكل قلنسوة (مكبرات الصوت على شكل قلنسوة) من أجل مكبرات الصوت العالية النغم، التي ترسل الصوت بسبب سطحها النصف كروي إلى زاوية إضافي غير الغشاء المخروطي. لتجنب التماس (دارات القصر) تصنع مكبرات الصوت في صناديق مغلقة (الشكل ٤). تفيد لبادة التخميد داخل العلبة في تضعيف حالات التجاوب أو الطنين المحتملة. تحسن فتحة انعكاس الأصوات الثخينة Bass من إرسال النغمات

العميقة في العلب ذات الأبعاد الصغيرة. في الصناديق الفعالة تبنى هياكل (شاسيات) مكبرات الصوت وبدالات التردد مع مضخمات استطاعة بينية، واحداً لكل مجال تردد.

تميل جميع أغشية مكبرات الصوت بسبب كتلتها إلى العطالة، بحيث أنها تتجاوب مع النبضات بشكل متأخر، أما في الصندوق الفعال فتقارن حركات الغشاء مع إشارات الخرج وتصحح (التغذية العكسية). بذلك تحوَّل قيمة الخرج من خلال محول قيمة القياس إلى قيمة كهربائية. تستخدم التطورات الجديدة والتي تُدعى معالجات الصوت بدلاً من بدالات التردد حاسوب تمثيلي يتم فيه برمجة جميع مواصفات علبة مكبر الصوت وهيكله، فيه تقدم على سبيل المثال بواسطة مقلد أصوات مبرمج بشكل ثابت إمكانية إنتاج جو حفلة موسيقية في غرفة المعيشة.

❶ ميكرفون الوشيعة الغاطسة



ⓐ غشاء
ⓑ وشيعة اهتزازية
ⓒ مغناطيس

❷ خواص الميكروفونات الموجهة

كرة :
التقاط الصوت
من جميع الاتجاهات

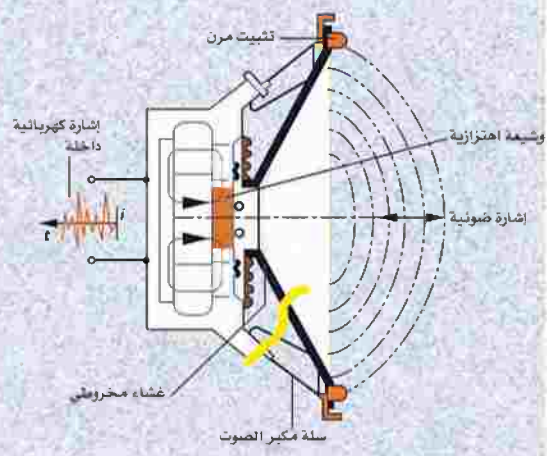
رقم 8 :
التقاط الصوت
من الجانبين بنفس
الحساسية

كلية : عدم
التقاط الصوت
من الخلف

هراوة :
دمج الصوت
بتلاصق كبير

الكلية الصخمة:
عدم التقاط
الصوت من الخلف

❸ بنية مكبر صوت ديناميكي



❹ مكبر الصوت

الميكروفات مكبرات الصوت