تكنولوجيا البث الرقمى وفاعليتها فى الصورة التليفزيونية المحلية والعالمية

Digital broadcasting technology and its effectiveness in the local and international television image

أ.م.د/ أحمد عبد العظيم محمود

أستاذ مساعد بقسم الفوتوغرافيا والسينما والتليفزيون- كلية الفنون التطبيقية – جامعة ٦ أكتوبر

Assist. Prof. Dr. Ahmed Abdel Azem Mahmoud

Assistant Professor, Department of Photography, cinema and Television

Faculty of Applied Arts - October 6 University

ahmedabdelazem.art@o6u.edu.eg

الملخص:

منذ ظهور التليفزيون وحتى الآن وهو يستقطب الملايين من المشاهدين فى كل أنحاء العالم وهذا الإهتمام الكبير بهذه الوسيلة الإعلامية يتزايد بشكل مذهل ، وفى ظل التغييرات الحديثة والسريعة فى وسائل الإعلام المختلفة يسعى التليفزيون إلى التنافس القوى بإستخدام أحدث التقنيات التليفزيونية الحديثة بشتى أنواعها ، وقد تدخلت التكنولوجيا بشكل جلى فى جميع مراحل إنتاج الصورة التليفزيونية لتقديم صورة بأعلى درجات الجودة الممكنة شكلا ومضمونا ، وتعتبر مرحلة البث التليفزيونى أحد أهم مراحل منظومة العمل التليفزيونى والتى تقدمت بشكل كبير فى الآونة الأخيرة بفضل تطور الأنظمة الرقمية وتكنولوجيا الإتصالات وإطلاق عشرات الأقمار الصناعية التى تخدم عمليات البث بالإضافة الى ثورة وسائل التواصل الإجتماعى المختلفة والتى أصبحت جزءا هاما ورئيسيا فى الحياة اليومية بفضل التطور الكبير فى شبكات الانترنت بالإضافة الى تطور تكنولوجيا انتاج صورة الفيديو التى تنتج العديد من أنظمة صورة الفيدو الرقمى ذات الجودة العالية ، وسوف يتناول البحث مراحل تجهيز صورة الفيديو بعد إنتاجها وحتى ظهورها على الشاشات المختلفة بداية من عملية الإعداد ثم التوزيع ثم البث والذى أصبح متعدد الأنواع بعد التحول من البث التناظرى الى البث الرقمى الذى يتخذ إتجاهات وطرق متعددة مثل البث الرقمى الأرضى وتليفزيون الكابل وتليفزيون بروتوكول الانترنت بأنواعه المختلفة والبث عبر الأقمار الصناعية التى تلعب دورا هاما وفعالا فى مختلف أنظمة البث ومدى فاعلية هذا التطور فى الصورة التليفزيونية على المستويين المحلى والعالمى لنجد أن برنامج الفضاء المصرى يسير بخطوات جيدة طبقا لاستراتيجية مصر للتنمية المستدامة لمحاولة الوقوف على أحدث تكنولوجيا البث التليفزيونى ومن خلال تكنولوجيا البث والعرض هناك بعض الخطوات التى يجب اتباعها للحصول على أفضل درجة جودة للصورة المعروضة .

الكلمات المفتاحية:

تكنولوجيا البث التليفزيونى , البث الرقمى , التليفزيون الرقمى

Abstract:

Television attracts millions of viewers all over the world, and this great interest in this media is increasing with the rapid and modern changes in media. Technology has clearly intervened in all stages of television image to provide an image of the highest possible quality in form and content. The stage of television broadcasting is one of the most important stages of the television system, which has advanced significantly in recent times thanks to digital systems, dozens of satellites, the development of Internet networks and the revolution of social media.

The research will deal with the different technology of television broadcasting systems and its effectiveness in the local and global television image. The problem of the study lies in the confusion between the concepts of multiple broadcasting systems and the lack of technical bases and rules for those systems to ensure obtaining the highest possible quality on different TV screens. The study will attempt to answer some questions, such as what extent is possible to activate the various digital broadcasting systems locally and globally? And what is the difference between broadcasting and streaming? The study aims to clarify the differences between the technology of different television broadcasting systems and their impact on the quality of the video image, to highlight the extent to which the latest broadcast technology can be applied, and the extent to which interactive television systems have developed with the development of television broadcasting technology, and to clarify the areas most affected by digital television broadcasting technology

Keywords:
Television broadcasting technology , digital broadcasting , digital television

مقدمة

يلعب التطور التكنولوجى دورا هاما وجوهريا فى العديد من المجالات وتحديدا فى عالم الإتصالات التى أصبحت جزءا هاما ورئيسيا يشغل عقول وقلوب مرتديها على إختلاف إهتماماتهم وثقافتهم وباتت الشاشة الفضية أحد أهم أعمدة تكنولوجيا الإتصالات بإختلاف أنواعها وأشكالها وزادت من أهميتها التطور التكنولوجي فى صناعة صورة الفيديو وكذا الثورة فى وسائل التواصل الإجتماعى المختلفة والتى أصبحت أحد أهم نوافذ الإتصال والتواصل بين فئات الجمهور المختلفة ، وللحصول على صورة الفيديو الرقمية فى شكلها النهائى عبر مختلف وسائل العرض تعتبر تكنولوجيا عمليات البث الرقمى لصور الفيديو المختلفة أحد أهم مراحل تكنولوجيا صناعة الصورة والتى تقدمت كثيرا فى الآونة الأخيرة بشكل ملحوظ نتيجة للتحول الرقمى وتكنولوجيا الإتصالات وهو ما ستحاول الدراسة تناوله للوقوف على آخر ما توصلت ايه تكنولوجيا البث ومدى فاعليته فى صورة الفيديو عالميا ومحليا .

مشكلة البحث :

١- تكمن مشكلة الدراسة فى الخلط بين مفاهيم أنظمة البث المتعددة وعدم توافر الأسس والقواعد الفنية الخاصة بتلك الأنظمة لضمان الحصول على أعلى درجة جودة ممكنة على شاشات العرض التليفزيونى المختلفة ، وكذلك التعرف على مدى إمكانية تفعيل أنظمة البث الرقمى بأشكالها المختلفة محليا وعالميا .

٢- كيفية تحديد وسيلة البث المناسبة للمحتوى التليفزيونى ووسيلة العرض والأجهزة المستخدمة وكيفية الإستفادة من التقنيات الرقمية وتكنولوجيا الإتصالات من حيث موارد الطيف الترددي المتاح وجودة الإشارة وتكلفة الإدخال .

التساؤلات البحثية :

١- ماهو التطور التكنولوجى الذى حدث فى عمليات البث التليفزيونى المختلفة محليا وعالميا ؟

٢- ما هو الفرق بين البث والتدفق لصورة الفيديو الرقمى؟ وماهى مراحل بث إشارة الفيديو حتى عرضها على الشاشة؟

٣- ماهى طرق وأنواع البث الرقمى للصورة التليفزيونية ؟ وما هى الفروق التقنية بينها ؟

٤- ماهى أسباب إختيار شبكات البث التلفزيوني الرقمي الأرضى؟ وماهى متطلبات تنفيذها وعلاقتها بالأقمار الصناعية؟

٥- ما هى علاقة البث التليفزيونى بجودة الصورة وكيفية الحصول على أعلى درجة جودة ممكنة وهل يمكن بث درجات الجودة المختلفة SDTV-HDTV-UHDTV-4K بنفس وسيلة البث وبنفس التردد والأجهزة المستخدمة ؟

٦- ماهو وضع تكنولوجيا البث فى مصر بالنسبة لتكنولوجيا البث العالمية ؟

٧- ماهو مستقبل البث التليفزيونى ومدى تأثير وسائل التواصل الإجتماعى على نسبة مشاهدة التليفزيون ؟

أهمية البحث :

ترجع أهمية البحث إلى التعرف على التكنولوجيا المختلفة لطرق بث صورة الفيديو عبر المنصات المختلفة ومدى فاعلية تكنولوجيا الإتصالات والأقمار الصناعية وشبكات الإنترنت فى تطوير عمليات البث وتوضيح مدى تأثير وسائل التواصل الإجتماعى المختلفة فى طرق البث الخاصة بصورة الفيديو .

هدف البحث :

يهدف البحث إلى توضيح الفروق بين تكنولوجيا أنظمة البث التليفزيونى المختلفة ومدى تأثيرها على جودة صورة الفيديو وإبراز مدى إمكانية تطبيق أحدث تكنولوجيا البث محليا وعالميا ، ومدى تطور أنظمة التليفزيون التفاعلى بتطور تكنولوجيا البث التليفزيونى وتوضيح أكثر المجالات تأثرا بتطور تكنولوجيا البث التليفزيونى الرقمى .

منهج البحث :

يتبع البحث المنهج الوصفى التحليلى القائم على تعريف ووصف وشرح تكنولوجيا أنظمة البث التليفزيونى المختلفة لمحاولة الوصول إلى أعلى درجات الجودة فى صورة الفيديو الرقمية المعروضة على منصات العرض المختلفة .

عملية البث والنماذج الاقتصادية لها

البث Broadcasting هو عملية توزيع محتوى صوتي أو فيديو لجمهور عبر أي وسيلة اتصالات جماعية إلكترونية ، وعادةً ما تستخدم الطيف الكهرومغناطيسي (موجات الراديو) في نموذج من مرسل إلى عدة مستقبلين ، وغالبا ما يرتبط البث عبر الهواء بالراديو والتلفزيون على الرغم من أنه في الآونة الأخيرة بدأ توزيع كل من البث الإذاعي والتلفزيوني عن طريق الكابل ، والنقطة المهمة هي أن أي شخص لديه تكنولوجيا ومعدات الإستقبال المناسبة مثل جهاز راديو أو تلفزيون يمكنه استقبال الإشارة وهناك عدة وسائل لتقديم الدعم المالي للبث المستمر ومنها :

البث التجاري: محطات أو قنوات أو شبكات مملوكة للقطاع الخاص تهدف للربح تقدم محتوى تليفزيونى للجمهور مدعومة ببيع وقت البث للمعلنين للإعلانات الإذاعية أو التلفزيونية .

البث العام: محطات أو شبكات غير هادفة للربح مملوكة للقطاع العام مدعومة برسوم الترخيص أو الأموال الحكومية أو المنح المقدمة من المؤسسات أو إكتتاب الشركات أو عضوية الجمهور أو المساهمات أو مزيج منهم .

البث المجتمعي: شكل من أشكال الوسائط الجماهيرية كمحطة تلفزيونية أو إذاعية تُبرمج من قبل مجموعة مجتمعية لتقديم محتوى محلى قد يتم تشغيلها من قبل كلية أو جامعة محلية أو شركة كابل أو حكومة بلدية.

البث عبر الإنترنت: يدفع الجمهور مقابل الحصول على الخدمة لإعادة الشحن .

قد يعتمد القائمون بعملية البث على مزيج من نماذج الأعمال هذه على سبيل المثال في أمريكا تكمل الإذاعة العامة الوطنية (NPR) وخدمة البث العامة (PBS) إشتراكات العضوية العامة والمنح بتمويل من مؤسسة البث العام (CPB) والتي يتم تخصيصها مرتين سنويًا من قبل الكونجرس تُمنح المنح الخيرية والشركات الإذاعية العامة الأمريكية بشكل عام في الاعتبار لمواقع الاكتتاب التي تختلف عن الإعلانات التجارية من حيث أنها تخضع لقيود محددة من لجنة الإتصالات الفيدرالية والتي تحظر الدعوة إلى منتج أو دعوة للعمل ، ويعرّف قانون الولايات المتحدة للوائح الفيدرالية العنوان ٤٧ الجزء ٩٧ البث على

أنه عمليات الإرسال المعدة للاستقبال من قبل عامة الناس سواء بشكل مباشر أو غير مباشر[١] ، وهناك فرق بين كلمتى البث broadcasting والإرسال transmissions فالبث هو إرسال رسالة أو إشارة عبر موجات الراديو أو أى وسيلة الكترونية أما الإرسال هو نقل شئ من شخص أو مكان لآخر[٢].

طرق البث المختلفة

تاريخياً كانت هناك عدة طرق مستخدمة لبث الوسائط الإلكترونية الصوتية والمرئية لعامة الناس وهى :

البث الهاتفي: (١٩٣٢-١٨٨١) وهو أقدم شكل من أشكال البث الإلكتروني وقد نما البث الهاتفي لتشمل خدمات الصحف الهاتفية للأخبار والبرامج الترفيهية التي تم تقديمها في تسعينيات القرن التاسع عشر .

البث الإذاعي: تجارياً من عام ١٩٢٠يتم إرسال الإشارات الصوتية عبر الهواء على شكل موجات راديو من جهاز إرسال ويتم التقاطها بواسطة هوائي وإرسالها إلى جهاز استقبال .

البث التلفزيوني: بدأ تجريبياً من عام ١٩٢٥ وتجارياً من الثلاثينيات وهو امتداد للراديو ليشمل إشارات الفيديو.

راديو الكابل عام ١٩٢٨**وتلفزيون الكابل** عام ١٩٣٢: ويتم عبر كابل متحد المحور يعمل في الأساس كوسيلة نقل للبرامج التي يتم إنتاجها في محطات الراديو أو التلفزيون ، ولكن توسعت لاحقًا إلى عالم واسع من القنوات التي تنشأ من الكابلات.

البث المباشر: بواسطة الأقمار الصناعية من عام ١٩٧٤ وراديو الأقمار الصناعية من عام ١٩٩٠ مخصص لبرمجة البث المباشر على عكس الروابط الصاعدة والروابط الهابطة لشبكة الاستوديو ، ويوفر مزيجًا من برامج البث الإذاعي أو التلفزيوني أو كليهما مع برامج إذاعية مخصصة عبر الأقمار الصناعية.

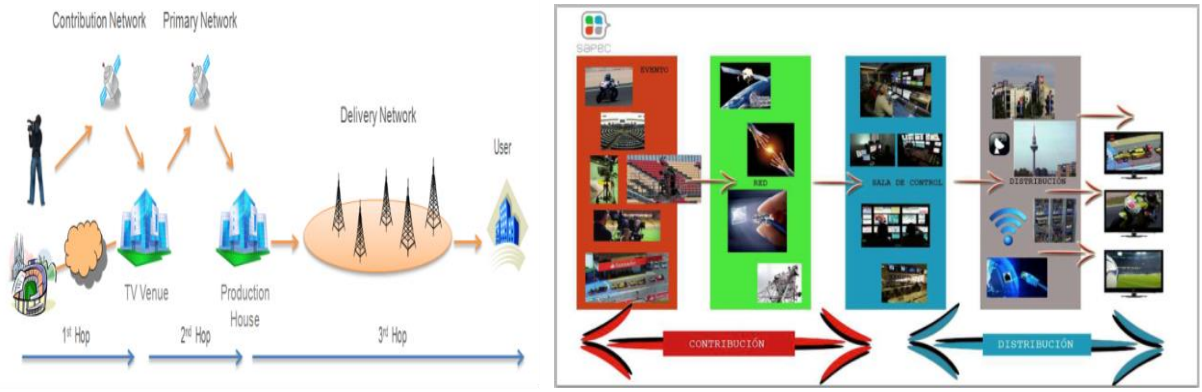
البث عبر الإنترنت للفيديو والتليفزيون:(من عام ١٩٩٣) والصوت / الراديو (من١٩٩٤) مزيجًا من برامج البث الإذاعي والتلفزيوني التقليدية مع راديو الإنترنت المخصص والتلفزيون عبر الإنترنت[١].

الطريق إلى الفيديو The Path to the Video

عند تناول تكنولوجيا البث فإننا بصدد الحديث عن الفيديو الرقمى الذى أصبح هو وسيلة الإرسال الرئيسية والمستخدمه فى مجموعة واسعة من التطبيقات مثل التلفزيون الرقمي والتلفزيون عالي الدقة والإتصال الهاتفي عبر الفيديو وعقد المؤتمرات عن بعد ، والفيديو الرقمي هو في الأساس سلسلة من الصور التي يتم عرضها بمرور الوقت كل صورة من تسلسل الفيديو الرقمي هي إسقاط ثنائي الأبعاد لعالم ثلاثي الأبعاد وبالتالي يتم إلتقاط الفيديو الرقمي كسلسلة من الصور الرقمية يمكن رؤيتها كمصفوفة ثنائية الأبعاد من البكسل تمثل كل قيمة بكسل قيم اللون والشدة الضوئية وبالتالي يتم تمثيل كل بكسل بمكونات RGB المصفوفة ثنائية الأبعاد للبكسل التي تشكل صورة هي في الواقع ثلاث مصفوفات ثنائية الأبعاد مع مصفوفة واحدة لكل مكون من مكونات RGB عادةً ما تكون دقة ٨ بت لكل مكون كافية لتطبيقات المستهلك النموذجية وللتفكير فى بث إشارة الفيديو يجب الأخذ فى الإعتبار أن صورة التلفزيون الرقمى القياسية بدقة ٧٢٠ × ٤٨٠ ومعدل إطارات يبلغ ٣٠ إطارًا في الثانية بمساحة ألوان RGB مع ٨ بت لكل مكون أو ٣ بايت لكل بكسل فإن حجم كل إطار هو ٧٢٠ × ٤٨٠ × ٣ بايت ومساحة القرص المطلوبة لتخزين ثانية واحدة من الفيديو ٧٢٠ × ٤٨٠ × ٣ × ٣٠ = ٣١،١ ميجابايت وبالتالي سيتطلب مقطع فيديو مدته ساعة واحدة ١١٢ جيجابايت ولتقديم الفيديو عبر الشبكات السلكية أو اللاسلكية فإن النطاق الترددي المطلوب هو ٣١،١ × ٨ = ٢٤٩ ميجابت في الثانية ومعدلات بيانات إشارات الفيديو الرقمية غير المضغوطة يكون ٢٧٠ميجابايت فى الثانية فى SDTV ، ويكون ما بين ١،٥ إلى ٣ جيجا بايت فى الثانية فى HDTV ، و١٢ جيجابايت فى الثانية فى UHDTV لذلك يكون معدل هذه البيانات عالى جدا لإمكانية تخزينه والنطاق الترددي عالى جدا لإمكانية

إرساله لذلك يجب ضغط هذه البيانات لتقليل حجمها وهذه العملية تسمى الترميز coding [٢]، ويحتوي الفيديو الرقمي على نسخ إحتياطية كبيرة يمكن التخلص من هذه التكرارات أو تقليلها لعمل الضغط المناسب والذى يمكن أن يؤدى إلى فقد نسبى فى الجودة ولكن يتم الضغط لينتج فيديو مكافئ من الناحية الإدراكية ولكن ليس مطابقًا للمصدر غير المضغوط ، ويتم تحقيق ضغط الفيديو عادةً عن طريق إستغلال أربعة أنواع من التكرارات وهى:الإدراك الحسي والزماني والمكاني والتكرار الإحصائي ، ويشير التكرار الحسي إلى تفاصيل الصورة التي لا تستطيع العين البشرية إدراكها دون التأثير على جودة الصورة ويؤثر النظام البصري البشري على كيفية إدراك التفاصيل المكانية والزمانية في تسلسل الفيديو حيث تحتفظ العين بإحساس الصورة المعروضة لفترة وجيزة بعد إزالة الصورة وهذه الخاصية تسمى إستمرارية الرؤية ويبلغ الثبات البصري البشري حوالي ١٦/١ من الثانية في ظروف الإضاءة العادية وتنخفض مع زيادة السطوع ويمكن إستغلال خاصية الثبات لعرض تسلسل الفيديو كمجموعة من الصور بمعدل ثابت أكبر من ثبات الرؤية وتعتمد حساسية العين لمعدل الإطارات أيضًا على المحتوى نفسه وسيكون محتوى الحركة العالي مزعجًا أكثر للمشاهد بمعدلات إطارات منخفضة لأن العين لا ترى حركة مستمرة ويمكن استغلال خاصية الثبات لتحديد معدل إطارات لعرض الفيديو بما يكفي فقط لضمان إدراك الحركة المستمرة في تسلسل الفيديو ، وتشير الترددات المكانية إلى التغيرات في مستويات الصورة حيث تنخفض حساسية العين مع زيادتها حيث تقل قدرة العين على التمييز بين المستويات المتغيرة وتسمى خاصية العين هذه بالتكامل المكاني ويمكن إستغلال هذه الخاصية لإزالة الترددات العالية دون التأثير على الجودة المدركة ، وهكذا فإن الإدراك البصري البشري يسمح باستغلال التكرار المكاني والزماني والإدراكي[١] .

وتعتبر طريقة الحصول على صورة الفيديو بمثابة العملية الكاملة بداية من الإلتقاط من المصدر حتى وصوله إلى المستخدم النهائي ، وتتطلب إشارة الفيديو عند المصدر نطاقًا ترددًيا عاليًا جدًا ليتم حملها بشكل صحيح مما يتطلب طرق ضغط تسمح بتوزيعها دون فقدان الجودة الإدراكي من لحظة التقاطها حتى عرضها من قبل المستخدم النهائي ، وتمر صورة الفيديو بعد وصولها إلى الشكل النهائى بعدة مراحل يمكن إدماجها فى ثلاثة مراحل أساسية وهى : مرحلة إعداد الإشارة Contribution ومرحلة التوزيع Distribution ومرحلة البث Broadcasting وخلال هذه المراحل سيتم إعادة ترميز المحتوى في عمليات التحرير وما بعد الإنتاج المختلفة وستتم عملية التشفير الأخيرة في نهايات التوزيع النهائية ليتم فك تشفيرها وعرضها من قبل المستخدمين النهائيين ، ويؤدي هذا إلى تدهور تدريجي في جودة إشارة الفيديو وهناك تقنيات للحفاظ على مستويات الجودة على أعلى مستوى ممكن في المرحلة الأولى وفي مرحلة التوزيع النهائية حيث يحدث أكبر انخفاض في النطاق الترددي وبالتالي أعلى تدهور والشكل (١) يوضح هذه المراحل [٢].



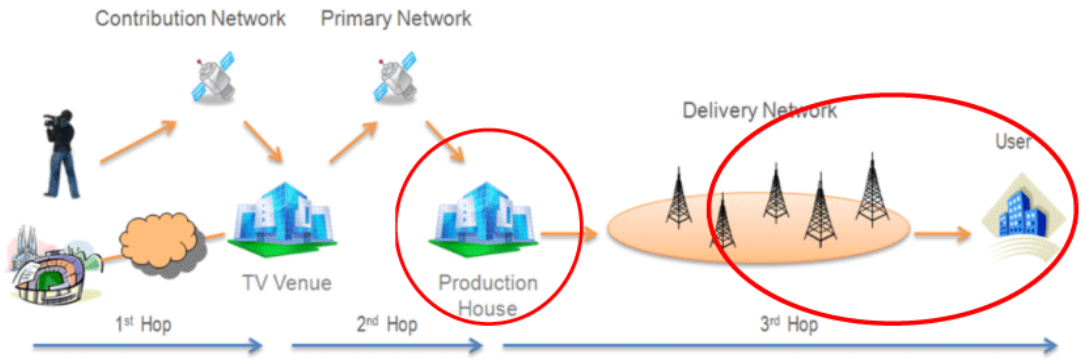
شكل (١) يوضح مراحل بث صورة الفيديو .

مرحلة إعداد وتجهيز الإشارة التلفزيونية TV Contribution

إعداد الإشارة التلفزيونية هو مصطلح يستخدم لوصف خدمة نقل برمجة الفيديو من الاستوديو إلى مركز الإرسال التلفزيوني أو من مصدر بعيد إلى استوديو البث بينما تعيد مراكز الوصلة الصاعدة توزيع بث الفيديو المباشر إلى المنزل (DTH) أو عن طريق خدمة الكابل ، والمصادر البعيدة عادة ما تكون وحدات البث الخارجية (OB vans) والتي تُستخدم عادة لتغطية الأخبار التلفزيونية والأحداث الرياضية[٣] ، أى هي عبارة عن كل المعالجات التي خضعت لها إشارة الفيديو من التقاطها في المصدر حتى يتم إرسالها إلى طرف البث حيث يتم بثها إلى المستخدم النهائي لذلك فإن الهدف هو السماح بالعديد من عمليات فك التشفير (Multi-Generation) بأقل خسارة ممكنة للجودة .

مرحلة التوزيع التلفزيوني TV Distribution

تستخدم روابط التوزيع Distribution links لنقل إشارة الفيديو من مراكز الإنتاج النهائية وهى نهاية مرحلة التجهيز إلى الأطراف النهائية التي ستنفذ البث عبر الوسائط المختلفة إلى المستخدمين النهائيين ، لذلك يُعتبر أن إشارة الفيديو لن تخضع لمزيد من التشفير وبالتالي فإن التشفير المطبق في هذا الإمتداد يكون مكثف بهدف تحقيق خفض كبير في عرض النطاق الترددي المطلوب لبثها على الرغم من أن هذا الترميز غير موصى به للعمليات متعددة الأجيال إلا أنه يحافظ على مستويات الجودة المناسبة لعرضها بواسطة المستخدم النهائي بصرف النظر عن التخفيض الكبير في معدل البت ، والإستفادة من خصائص نظام الإدراك البصري البشري وهو أقل حساسية للألوان من الإضاءة فإن ملفات تعريف التشفير المستخدمة هي ٤: ٢: ٠ تقلل ملفات التعريف هذه جزءًا من معلومات اللون مما يسمح بتقليل النطاق الترددي المطلوب لتشفيرها وبثها ، ونقطة أخرى مميزة لوصلة التوزيع هي أنه في هذا الجزء من السلسلة من الضروري إدخال معلومات خدمة إضافية ليتم بثها في ما يسمى بتعدد الإرسال الرقمي مثل DVB / ATSC / ISDB ، والنص التليفزيوني وتشوير AFD ، ويوضح شكل (٢) مراحل عملية البث [١].



شكل (٢) يوضح مراحل عملية البث .

البث التليفزيونى TV Broadcasting

وتأتى آخر مرحلة فى سلسلة مسار الفيديو وهي البث أى نقل الإشارات السمعية البصرية إلى المستخدم النهائي والبث التلفزيوني هو شكل من أشكال البث الإذاعي لإشارات الراديو من أجهزة الإرسال إلى مستقبلات الهوائي التي تنتج صور فيديو من خلال التلفزيون والتي يمكن ضبطها من قبل الأشخاص والمحددة من قبل محطات التلفزيون (OTA) OVER THE AIR التي تنتج عددًا كبيرًا من القنوات المستقلة ذات الترددات المختلفة ، ويتكون البث التلفزيوني من المحتوى التي يتم توزيعه على المشاهدين الذين تم ضبطهم على القناة المناسبة ويتم استخدامها بشكل فعال للتسويق والإعلان ويتم إرسال

هذه الإذاعات الصوتية والمرئية عبر موجات الأثير إلى الجمهور بجهاز تلفزيون ، وكما نعلم فإنه في الوقت الحالي يعد التلفزيون أكبر نظام اتصال جماعي بعد الهواتف المحمولة المزودة بالإنترنت والذي يمكنه إطلاع المشاهد على السيناريو الحالي للعالم بأسره في ثوانٍ مع وصف كامل للموضوع بأكمله ، ويعرف البث التليفزيونى من خلال IP فى شكل IPTV أو Over The Top OTT على أنه خدمة تدفق streaming [٢] ، وجدير بالذكر أن هناك العديد من تصنيفات البث التليفزيونى فمنها ما يصنف كالتالى :

- التلفزيون التنـاظري Analog Television (NTSC، PAL، SECAM) - التلفزيون المحســن Enhanced TV

- النطاق العريض الهجين Hybrid Broadcast Broadband - البث الرقمي Digital Broadcast [٣].

وهناك تصنيف آخر لبث صورة الفيديو وهو :

- التلفزيون الأرضـــي Terrestrial television - الدوائر التلفزيونية المغلقة Closed-circuit television

- البث الخارجي Outside broadcasting - قمر صـــناعي للبث المباشـــر (DBS) Direct broadcast satellite

وطبقا للتحول الرقمى فى عملية البث بشكل كبير على الرغم من أنه في بعض البلدان لا تزال هناك أنظمة إرسال تماثلية قديمة يتم استبدالها تدريجياً بالنظام الرقمي حيث أحدث التلفزيون الرقمي ثورة في مفهوم التلفزيون باستخدام نماذج رقمية جديدة تسمح ببث صوت وصورة محسّن وتحسين جودتها يمكن تضمين وصول إضافي إلى مجتمع المعلومات أو الخدمات التفاعلية[١] ، يمكن الوصول إلى التلفزيون الرقمي من خلال تصنيفات عملية البث كالتالى : الموجات الأرضية DTTV والكابل والأقمار الصناعية و ADSL والأجهزة المحمولة وهى ما سوف نتناولها بالتفصيل :

البث التلفزيوني الرقمي الأرضي Digital Terrestrial Television Broadcasting (DTTB)

البث الرقمي هو تقنية بث تعتمد على نقل معلومات سمعية بصرية عن طريق تدفق البتات bit وتتكون إشارة البث من الفيديو والصوت وتتضمن أيضًا خدمات البيانات مثل النص التليفزيوني أو الترجمة أو دليل البرامج الإلكتروني وبيانات تعريف البرنامج وتكوين جهاز الإستقبال مثل معلومات عن محطة البث وأنظمة ضغط الفيديو والصوت وبيانات التحكم للتفاعل ونسبة العرض إلى الإرتفاع ويستخدم البث الحديث سلسلة من التقنيات التي تسمح بإنشاء إشارة البث وتسليمها إلى المستخدمين النهائيين ، وتعد البيئة الأكثر ديناميكية وتعقيدًا من الناحية الفنية لتوزيع المحتوى التلفزيوني هي البث التلفزيوني الرقمي للأرض وتقليديا كان البث التلفزيوني التناظري يتم نشره عبر ثلاثة مسارات إرسال وهي مسار إرسال أرضي عبر القمر الصناعي وكابل النطاق العريض broadband cable وتخضع إشارة الفيديو التناظرية لبعض التشوهات التى تؤثر على جودتها مثل التشويه الخطي linear distortion والتشويه الغير خطي nonlinear distortion والضوضاء noise والتشوش interference وتعديل intermodulation [٢]، ويخدم أجهزة إستقبال ثابتة في المنازل ولكن يحتاج مستخدمى اليوم إلى معلومات أكثر وترفيه أعلى في أي مكان وفي أي وقت وعلى أي جهاز إذا كان ذلك ممكنًا بشكل تفاعلي وبأعلى جودة خدمة ممكنة ، وتحاول مفاهيم البث الحديثة التعامل مع هذه المطالب التي لا يمكن تلبيتها إلا من خلال التقنيات الرقمية ويمكن تصميم البث الأرضي الرقمي للعمل مع الهوائيات الموجودة أعلى المبانى والهوائيات الصغيرة المدمجة في الأجهزة المحمولة وللإستقبال المتنقل ومن المرجح أن تستمر الأجهزة التي لا تعتمد على تركيبات هوائية أكبر في خدمة

الجمهور أكثر على سبيل المثال القنوات الفضائية التي تعتمد على هوائيات الأطباق المكافئة ، غالبًا ما تكون مناطق خدمة خطط الإذاعة الأرضية محدودة التداخل حيث يأتي التداخل من أجهزة إرسال البث المجاورة في نفس القنوات ومن أجهزة الإرسال في الخدمات الأخرى ، وتحتاج الإذاعة الأرضية إلى تخطيط دقيق للترددات من أجل الاستخدام الأمثل للطيف الترددي المتاح ويجب مراعاة ذلك عند تصميم وبناء شبكات البث التلفزيوني الأرضي عند التحول من البث التماثلي إلى البث الأرضي الرقمي من إختيار الطريقة الأكثر فعالية للتنفيذ وفقًا لمتطلباتها الفردية و للإستفادة قدر الإمكان من التقنيات الرقمية من حيث موارد الطيف وجودة الإشارة وتكلفة الإدخال ، وأحد المفاهيم المهمة للبث هو قابلية التشغيل البيني interoperability أي أنها تستخدم واجهات متفق عليها وبالتالي فإن أنظمة التلفزيون الرقمي **لها مكونان أساسيان وهما:**

- العناصر العامة : وهي التي تطبق مهما كان نظام التوصيل أرضي أو كابلي أو أقمار صناعية ويمكنهم الاستفادة من الأجهزة والبرامج الشائعة وجعل أنظمة التوصيل المتعددة أسهل وأرخص مثل أنظمة ضغط الفيديو والصوت .

- العناصر الخاصة بالتطبيق: وهى مختلفة مثل المغيرات modulators و المستخلصات demodulators لتلفزيون القمر الصناعى والأرضي.

وهناك مطلب آخر للبث وهو القدرة على تقديم مستويات جودة مختلفة مثل الإنتقال من جودة التلفزيون القياسية إلى HDTV وقد تستخدم إشارات HDTV أنظمة تشفير أحدث وأكثر كفاءة في استخدام الطيف ولكنها غير متوافقة ويمكن بثها في وقت واحد مع نسخة ذات جودة تقليدية لخدمة أجهزة الاستقبال التقليدية وأجهزة استقبال HDTV في نفس الوقت.

ويتم تقديم خدمات DTTB بالتوازي مع وسائل التوصيل الأخرى مثل القنوات الفضائية أو تلفزيون الكابل أو IPTV ، وخدمات البث على الإنترنت المفتوح Over-the Top TV OTT عادةً ما توفر الأقمار الصناعية وتلفزيون الكابل قنوات تلفزيونية أكثر من DTTB نظرًا لعرض النطاق الترددي الأكبر للقناة وطيف التردد الأكبر للتلفزيون على الكابل ومن الناحية النظرية مع IPTV أو البث عبر الإنترنت المفتوح يكون عدد البرامج التلفزيونية المتاحة غير محدود على الرغم من سعتها المنخفضة ويُنظر إلى DTTB عمومًا على أنها الأكثر أهمية لمستقبل البث التلفزيوني لأنه لاسلكي ويدعم أجهزة الاستقبال التي يمكن أن تتحرك وقابل للتوسع بلا حدود وقادر على تقديم محتوى محلي جغرافيًا وفي الوقت المناسب وتدعم خدمات الاشتراك المجانية والبث المباشر ، ولتنفيذ ذلك في أنظمة الإذاعة الرقمية للأرض يتم إدخال المعلومات والتي يمكن تصنيفها في مجموعتين فرعيتين وهما: معلومات الخدمة الخاصة بالبرامج PSI Programme-Specific Information ، والمعلومات التي يتم إدخالها على مستوى النظام Service Information SI .

والمعلومات الخاصة ببرنامج MPEG-2 في الحالة العامة يتكون PSI من ستة جداول وهى :

- جدول معلومات الشبكة (NIT): يحدد معلومات الشبكة مثل تردد الموجة الحاملة وعرض نطاق القناة ومعلومات التشفير ويشير إلى معرف الشبكة PID الذي يحمل البيانات التي يتم تعريفها وهيكلها في نظام إذاعة رقمي معين.

- جدول اقتران البرنامج (PAT): لتوفير المراسلات بين رقم البرنامج وقيمة معرف الرزمة (PID) لحزم TS التي تحمل معلومات البرنامج.

- جدول مخطط البرنامج (PMT): لتحديد أنواع المكونات الأولية للخدمة ومعرف PID في TS الذي يحملها.

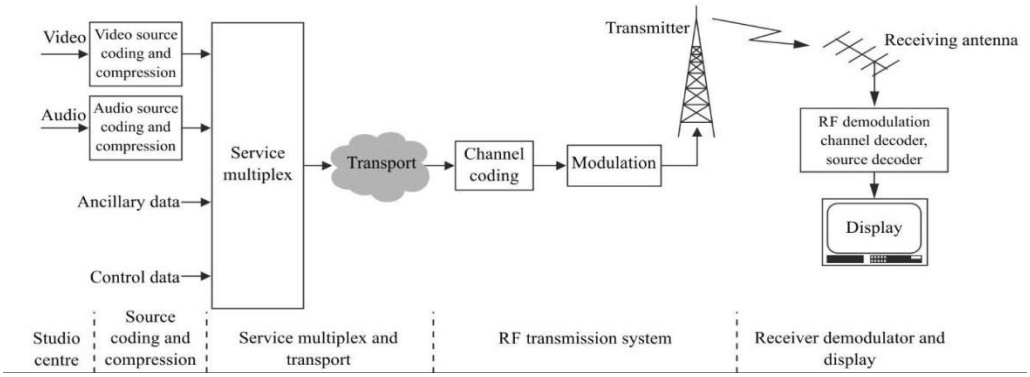
- جدول الوصول المشروط (CAT): لدعم احتياجات التحكم في الوصول .

- جدول وصف تدفق النقل (TSDT): يحتوي على البيانات التي قد تشير إلى طريقة تضمين البيانات الخاصة في TS .

- جدول معلومات التحكم (ICIT) : لإدارة وحماية الملكية الفكرية [١].

نتيجة للحاجة إلى إنتاج محتوى عالي الجودة وخدمات تفاعلية يجب زيادة معدلات نقل البيانات لتستطيع شبكات البث الرقمي التكيف باستمرار مع بيئات الوسائط المتغيرة والمتطلبات الجديدة وذلك لوجود مجموعة واسعة من الأجهزة الاستهلاكية

تتراوح من الشاشات الكبيرة إلى الأجهزة المحمولة التى تقدم جميع خدمات التلفزيون بجودة HD في عدد متزايد من البلدان وكذلك احتمالية إدخال تنسيقات جديدة مثل UHDTV باستخدام أنظمة ضغط متقدمة مثل HEVC4 أو 3DTV والشاشات المصاحبة Companion Screens ، والتلفزيون التفاعلي ومنصات البث ذات النطاق العريض المتكاملة وغيرها في البيئة الأرضية في المستقبل القريب ، بالإضافة إلى تنفيذ أنظمة الإرسال من الجيل الثاني في المزيد من البلدان لتوفير سعة كافية في شبكات DTTB من أجل تقديم حزمة خدمة HDTV وتعويض النقص في نطاق التلفزيون UHF بسبب إدخال الاتصالات المتنقلة الدولية في أجزاء من الطيف الإذاعي ، بالإضافة إلى ذلك تظهر خدمات الوسائط المتعددة عبر شبكات الاتصالات المتنقلة (3G و 4G) معدلات نمو عالية للغاية ويوضح الشكل (٣) نموذج لنظام بث التليفزيون الرقمى .



الشكل (٣) يوضح نموذج لنظام بث التليفزيون الرقمى .

أسباب اختيار البث التلفزيوني الرقمي الأرضى DTTB

بشكل عام يتم تقديم DTTB بدافع سياسي حتى لو كان جزئيًا استجابة للضغوط التجارية وتشمل الضغوط التجارية توفير عدد أكبر من البرامج التلفزيونية وإطلاق الطيف لإستخدامات أخرى مثل خدمات النطاق العريض المتنقل وقد تشمل الدوافع الاستراتيجية لاختيار DTTB ما يلي:

- يعتبر DTTB آمنًا على الصعيد الوطني كوسيلة توزيع تحت السيطرة الوطنية مقارنةً بالتوزيع عبر الأقمار الصناعية الخاضع للسيطرة خارج الوطن مما يضمن إمكانية فرض تنظيم وسائل الإعلام الوطنية وعدم تجاوزه.
- سهل الاستخدام وبسيط التركيب والاستخدام مع هوائيات صغيرة داخلية أو خارجية .
- تكنولوجيا فعالة من حيث التكلفة لجماهير كبيرة على المستوى الوطني أو دون الوطني حيث يمكنها توفير وصول مجاني إلى الهواء بالإضافة إلى الدفع إلى المحتوى بتكلفة تركيب منخفضة للغاية ، وقد يتم أيضًا تخفيض تكلفة حقوق التوزيع مع تغطية DTTB المحدودة مقارنةً بتغطية الأقمار الصناعية الكبيرة .
- يوفر فرصة للإعلان المحلي والوطني وأكثر استهدافًا على شبكة أرضية أكثر من شبكة قمر صناعى
- فعال جدًا في استخدام الطيف بفضل استخدام تقنيات ضغط وتعديل الفيديو المتقدمة والشبكات وحيدة التردد لتوزيع UHDTV،HDTV أرضيًا تقدم أنظمة البث ذات النطاق العريض التفاعلية مثل HbbTV أو Hybridcast تجارب مستخدم جديدة يمكن توزيع DTTB في المنزل عبر شبكة Wi-Fi باستخدام التقنيات الحالية .

متطلبات تنفيذ شبكات البث التلفزيوني الرقمي للأرض

بشكل عام يمكن تجميع المتطلبات التي يجب تحديدها لتنفيذ شبكات البث الرقمي للأرض في ثلاثة أجزاء:

أولا :متطلبات المستخدم والخدمة وهي :

- جودة الصورة (SD، HD، UHD ، إلخ.) وجودة قنوات الصوت .
- نوع الخدمات الإضافية وعددها مثل دليل البرامج الإلكتروني ، خدمات الوصول
- وضع الاستقبال ثابت ، محمول ، متحرك ، وعدد البرامج (الفيديو + الصوت والبيانات المرتبطة)
- المنطقة المستهدفة والخدمة العامة أو الأمن القومي ، ومدى توفر الخدمة كموقع الاستقبال المستهدف والوقت المحتمل .

توفر الخدمة (موقع الاستقبال المستهدف والوقت المحتمل) متطلبات الطيف الترددي وهي :

- وضع استخدام الطيف (MFN أو SFN) ، وكذا نطاقات التردد المستهدفة (النطاق III و IV و V) ومدى الطيف اللازم لتنفيذ شبكات DTTB التي تفي بجميع المتطلبات المذكورة أعلاه.

المتطلبات المتعلقة بالمستقبل وهي :الحد الأدنى من المواصفات الفنية لإمكانية إستقبال DTTB مثل الحساسية والانتقائية ومدى التردد التشغيلي وخصائص التوصيل وإمدادات الطاقة الممكنة للهوائي النشط من خلال وحدة التغذية والبرمجيات الوسيطة لنظام البث الهجين ذو النطاق العريض المعتمد وإمكانيات الوصول المشروط ، وهناك أربعة أوضاع استقبال ممكنة مع DTTB وهى :

- استقبال هوائي ثابت على السطح Fixed rooftop antenna reception - استقبال باليد Hand held reception
- استقبال داخلي / خارجي محمول Portable indoor/outdoor reception - استقبال موبايل Mobile reception[١].

تكنولوجيا شبكات التلفزيون الأرضية الرقمية DTTB

يتم توزيع إشارات DTTB المشفرة بين الاستوديوهات ومراكز التشفير ثم إلى مواقع الإرسال وغالبًا ما يتم توزيعها كتدفقات نقل MPEG-2 أو MPEG-4 لضمان تزامن ثابت لمعدل الإرسال على الرغم من أنها قد تتطور في المستقبل إلى تدفقات نقلHEVC أو IP وقد يتم توفير دوائر التوزيع هذه من قبل المرسل أو بواسطة مشغل إتصالات بعيد المدى معتمدا على الإعتبارات الاقتصادية والتنظيمية ، والخيارات الممكنة للتكنولوجيا المستخدمة في شبكات التوزيع هي الألياف الضوئية والكابل المحوري والأقمار الصناعية والميكروويف والأزواج الملتوية من خلال تقنيات PDH أو SDH ATM أو DVB أو IP أو مزيجًا منهم ويجب التحكم في توقيت التوزيع للتأكد من أنه لا يسبب ارتعاش في مفكك الشفرات ، وتحمل شبكة التوزيع الثانوي الإشارة الرقمية من شبكات التوزيع الأولية إلى أجهزة التلفزيون تتكون هذه الشبكات من مجموعة من أجهزة الإرسال وأجهزة إعادة الإرسال التي تعمل بقدرة تتراوح من عشرة كيلووات إلى بضع واط فقط ، وتسمح معايير DTTB بالمرونة التي تسمح لمخططي البث بتكييف شبكاتهم من خلال تنفيذ البديل الأنسب بين أنماط التشغيل المختلفة الممكنة ويجب أن يتلاءم DTTB مع القنوات التلفزيونية الحالية ٦ و ٧ و ٨ MHz وسيعتمد اختيار نظام البث على ظروف محددة مثل توفر الطيف ومتطلبات التغطية وهيكل الشبكة الحالية وظروف الاستقبال وهناك العديد من الأنظمة الحالية المتاحة

لتنفيذ شبكة DTTB وهى :

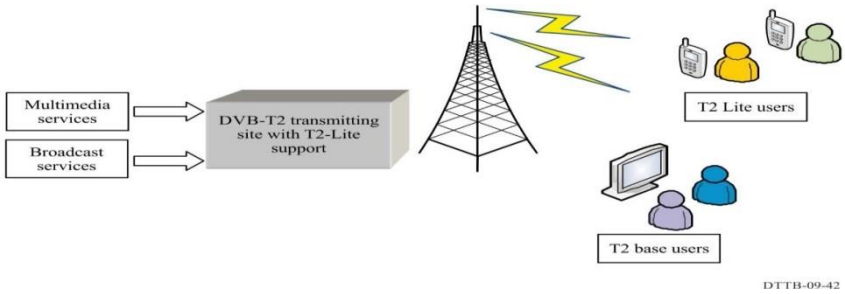
- Advanced Television Systems Committee ATSC : لجنة أنظمة التلفزيون المتقدمة وهى مجموعة من المعايير التي طورتها لجنة أنظمة التلفزيون المتقدمة لنقل التلفزيون الرقمي عبر الشبكات الأرضية والكابلات والأقمار الصناعية وهو نظامًا مصممًا لنقل الفيديو والصوت عالي الجودة والبيانات المساعدة عبر قناة واحدة بتردد ٦ ميجاهرتز بمعدل نقل قدره ١٩,٣٩ ميجابت / ثانية لتدفق النقل MPEG-2 والمعروف أيضًا باسم ATSC 1.0 وهى تستخدم امتداد الهاتف المحمول (M / H) ، وهناك أيضا ATSC 2.0 والذى يقوم ببث المحتوى في غير الوقت الفعلي (NRT) بما في ذلك البرامج والمقاطع إلى كل من أجهزة استقبال DTV المتنقلة والمواقع الثابتة كما يوفر أيضًا خدمات تفاعلية تسمح للقائمين بالبث بربط برمجة البث بخدمات إضافية متعلقة بتلك البرمجة ، يمكن توصيل العديد من منتجات الأجهزة الإلكترونية الاستهلاكية مثل أجهزة ألعاب الفيديو ومشغلات أقراص Blu-ray ™ وأجهزة الكمبيوتر الشخصية بالإنترنت مما يسمح لها بتلقي المحتوى والخدمات من مزودي الخدمة عبر الإنترنت ، وأحدث معيار ATSC هو ATSC 3.0 يستخدم هذا النظام COFDM لتحسين المتانة والمرونة لتغطية مجموعة كبيرة من خيارات الخدمة ويتضمن ذلك خيارات لزيادة سعة الحمولة لتغطية مجموعة واسعة من أجهزة الاستقبال ويعتمد تعدد الإرسال على IP بدلاً من استخدام MPEG Transport Stream لتسهيل التكامل مع الاتجاه الناشئ نحو الاستخدام الأوسع لشبكات بروتوكول الإنترنت في كل من جانب الاستوديو والشبكة المنزلية ، مع إمكانية دمج أحدث أنظمة ضغط الصوت والفيديو مع القدرة على نقل التطبيقات المستندة إلى W3C المرتبطة بالمحتوى.

- Digital Video Broadcasting-Terrestrial DVB-T: هو المعيار لنقل البث للتلفزيون الرقمي للأرض وينقل النظام صوتًا رقميًا مضغوطًا وفيديو رقميًا وبيانات أخرى في دفق نقل MPEG-2 باستخدام تعديل COFDM.

- Digital Video Broadcasting-Terrestrial second generation DVB-T2: هو نظام إرسال للبث الأرضي من الجيل الثاني والغرض الرئيسي هو زيادة السعة والصلابة والمرونة وهو مصمم لتقديم التلفزيون والراديو بكفاءة للأجهزة المحمولة مثل الهواتف والأجهزة اللوحية.

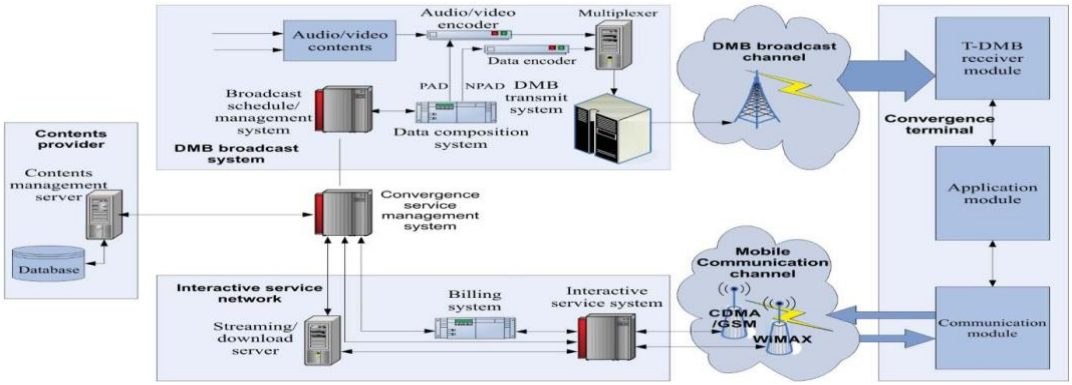
ووفقًا للمعهد الأوروبي لمعايرة الاتصالات ETSI يتم تعريف أنظمة DVB-T/T2 على أنها الكتل الوظيفية التي تقوم بتكييف إشارات التلفزيون ذات النطاق الأساسي من خرج متعدد الإرسال إلى القناة الأرضية لنقل إشارات البث التلفزيوني ويتم استخدام عرض نطاق القناة ١,٧ ميجاهرتز و ٧ ميجاهرتز والمستخدمة في نطاق التردد ١٧٤-٢٣٠ ميجاهرتز ، وعرض النطاق الترددي للقناة ٨ ميجاهرتز في النطاق ٤٧٠-٨٦٢ ميجاهرتز بالإضافة إلى ذلك تعد وسيلة فعالة لتسليم الإشارات الرقمية في حالة تعدد المسارات وبالتالي يمكن استخدامها في تطبيقات أخرى مثل جمع الأخبار الإلكترونية .

- DVB-T2 Lite (ITU-R Digital Terrestrial Multimedia System T2) : يسمح ملف تعريف T2 Lite بمعظم مرونة مواصفات DVB-T2 ولكنه يزيد من فعاليتها لاستقبال المحمول مع تقليل متطلبات أجهزة الاستقبال إلى الحد الأدنى وتم تصميمه بحيث لا يتطلب الأمر سوى الحد الأدنى من التغييرات من مُعدِّل ومزيل التشكيل DVB-T2 الحالي حتى يتمكن من دعم ملف التعريف الجديد والذي كان يهدف إلى تشجيع مصنعي المعدات على اعتماده وبالتالي فإن النموذج المعماري لـ T2-Lite يتوافق مع بنية نظام DVB-T2 الأساسي مع بعض القيود الدنيا ، ويوضح شكل (٤) البنية التحتية للإذاعة التلفزيونية الأرضية والوسائط المتعددة القائمة على نظام الوسائط المتعددة T2 [١].



شكل (٤) يوضح البنية التحتية للإذاعة التلفزيونية الأرضية والوسائط المتعددة T2 .

- Digital Terrestrial Multimedia Broadcast DTMB : البث الرقمي للوسائط المتعددة للأرض هو النظام الموسع المتوافق مع نظام البث الصوتي الرقمي A ، والذي يمكّن خدمات الفيديو باستخدام شبكات DTMB لأجهزة الاستقبال المحمولة وهو معيار تلفزيوني تم تطويره من قبل إدارة المعايرة في الصين للتلفزيون عالي الوضوح HDTV أو التلفزيون SDTV أو خدمات بث بيانات الوسائط المتعددة وعرض النطاق الترددي له في الصين هو ٨ ميجا هرتز ويمكن أن يدعم أيضًا ٦ و ٧ ميجاهرتز ، ونظرًا لأن واجهة البيانات التي يدعمها DTMB مرنة فإن تدفق جميع البيانات بهيكل TS بما في ذلك MPEG-2 ، يمكن نقل MPEG-4 / H.264 و AVS و DRA ويمكن أن يغطي منطقة واسعة بجهاز إرسال واحد لأنه يتم تنفيذه بشكل عام في نطاق VHF التى تتطلب شدة مجال منخفضة وبالتالي طاقة إرسال أقل وتكلفة صيانة أقل إذا كانت هناك بالفعل شبكات T-DAB مثبتة للخدمات الصوتية والمطلوب فقط تركيب مُضاعِف مجموعة بما في ذلك مشفر الفيديو لإتاحة تطبيقات الفيديو والبيانات بالإضافة إلى الصوت الرقمي وقد يكون توفير خدمات T-DMB عبر مرسلات T-DAB أمرًا اقتصاديًا موفرا مجموعة متنوعة من خدمات البيانات مثل موقع البث (BWS) ويمكنه أيضًا تقديم خدمات تفاعلية فيما يتعلق بشبكات الهاتف المحمول ، وكذلك تقديم محتويات مختلفة مثل الأخبار وسوق الأوراق المالية وحركة المرور والطقس والرياضة باستخدام بروتوكول MOT ، ويتم تحديث المعلومات كل ١٥ إلى ٣٠ دقيقة يتيح BWS أيضًا للمستخدمين الوصول إلى خدمة الويب الشبيهة بالإنترنت دون قناة عودة من خلال بروتوكول MOT يجب أن يدعم مستقبل T-DMB متصفحات الويب المتوافقة مع HTML 4.0 [1] ، والشكل (٥) يوضح خدمات DTMB .



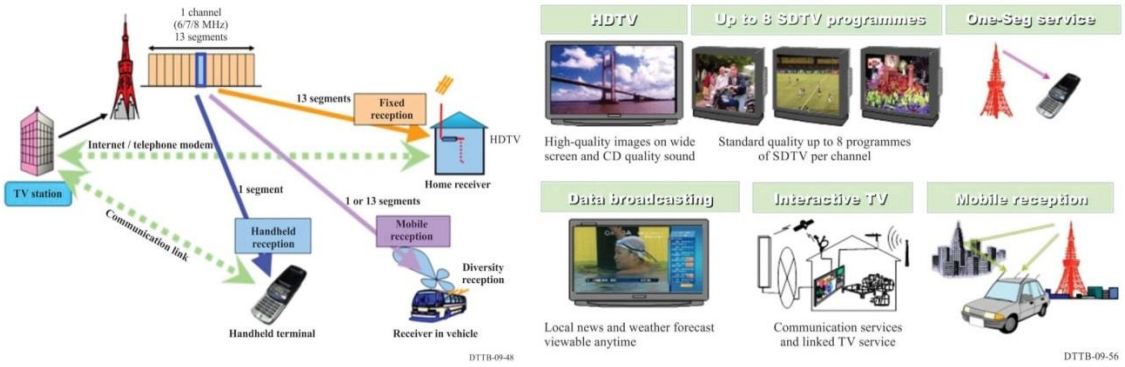
الشكل (٥) يوضح خدمات DTMB .

- DTMB- Advanced : هو البديل الأحدث والأكثر كفاءة لـ DTMB من حيث المناعة ضد الضوضاء والتداخل بسبب طرق التصحيح المتقدمة للخطأ والتشذير ورسم خرائط الكوكبات تعمل هذه التحسينات على توسيع إمكانيات النظام حتى HDTV وبث البيانات مع إمكانية العمل في شبكات أحادية ومتعددة التردد.

- **DVB-H\SH - Digital Video Broadcasting Handheld**:هي أنظمة بث لتسليم أي نوع من أنواع المحتوى والخدمات الرقمية باستخدام آليات قائمة على بروتوكول الإنترنت وهي تتكون من مسار بث أحادي الاتجاه يمكن دمجه مع مسار تفاعل خلوي متنقل ثنائي الاتجاه (2G / 3G) ويستخدم شبكات القمر الصناعى وأرضية مدمجة أو متكاملة[٢] .

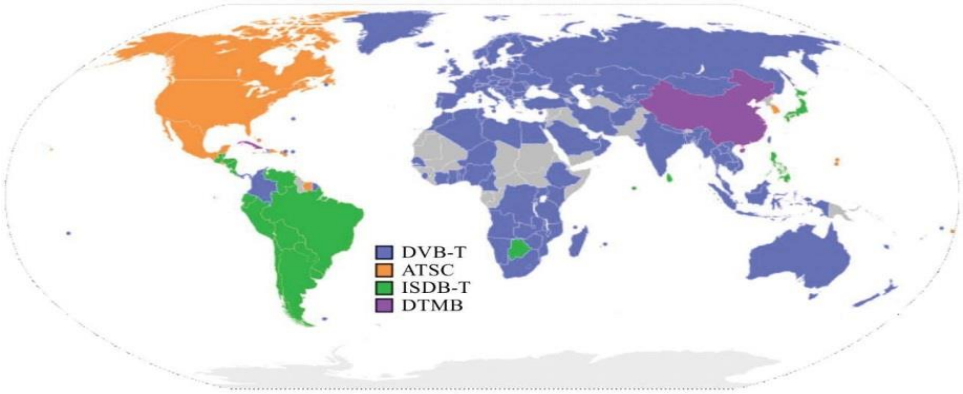
- **ISDB-T – Integrated Services Digital Broadcasting**: البث الرقمي للخدمات المتكاملة الأرضية تم تطويره عام ٢٠٠٠ وأدرج باعتباره النظام C وهو نظام متعدد الموجات الحاملة مع تجزئة نطاق الترددات الراديوية وقد تم تصميمه لتوفير بث موثوق للفيديو والصوت والبيانات للمستقبلات الثابتة والمتنقلة والنظام متين لأنه يستخدم تشكيل OFDM وشفرات متسلسلة لتصحيح الأخطاء ، ويتكون الإرسال من ١٣ مقطع OFDM ويحتوي النظام على مجموعة متنوعة من معلمات الإرسال لاختيار مخطط تشكيل الموجة الحاملة ومعدل التشفير لشفرة تصحيح الأخطاء الداخلية ، تسمى تكوين الإرسال وتعدد الإرسال الموجات الحاملة للتحكم (TMCC) تم تصميم النظام خصيصًا لتوفير المرونة وقابلية التوسع والقواسم المشتركة والتشغيل البيني لبث الوسائط المتعددة[٣] ، ويُعرّف هذا الإمتداد على أنه نظام الوسائط المتعددة ITU-R F وفيما يلي أمثلة نموذجية لتطبيقات ISDB-T والتى يوضحها شكل (٦) :

- برامج HDTV وSDTV متعددة يمكن إرسال ثمانية برامج تليفزيونية قياسية الوضوح كحد أقصى في قناة واحدة.
- دليل البرامج الإلكتروني وبث البيانات عند الطلب من خلال العملية التفاعلية مع إمكانية التسجيل .
- يمكن ربط جميع أجهزة استقبال ISDB-T بالإنترنت كما أنها تدعم أيضًا IPTV.
- إمكانية خدمة One-Seg TV للهواتف الخلوية أو أجهزة استقبال التلفزيون المحمولة ، سيتم أيضًا تجهيز أجهزة الاستقبال One-Seg بوظيفة التشغيل التلقائي لتلقي تنبيهات الكوارث من نظام بث الإنذار المبكر (EWBS) [١].



شكل (٦) يوضح تطبيقات ISDB-T .

- **RAVIS :** نظام البث الرقمي الأرضى متعدد الوسائط هو نظام المعلومات السمعية والبصرية مصمم للإستخدام في نطاقات البث الأرضي VHF يتيح نطاق التردد المستخدم البث المحلي في الوقت نفسه ويكون نصف قطر تغطية جهاز الإرسال كبيرًا بما يكفي لتوفير الاستقبال في الأماكن البعيدة ويقدم خدمات بث صوت وفيديو متعدد البرامج عالي الجودة مع العديد من القنوات المصاحبة للصوت والبيانات الأخرى يجب تقديم هذه الخدمات في ظروف مختلفة مثل التضاريس الخشبية والجبلية والمناطق المائية أي يجب توفير استقبال موثوق به أثناء الحركة في حالة عدم وجود خط رؤية مباشر لهوائيات الإرسال وإنتشار الإشارات متعدد المسارات والشكل (٧) يوضح توزيع DTTB فى المناطق المختلفة [٢].



"DVB-T" include DVB-T2, and "ATSC" include ATSC 3.0 and ISDB-T include SBTVD.
شكل (٧) يوضح توزيع DTTB فى المناطق المختلفة .

دور الأقمار الصناعية فى تكنولوجيا البث التلفزيوني الرقمي الأرضى

القمر الصناعي هو جهاز يدور حول الأرض يستخدم لإستقبال وإرسال إشارة ، وكل قمر صناعي يحتوي على عدد من أجهزة الإرسال والإستقبال وهناك ما يقرب من ٧٥٠ قمر صناعى فى الفضاء معظمهم يستخدم فى مجال الإتصالات ويكون ثابت بالنسبة للأرض ، وهى ثلاثة أنواع مدار أرضي منخفض تدور قريبة جدا من سطح الارض بارتفاع حوالى ١٥٠٠ كيلومتر وتقدم جودة صوت عالية وتنقل الإشارات بمعدل تأخير بسيط وتستخدم فى خدمات التليفون المحمول ، مدار متوسط على ارتفاع ١٠٠٠٠ كيلومتر من سطح الأرض وتمتلك سعة أكبر من أقمار المدار المنخفض ، مدار مرتفع وهى تمتلك مسارا بيضاويا بعكس المسار الدائرى للنظامين السابقين مما يسمح لها بتغطية أكبر وعدد الاقمار الصناعية فيها أقل[١] ، والأقمار الصناعية الثابتة FSS والمتنقلة MSS ذات أهمية كبيرة لخدمة البث التلفزيوني للأرض حيث يمكن استخدامها لتغذية شبكات الإرسال DTTB كما أنها مفيدة كقنوات عودة في التلفزيون التفاعلي في الحالات التي لا تتوفر فيها شبكات اتصالات أخرى ولذلك يمكن للأقمار الصناعية الإذاعية والبث التلفزيوني الأرضي التعاون لتحسين التغطية الإذاعية وغالبًا ما تسمى هذه المفاهيم بالإذاعة الهجينة على الرغم من أن المصطلح نفسه غير محدد في لوائح الراديو للاتحاد الدولي للاتصالات ، وتطبيقات هذه المخططات معروفة حاليًا فقط للصوت الرقمي وبث البيانات حيث يمكن إستخدام الأقمار الصناعية كوصلات تغذية لشبكات البث التلفزيوني الأرضي ويمكن توزيع تعدد إرسال إذاعي مولّد مركزيًا عبر قمر صناعى FSS لتغذية شبكة إذاعة أرضية والميزة الرئيسية لاستخدام أنظمة القنوات الفضائية هو مدى سهولة الوصول إلى مناطق التغطية الكبيرة على عكس الأنظمة الأخرى مثل الموجة الأرضية أو تلفزيون الكابل ولكن تختلف اتصالات الأقمار الصناعية بإحداث تأخيرات في إرسال الإشارة نظرًا للمسافة التي يجب أن تغطيها ويتم الاعتماد على تردد القمر الصناعي المستخدم فى حالات انقطاع البث أثناء هطول الأمطار الغزيرة أو عندما يتراكم الثلج الرطب أو الجليد في هوائي الاستقبال المكافئ في محطة الإرسال الإذاعي عند الترددات الأعلى من حوالي ١٠ جيجاهرتز ، حيث يحدث انقطاعات في الوصلة الهابطة بينما تكون الوصلة الصاعدة في النطاق Ku أو Ka أكثر استقرارًا ، حيث يتم تطبيق التحكم في القدرة وإرسال التنوع المكاني في حالة ضعف الإشارة ، ويوجد في البث التلفزيوني الفضائي امتدادان مختلفان وهما : الوصلة الصاعدة uplink التي يتم من خلالها إرسال المعلومات من مركز البث إلى القمر الصناعي ، والوصلة الهابطة downlink التى تبث هذه المعلومات من قمر الاتصالات نحو الأرض ولتجنب التداخل بين الوصلات يستخدم كل منهما نطاق تردد مختلف[٢] ، ويعتبر البث عبر الاقمار الصناعية أحد أكثر أوضاع التوزيع المباشرة عندما نشير إلى القنوات التلفزيونية الفضائية والتى تسمى القمر الصناعي المباشر إلى المنزل Satellite Direct-to-Home (DTH) أى توصيل الفيديو عبر موجات

الراديو التي يتم استقبالها من خلال طبق القمر الصناعي ، والتكلفة عنصر مهم آخر هنا لانه بينما تزداد بعض تكاليف نقل البنية التحتية بناءً على عدد المستخدمين مع الإرسال عبر الأقمار الصناعية تظل التكاليف كما هي بغض النظر عن عدد المشاهدين الذين تصل إليهم ويمكن اعتبار هذا الاستثمار عيبًا في البداية ومع ذلك فإن القائمين بعملية البث يحصلون على وصول فوري إلى عدد كبير من المنازل مما يجعله خيار شبكة فعال للغاية من نقطة إلى عدة نقاط ، وعرض DTH ينمو في كل منطقة ويمكنه توزيع أي تنسيق بما في ذلك 4k بالإضافة إلى ذلك يتيح توفر النطاق الترددي للقمر الصناعي تقديم أي عدد من القنوات بجودة ممتازة مقارنة بخيارات التوزيع الأخرى التي لها حد أقصى لعدد القنوات التي يمكن دعمها.

من بين مزايا مشاهدي DTH الجودة الفائقة للمحتوى حيث لا يتم تقسيم الإشارة عبر كابل ولا يوجد مشغل كابل يقوم برعاية اختيار القناة والحد منه ويمكن أن يعمل أيضًا بشكل أكثر فعالية من حيث التكلفة للمشاهدين الذين يرغبون فقط في تلقي قنوات تلفزيونية مجانية لأنه بصرف النظر عن الاستثمار الأولي في الأجهزة لا توجد تكاليف شهرية متكررة [٣].

إستخدام الأقمار الصناعية كقنوات عودة IP للتلفزيون التفاعلي

تاريخياً كان التلفزيون خدمة استقبال فقط لعرض صورة وصوت ومع ظهور التقنيات الرقمية وسعت أجهزة التلفزيون من قدراتها لتصبح واجهة أكثر عمومية لاختيار واسترجاع المحتوى وتعاونت وسائل الإعلام المختلفة مثل البث التلفزيوني وشبكات الإتصالات ثنائية الاتجاه لسنوات عديدة ، ويتيح التعاون في خدمات الإتصالات والبث إمكانية التفاعل والتخصيص بتوصيل أجهزة التلفزيون الحديثة بشبكة إتصالات وعادة ما تكون شبكة IP بالإضافة إلى شبكة البث ويظهر تعاون طبقة الخدمة عندما يكون البث ومحتوى IP مترابطين مثل تدفق معلومات إضافية لإشارة البث عبر الإنترنت والتطبيق النموذجي لذلك هو أنظمة النطاق العريض الإذاعي التفاعلي integrated broadcast-broadband (IBB) حيث يتم إرسال محتوى البث عبر شبكة بث أحادية الاتجاه ويتم إستقبال محتوى إضافي متعدد الوسائط عبر شبكات النطاق العريض ثنائية الاتجاه يعمل على زيادة تجربة المستخدم إلى الحد الأقصى من خلال توفير خدمات عالية الجودة ومرنة وتفاعلية وشخصية مثل معلومات إضافية حول البرامج التلفزيونية أو خدمات إضافية للأقليات وذوي الاحتياجات الخاصة والبث غير الخطي أي لمشاهدة البرامج الفائتة ، وتم تجهيز معظم أجهزة التلفزيون الحالية بموالفات تلفزيون لنوع واحد أو أكثر من أنواع توزيع البث (الكابل والأقمار الصناعية والأرضية) وتوفر واجهات لشبكات IP (WLAN و Ethernet **وما إلى ذلك وأنظمة IBB كالتالى :**

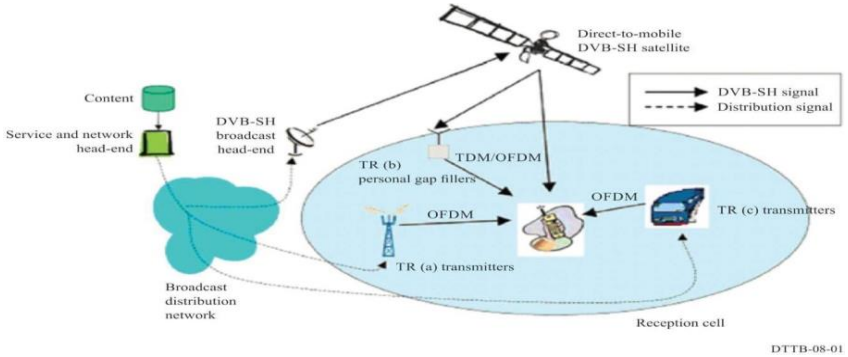
- **تلفزيون النطاق العريض الهجين Hybrid broadcast broadband television HbbTV**: هو معيار يوفر منصة تقنية محايدة تجمع بين البث وخدمات النطاق العريض كما تتيح الوصول إلى خدمات الإنترنت فقط للمستهلكين باستخدام أجهزة التلفزيون المتصلة وأجهزة الاستقبال وتعتمد مواصفات HbbTV على المعايير الحالية وتقنيات الويب بما في ذلك Open IPTV Forum OIPF و CEA و DVB و W3C.

- **البث الهجين Hybridcast** : وهو نظام IBB يستخدم HTML5 يجمع بين اتصالات البث والنطاق العريض .

- **منصة التلفزيون الذكية القائمة على HTML5** : هي معيار منصة تلفزيون ذكية مفتوحة تحدد بيئات وقت تشغيل الويب لتطبيق التلفزيون الذكي استنادًا إلى أحدث تقنيات HTML5 ، وسيوفر نفس تجربة المستخدم على أجهزة استقبال التلفزيون الذكية من أنظمة البث المختلفة مثل الأرضية والكابلات والأقمار الصناعية و IPTV

- **نظام البث العريض النطاق المتكامل القائم على برنامج Ginga الوسيط** : يقدم الدعم للخدمات التعاونية من خلال الاستفادة من البث ومسار توزيع IP Ginga هي بيئة ديناميكية تدعم بروتوكولات التلفزيون التفاعلي المختلفة.

- **نظام IBB القائم على تحسين بث البيانات** :هو نظام تفاعلي كلاسيكي لتسليم البيانات التفاعلية يتم استخدام قناة البث نظرًا لأنها أحادية الاتجاه ويجب تسليم المحتوى التلفزيوني التفاعلي وغير التفاعلي معًا في وقت واحد ، والتطبيقات التفاعلية الكلاسيكية التي عملت بالفعل في التلفزيون التماثلي هي النص التليفزيوني والتصويت عبر الرسائل القصيرة ، وفي الحالات التي لا تتوفر فيها مثل هذه الشبكة الأرضية يمكن تحقيق الوصول عبر محطة VSAT التي توفر للمستهلك الوصول إلى بروتوكول الإنترنت عبر الأقمار الصناعية يتم تجهيز الهوائي المكافئ بمحول تردد ثنائي يسمح بفصل الوصلات الصاعدة والهابطة للقمر الصناعي نظرًا لأن الوصلة الصاعدة تقتصر عادةً على معدلات البيانات المنخفضة مثل طلب المحتوى ويمكن أن تكون قدرة الإرسال لمحطات VSAT منخفضة نسبيًا وكذلك قطر الهوائي المكافئ بترتيب متر واحد في فرقة Ku ، يتم توفير المحتوى التلفزيوني للمحطات إما من خلال البنية التحتية الأرضية أو من خلال التوزيع الخاص بالأقمار الصناعية مع إدخال استقبال التلفزيون المتنقل وتطبيقات الوسائط المتعددة بشكل عام ، و هناك نوعان من هياكل النظام : هجين قمر صناعى أرضي Hybrid satellite/terrestrial system ، وأنظمة MSS متكاملة Integrated MSS systems ، ووفقًا للمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات ETSI فإن النظام الهجين هو نظام يستخدم مكونات قمر صناعى وأرضية مترابطة ، ولكنها تعمل بشكل مستقل عن بعضها وفي مثل هذه الأنظمة يكون لكل منهما أنظمة منفصلة لإدارة الشبكة ولا تستخدم بالضرورة نفس التشكيل بالإضافة إلى ذلك فإن المكونين لا يعملان عادة في نفس نطاق التردد ، ويشار إلى هذه الأنظمة باسم (MSS-Ancillary Terrestrial Component) MSS-ATC في الولايات المتحدة وكندا ، و (MSS-Complementary Ground Component) MSS-CGC في أوروبا ويتم تنفيذها في النطاقات 1-3 GHz ، وكما هو موضح في شكل (٨) فإن المكون الأرضي للنظام المتكامل ليس شبكة مستقلة قائمة بذاتها ويستخدم نفس الترددات المخصصة لمكون القمر الصناعي على الرغم من أن المكونين لا يستخدمان بالضرورة نفس الترددات في نفس الوقت في نفس المنطقة الجغرافية[١] .



شكل (٨) يوضح مثال على شبكة أرضية وأقمار صناعية متنقلة متكاملة .

البث فوق القمة Over-the-Top (OTT)

OTT هو مصطلح يستخدم لوصف توصيل الفيديو عبر الإنترنت بشكل أساسي و يتم توفير ذلك عبر اتصال إنترنت عالي السرعة بدلاً من مزود خدمة الكابل أو الأقمار الصناعية وهذا لا يعني أن OTT مجانيًا حيث يشمل المصطلح خدمات مثل Netflix و Amazon و iTunes و HBO Now ، ويمكن الوصول إلى محتوى OTT مباشرة على جهاز كمبيوتر ولكن غالبًا ما تتم مشاهدته على تلفزيون متصل بالإنترنت أو من خلال جهاز متصل بالإنترنت مثل Roku أو Apple TV المتصل بالتلفزيون التقليدي ، وتتمثل المزايا الأساسية لـ OTT في سعرها الرخيص نسبيًا للمشاهدين وخدمة عند الطلب ومع ذلك بالنسبة للقائمين بالبث فإن نموذج الدفع لكل مستخدم يصل حتمًا إلى نقطة تحول كلما كان ذلك أكثر نجاحًا

مع النظام الأساسي حيث ترتفع تكاليف CDN بما يتماشى مع نمو الجمهور ويتناقض هذا مع خدمات الأقمار الصناعية حيث لا ترتفع التكاليف مع زيادة أعداد المشاهدين لذلك يصبح توزيع OTT أكثر تكلفة من القمر الصناعى في نقطة معينة ، ويؤثر توفر النطاق الترددي المحدود على جودة المحتوى ويؤدي وقت الاستجابة إلى تأخير الوقت عند بث الأحداث المباشرة وبالمثل يحتاج المستخدمون إلى اتصال جيد واسع النطاق لاستقبال البث وهو أمر لا يتوفر دائمًا على نطاق واسع ، ينعكس هذا التحدي للقائمين بعملية الارسال الذين يرغبون في استخدام توزيع OTT حيث تتطلب تحديات توفر النطاق العريض وجود قوي للشبكة يمكن أن يضمن عرضًا مستقرًا وموثوقًا به[٢] .

التلفزيون المحمول Mobile TV

التليفزيون الرقمي المحمول هو خدمة البث التلفزيوني باستخدام التكنولوجيا الرقمية التي يتم إستقبال إشاراتها في الأجهزة المحمولة مثل الهاتف المحمول أوالكمبيوتر الشخصي وفي هذه البيئة يمكننا التفكير في وضعين للبث وهما أحادي الإرسال Unicast وفيه يتم إنشاء قناة حصرية بين الباعث أو المحطة الأساسية والجهاز المحمول أو خدمة البث من الباعث أو المحطة الأساسية إلى جميع الأجهزة المحمولة لعدد غير محدود من المستخدمين ومن بين تقنيات البث التلفزيوني المختلفة عبر الهاتف المحمول يمكننا أن نجد ما يلي : التلفزيون عبر DVB-H المرتبط بشبكة البث التلفزيوني ، التلفزيون عبر DVB-H عبر IP ، مرتبط بشبكة البث التلفزيوني ، التلفزيون من خلال UMTS، LTE مرتبط بشبكة الهاتف المحمول [٣] .

تاريخ البث الفضائى الغربى

فى عام ١٩٢٣ تمت أول إشارة لتجارب الإرسال اللاسلكى للتليفزيون عندما قام جينكيز بنقل صورة تليفزيونية لاسلكية للرئيس الامريكى هاردينج من واشنطن لفيلاديلفيا وكان أول ارسال تليفزيونى جماهيرى تم فى سبتمبر ١٩٢٩ فى بريطانيا من خلال اول اذاعة تليفزيونية بهيئة الاذاعة البريطانية BBC ففى عام ١٩٣٠ قامت شركة RCA بنيويورك ببثها التليفزيونى التجريبى بينما بدأت الحكومة البريطانية من خلال BBC تجارب الخدمة التليفزيونية العامة المنتظمة فى لندن اعتبارا من عام ١٩٣٦ ، وأول خدمة بث تليفزيونى فى العالم جرت بألمانيا عام ١٩٣٦وذلك خلال دورة الالعاب الاوليمبية العالمية التى اقيمت فى برلين ، وتم اول بث فى امريكا فى ٣٠ ابريل ١٩٣٩ فى نيويورك ، وبدأ انتشار التليفزيون فعليا بحلول عام ١٩٤٥، ومع التطور المذهل فى التكنولوجيا وظهور الاقمار الصناعية أصبح البث التليفزيونى يخترق الحدود الجغرافية دون الحاجة الى محطات تليفزيونية ارضية وتختلف نوعية الصورة التليفزيونية المرسلة فضائيا حسب نسبة قوة القمر الصناعى المرسل منه حيث يوجد ثلاثة انواع من الاقمار وهى الأضعف وتكون مابين ٣ و ١٠ وات ثم المتوسط ما بين ٣٠ و٧٠ وات والاقوى ويكون ما بين ٢٠٠ و ٣٠٠ وات ، ويعد قمر تلستار١ أشهر الاقمار الصناعية الامريكية والدولية وهو أول أقمار الاتصال الفضائية والذى اطلق فى يوليو ١٩٦٢ ، وفى عام ١٩٦٤ تأسست المنظمة الدولية لأقمار الاتصال OITS والتى تعرف ب INTELSAT بعضوية ١٤٨ دولة على رأسهم أمريكا وتعتبر المنظمة أكبر مزود لخدمات النقل الفضائى فى العالم بجودة عالية لحوالى ٢٢٠ دولة حول العالم

وتشكل حوالي ١٥٠٠ محطة تلفزيونية جوهر نظام البث التلفزيوني العالمى تم ترخيص كل منها من قبل لجنة الاتصالات الفيدرالية FCC وهي وكالة حكومية أمريكية تمنح تراخيص للعمل على ترددات في أحد نطاقي الطيف الكهرومغناطيسي نطاق التردد العالي جدًا VHF ونطاق التردد العالي UHF تعتبر المحطات ذات التردد العالي جداً أكثر قيمة من محطات التردد فوق العالي لأنها تتمتع بمدى جغرافي أكبر وبالتالي يمكن رؤيتها وسماعها من قبل عدد أكبر من الناس ، وشركات

ABC وCBS و Fox وNBC عمالقة صناعة البث التلفزيوني أكبر أربعة شبكات بث على مستوى العالم وهى تصل بانتظام إلى أكبر عدد من الناس تُعرف باسم الأربعة الكبار، وفي صناعة التلفزيون تسمى المحطات المحلية شبكة O & Os أي مملوكة ومدارة تحظر القواعد الفيدرالية أيضًا على الشركة امتلاك أكثر من شبكة بث(١)

تاريخ البث الفضائى فى مصر والوطن العربى

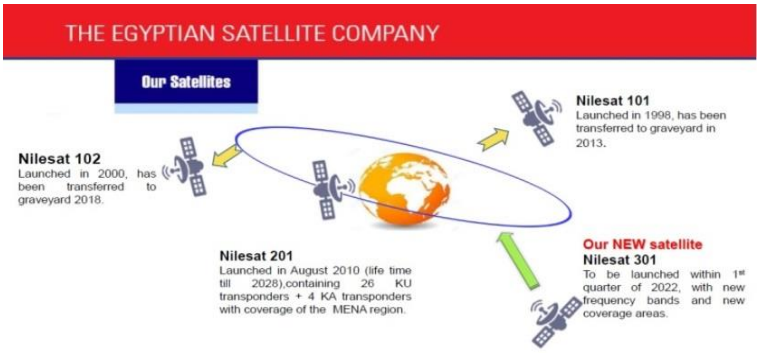
فى العالم العربى سجل أول بث تليفزيونى عام ١٩٥٦ فى ثلاث دول عربية هى على التوالى العراق ولبنان ثم الجزائر وفى مصر بدأ البث التليفزيونى فى ٢١ يوليو ١٩٦٠ بآيات من القرآن ثم خطاب للرئيس جمال عبد الناصر ليدوم البث لمدة خمس ساعات وفى خلال ثلاث سنوات تضاعف عدد اجهزة الاستقبال وتضاعفت معها ساعات البث من ١٠٠ ساعة الى ٧٠٠ ساعة فى الشهر تبثها ثلاث قنوات مصرية ، وقامت الدول العربية بتسيق جهودها للتعاون من أجل شراكة عربية فى مجال البث التليفزيونى الفضائى نظرا للتكلفة المرتفعة التى تكلفها تكنولوجيا البث الفضائى ومن أهم هذه المنظمات إتحاد إذاعات الدول العربية ASBU والذى ضم ٢١ دولة عربية وأسس فى عام ١٩٦٩ ومقره تونس ويقوم الإتحاد بتنسيق البرامج الاذاعية والتليفزيونية من خلال القمر الصناعى عربسات الذى تم اطلاقه فى فبراير ١٩٨٥ ، وتعد مصر أول دولة عربية أنشأت قناة فضائية حكومية فى ديسمبر عام ١٩٩٠ وبعدها قناة النيل فى عام ١٩٩٤ ، وفى ابريل ١٩٩٨ أصبحت مصر أول دولة عربية تمتلك قمرا صناعيا نايل سات وبدأت القنوات الفضائية الخاصة فى مصر بثها فى عام ٢٠٠١ بقناتى دريم والمحور ثم توالت باقى القنوات(٢)

القمر الصناعى المصرى نايل سات

الشركة المصرية للأقمار الصناعية نايل سات Nilesat هي شركة مصرية فضائية متخصصة في خدمات البث التلفزيونى والإذاعي تأسست عام ١٩٩٦ لتلتزم بتقديم خدمة تلفزيونية رقمية عالية الجودة ذات مصداقية عاليه بالإضافه إلي تقديم خدمة الراديو وخدمات شبكات المعلومات والتي تهدف إلي خدمة منطقتى الشرق الأوسط و أفريقيا.

تاريخيا أطلقت الشركة القمر الصناعى نايل سات ١٠١ الذى تم تصنيعه بواسطة شركة ماترا ماركوني الفضائية وهي شركة بريطانية فرنسية مشتركة وتم إطلاقه على الصاروخ أريان ٤ من جويانا الفرنسية في أبريل ١٩٩٨ وتم تشغيله رسمياً في مايو ١٩٩٨ وظل في الخدمة لمدة ١٥ عام ثم أطلقت نايل سات ١٠٢ الذى تم تصنيعه بواسطة نفس الشركة وتم تشغيله رسمياً في سبتمبر ٢٠٠٠ وانتهت خدمته عام ٢٠١٨ ، وتمتلك الشركة في الوقت الراهن القمر الصناعي نايل سات ٢٠١ وتُشغّل سيعات فضائية على القمرين الصناعيين يوتلسات ٧ غرب ويوتلسات ٨ غرب المملوكين للشركة الفرنسية يوتلسات ، والموقع المدارى له هو ٧ درجات غرباً يغطي جنوب أوروبا والشرق الأوسط وشمال أفريقيا من المحيط إلى الخليج العربى ، تحتوي الأقمار الثلاثة على مجموعة كبيرة من القنوات العربية المجانية والمشفرة أكثر من ١٥٠٠ قناة منها المجانية والمشفرة وما لا يقل عن ٣٠٠ قناة إذاعية(١) .

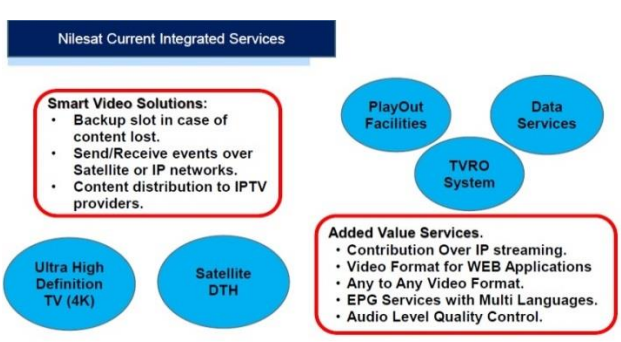
القمر الصناعى نايل سات ٢٠١ أحد أقمار الجيل الثاني لأقمار النايل سات تم تصنيعه بواسطة شركة تاليس إلينيا سبيس الفرنسية وتم إطلاقه على الصاروخ أريان ٥ من جويانا الفرنسية في الرابع من أغسطس عام ٢٠١٠ ويزن ٣,٢ طن ويحمل القمر ٢٤ جهاز إرسال يعمل على النطاق الترددي ku بالإضافة إلى ٤ أجهزة إرسال عاملة على نطاق ka مما سيمكن قمر نايل سات ٢٠١ من توسيع خدماته ليشمل بالإضافة إلى خدمات بث التليفزيون الرقمي وقنوات الراديو والتليفزيون عالي الجودة والتليفزيون ثلاثي الأبعاد خدمات النطاق العريض التي من شأنها تعزيز قدرات خدمات بث التليفزيون عبر الإنترنت داخل منطقة تغطية نايل سات ٢٠١ (٢) ، شكل (٩) يوضح الأقمار الصناعية للنايل سات .



شكل (٩) يوضح الاقمار الصناعية للنايل سات .

- **خدمات النايل سات**

يوفر النايل سات خدمات البث الإذاعى والتليفزيوني الرقميين في منطقة تغطية أقمارها الصناعيه من خلال ألياف ضوئية من استوديوهات مدينة الإنتاج الإعلامي المصري ليتم إرسالها لمركز النايل سات الرئيسى بالقاهره حيث يتم إعداد المحتوى بعد إستقباله ليتم بثه لأقمار النايل سات من خلال الوصله الصاعدة ليتم تقديمه وعرضه للمشاهدين وتقوم النايل سات حاليا ببث ٧٠٠ قناة تليفزيونية تبث أكثرها إلى منطقة التغطيه العريضه ذات لغة وثقافة مشتركة ، **ويتم بث القنوات ذات الجودة العالية عبر منصة النايل سات الرقمية التي تبث القنوات باستخدام تقنيات الضغط الرقمي H.264/AVC المتقدمة ، ونظراً لما نشهده من نمو في عدد القنوات ذات الجودة الفائقة HDTV في منطقتنا مع إنتشار التلفزيونات المجهزة بالتقنيات العالية HDTV/UHDTV لذا كان لزاماً على أقمار نايل سات أن تحافظ على ريادتها في مجال البث الرقمي عبر الأقمار الصناعية بتجهيز منصة التشغيل الرقمي بالتقنيات الحديثة والحفاظ على تطويرها وتحديثها بكل ماهو جديد في عالم البث الرقمي وتتوافر لدى منصة التشغيل الرقمي بالنايل سات التقنيات اللازمة لإطلاق وتشغيل قنوات فائقة الجودة UHDTV/4K ، وتمتلك النايل سات منصة كاملة لبث تليفزيون الانترنت Streaming والتى تمكنها من بث وإستقبال البرامج التليفزيونية بجودة مماثلة لجودة البث الفضائي المعتادة من خلال البنية التحتية لشبكات الانترنت والتي يتم توصيلها مباشرة إلى المستخدم بصوره حية أو عن طريق المشاهدة عند الطلب**[١] ، كما يقوم النايل سات بتوفير العديد من الخدمات مثل : خدمات الدعم الفنى لمحطات البث والذى يشمل ضبط إتجاهات الهوائيات وضبط قدرة الإرسال وتخصيص حيز فضائى لخدمات البث الخارجى سعة ٤و٨ ميجا بايت مع توفير خدمة التشفير وكذلك عمل الوصلات الأرضيه من وإلى النايل سات وماسبيرو ومدينة الإنتاج الإعلامى من خلال غرفة فيبرالنايل سات وأيضاً من خلال غرفة التحكم الرئيسيه بمدينة الأنتاج الأعلامى وإمكانية الإستقبال من أقمار أخرى وكذلك الأستقبال من خلال هوائيات ثابته بنظامى C & Ku ونقلها لمقر العميل وجميع الانظمة مميكنة بالكامل من إدخال المحتوى و حتى البث مع دعم كامل لأنظمة 4K،HD،SD من خلال غرفة تحكم رئيسية لكل قناة تليفزيونية[٢].



شكل (١٠) يوضح النايل سات والخدمات التى يقدمها

القمر الصناعى المصرى نايل سات ٣٠١

وقعت الشركة المصرية للأقمار الصناعية نايل سات عقد مع شركة تاليس الينيا سبيس الفرنسية لتصنيع أحدث أقمار النايل سات للإتصالات نايل سات ٣٠١ و قد قام كل من اللواء / أحمد أنيس رئيس مجلس إدارة شركة نايل سات والسيد مارتن فان شايك النائب الأول لرئيس شركة تاليس الينا سبيس بالتوقيع على العقد في ٢٠١٩/١٢/٣ بتكليف الشركة بخدمة الإطلاق لقمر الإتصالات المصرى نايل سات ٣٠١ و المقرر إطلاقه فى الربع الأول من عام ٢٠٢٢ و بمجرد إستلام شركة Space X للقمر الصناعى ٣٠١ سيتم تركيبه و ضبطه على Space X Falcon 9 و هى سفينة إطلاق القمر و سيتم الإطلاق من قاعده Cape Canaveral فى فلوريدا الأمريكية ، يقع القمر عند ٧ درجات غرباً و سيعمل مع نايل سات ٢٠١ الموجود حالياً فى الخدمة لتقديم خدمات الحيز الترددى ku-Band لمنطقة الشرق الأوسط و شمال أفريقيا وسيساعد نايل سات ٣٠١ على زيادة تغطية القمر المصرى و ذلك بتقديم ترددات جديدة فى الحيز الترددى ku وذلك فى منطقة التغطية التسويقية الحالية فى منطقة شمال أفريقيا و الشرق الأوسط ، بالإضافة الى تغطية الدول الموجودة فى الجزء الجنوبى من قارة أفريقيا و حوض النيل وسيقدم أيضا القمر الجديد خدمات إتصالات broadband فوق جمهورية مصر العربية فى الحيز الترددى ka-band ، كما ستقدم الشركة أنظمة تحكم فى القمر لشركة نايل سات فى كل من المحطة الأرضية الموجودة فى القاهرة و المحطة التبادلية بالأسكندرية ، يعتمد تصنيع القمر الجديد ٣٠١ على منصة Spacebus 4000-B2 ، وسيزن القمر حوالى أربعة طن عند الإطلاق وسيتم تصميمه ليعمل ما يزيد عن ١٥عاماً مقدما الدعم لتقوية خدمات الإتصالات و البث الرقمى المباشر و سيساعد على تزايد تواجد شركة نايل سات فى أسواق جديدة تزامناً مع المجهودات الحالية التى يقوم بها القادة السياسيين لدعم الروابط بين مصر و الدول الأفريقية الأخرى بالإضافة إلى تعزيز مشاريع البنية التحتية والمجتمعات الحضرية الجديدة و حقول البترول فى شرق البحر المتوسط و خاصة حقل زهر للغاز ليصبح القمر الصناعى الرابع بعد نايل سات ١٠١ و١٠٢ و٢٠١[١] .

القمرالصناعي مصر سات ٢

كشف الرئيس التنفيذي لوكالة الفضاء المصرية عن قرب الإنتهاء من إنشاء مركز تجميع الأقمار الصناعية بمدينة الفضاء المصرية بالقرب من العاصمة الإدارية الجديدة وسيتم الانتهاء منها خلال شهر أبريل عام ٢٠٢٢ لافتا إلى أن مصر نجحت الفترة الماضية في إنهاء المرحلة الأولى من التصميمات المبدئية للقمر الصناعي مصر سات٢ ويجري حاليا تصنيع النموذج الهندسي مع الجانب الصيني وأضاف أن إطلاق القمر الصناعي مصر سات٢ سيكون في ديسمبر ٢٠٢٢ بدلا من سبتمبر ٢٠٢٢ وذلك بسبب تداعيات فيروس كورونا موضحاً أنه سيتم البدء في التجميع للقمر الصناعي بعد الانتهاء من تجهيزات مركز تجميع الأقمار الصناعية بحد أقصى منتصف عام ٢٠٢٢ مؤكداً أنه أول قمر صناعي سيتم تجميعه بمركز التجميع المقام في مدينة الفضاء وذلك وفقاً للاستراتيجية التي وضعتها الوكالة بشأن برنامج الفضاء المصري ، وأكد أن الوكالة تمتلك خطة طموحة في مجال الفضاء وذلك وفقاً لاستراتيجية مصر للتنمية المستدامة ٢٠٢١ موضحاً أن مصر تقود حالياً عددا من الدول الإفريقية بشأن تصنيع قمر التنمية الإفريقي بهدف قياس الاعتبارات المناخية للدول الإفريقية والحد من خطورتها وضبط معدلات الانبعاث ، وأكد أن مصر أخذت على عاتقها المبادرة وحولتها لأفكار تنفذ على أرض الواقع من خلال مشاركة ٥ دول إفريقية للمشاركة في تصنيع القمر وتم الإتفاق للبدء في تنفيذ قمر التنمية الأفريقي ومصر ستدعم تدريب المتخصصين من الدول الإفريقية في هذا المجال[٢].

البث التليفزيونى وجودة الصورة التلفزيونية

تأتي جودة الصورة التليفزيونية بمزيج من المدخلات والمخرجات ما بين المادة التليفزيونية المنتجة وشاشة العرض ، وخدمة البث ذات الدقة المنخفضة سيجعل التلفزيون فائق الجودة يبدو وكأنه منخفض الجودة ، ولكن عندما يعمل هذان المكونان في تناغم فيمكنهما تحسين جودة صورة التلفزيون بطرق لا مثيل لها لذلك دعونا نلقي نظرة على بعض الخطوات للحصول على أعلى درجة جودة ممكنة للصورة التليفزيونية من خلال عمليتى البث والعرض التليفزيونى وهى :

أولا : تقييم شاشة التلفزيون

يمكن لأجهزة التلفزيون اليوم الحصول على صورة أوضح بكثير من خلال جهاز تلفزيون عالي الدقة ١٠٨٠ بكسل إذا كنت تشاهد قرص DVD ذي دقة قياسية ٤٨٠ بكسل على هذا التلفزيون فسيتم تكبير الصورة لتتناسب مع دقة التلفزيون ، وسيتم تصغير دقة 4K Blu-ray بدقة ٢١٦٠ بكسل كل هذا القياس سيغير الجودة المرئية للصورة وليس بطريقة جيدة ، وهناك نوعان من التقنيات الرئيسية المستخدمة في شاشات التلفزيون حاليا وهما LCD شاشة الكريستال السائل و OLED الصمام الثنائي الباعث للضوء العضوي ، شاشات LCD تمت تجربتهم وإختبارهم لكنه تحتاج إلى إضاءة خلفية لإضاءة البكسل على الشاشة بينما OLED تتمتع بمستويات تباين أفضل بشكل لا نهائي وصور أكثر حيوية وتشويه أقل وفرصة أقل لضبابية الحركة التي تخلقها شاشات LCD ولكنها باهظة الثمن والبديل هو البحث عن أجهزة تلفزيون LED مزودة بمجموعة كاملة من الإضاءة الخلفية أو تقنية النقاط الكمومية full-array backlighting or quantum dot technology التى تمنح الإضاءة الخلفية ذات المصفوفة الكاملة بنسبة تباين أفضل و صورة أكثر إشراقًا عبر نطاق لوني أوسع ، وجدير بالذكر أن غالبية أجهزة التلفزيون اليوم هي LCD بشكل أكثر تحديدًا شاشة LED LCD وتستخدم لوحات LCD الإضاءة الخلفية لإضاءة وحدات البكسل وفي هذه الحالة تتكون الإضاءة الخلفية من مصابيح LED وعادة ما يتم تسويقها على أنها تلفزيونات LED مع عدم ذكر شاشة LCD نفسها ، من ناحية أخرى لا يحتوي تلفزيون OLED على إضاءة خلفية تستخدم "المصابيح العضوية" التي يتم التحكم فيها على مستوى البكسل الفردي لذا بدلاً من إضاءة الشاشة بالكامل أو جزء منها ستضيء شاشة OLED فقط وحدات البكسل اللازمة لإنتاج الصورة ولن تضيء أي وحدات بكسل على الإطلاق لإنتاج وحدات بكسل سوداء لكن أجهزة تلفزيون LED ليست كلها سيئة ، وهناك التليفزيون الذكى الذى يحتوي على تطبيقات وخدمات بث ويمكنها الإستجابة للأوامر الصوتية قد تجعل أجهزة التلفزيون الذكية الأمر يبدو وكأننا نعيش في المستقبل لكنها لن تعمل على تحسين جودة صورة التلفزيون ومع ذلك فإنها تعتبر من بين أحدث التقنيات لذا يمكنك غالبًا العثور على أجهزة تلفزيون تتضمن تقنية التلفزيون الذكي وتقنية LED أو LCD أو OLED.

ثانيا : التحقق من الدقة والنطاق الديناميكي العالي HDR

الدقة هى عدد البكسل الموجود في شاشة التلفزيون وكلما زادت كلما كانت الصورة أفضل ومعظم أجهزة التلفزيون هذه الأيام هي ١٠٨٠ بكسل أو ما يسمى Full HD تبلغ دقتها ١٩٢٠ × ١٠٨٠ وتقدم صورة جيدة وبسعر رائع وللحصول على نتيجة أفضل فهناك أجهزة تلفزيون بدقة 4K وتبلغ ٣٨٤٠ × ٢١٦٠ أى أربعة أضعاف حجم الصورة لمجموعة ١٠٨٠ بكسل ، وللاستفادة منها تحتاج إلى محتوى بدقة 4K ، والنطاق الديناميكي العالي HDR هي تقنية التلفزيون المسئولة عن أفضل نسبة تباين بين الصور الأفتح والأغمق ودقة الألوان المتاحة وأجهزة تلفزيون OLED مزودة بتقنية HDR والكثير من أجهزة تلفزيون LCD تحتوي عليها أيضًا ، لذلك يجب التحقق ما إذا كانت متضمنة أم لا والميزة المضمنة غالبًا في HDR هي WCG التدرج اللوني الواسع مما يسمح لأجهزة التلفزيون بعكس الواقع بدرجة أكبر لذلك إذا كنت تريد أفضل

صورة على التلفزيون يجب البحث عن تلفزيون مزود بتقنية HDR و WCG وجدير بالذكر أن معظم أجهزة تلفزيون OLED وLED عالية الجودة التي تم تصنيعها خلال السنوات الأربع الماضية تمتلكها غالبا .

ثالثا : التحقق من معدلات التحديث Refresh Rates

معدل التحديث يعني عدد مرات تحديث صورة شاشة التلفزيون في ثانية واحدة ويجب أن تكون ١٢٠ هرتز على الأقل أى أن الشاشة يتم تحديثها ١٢٠ مرة في الثانية وقد يبدو هذا كثيرًا لكنه ضروري للغاية إذا كنت تريد صورة واضحة وقد كان المعيار القديم ٦٠ هرتز ولكن إذا كان لديك شاشة عالية الدقة فإن معدل التحديث المنخفض يخلق صورة متقطعة ١٢٠ أو حتى ٢٤٠ هرتز هو الأفضل وجدير بالذكر أنه يوجد معدلات تحديث وهمية حيث تطرح شركات التلفزيون مصطلحات مثل معدل التحديث الفعال ولكن يجب معرفة أن معدل التحديث الفعلي يميل إلى أن يكون حوالي نصف المعدل الفعال المعلن لذلك يجب البحث عن معدل التحديث الفعال المدون على الشاشة وقسمه على اثنين للحصول على المعدل الفعلي.

رابعا : موقع وإعدادات الشاشة التلفزيونية

فى حالة عدم إمكانية شراء تليفزيون جديد يجب مراعاة شئ مهم وهو موقع التلفزيون نفسه حيث تُعد زاوية المشاهدة أمرًا بالغ الأهمية لتحقيق أقصى قدر من الجودة حيث يجب أن يكون التلفزيون في مستوى العين مع وضع الجلوس أمام الشاشة بشكل أو بآخر إذا كنت تنظر إلى الشاشة من موضع آخر فقد يؤدي ذلك إلى إتلاف الصورة خاصةً مع تلفزيون LCD .

كما يمكن تغيير إعدادات الشاشة لتحسين الجودة وهى تختلف بحسب نوع الشاشة ولكن هناك بعض الخطوات العامة وهى إجعل صورة شاشة التليفزيون بالأبيض والأسود عن طريق إيقاف تشغيل أي من أوضاع تحسين الصورة وتقليل إعداد اللون ثم إيقاف مشهد به الكثير من المشاهد المظلمة وتغيير السطوع حتى تتمكن فقط من عرض التفاصيل في المناطق الأكثر إعتامًا ثم اضبط التباين فى مشهد ساطع حتى تصبح الصورة ساطعة بما يكفي لتكون مريحة للمشاهدة ولكن دون أن تبدو باهتة استمر في تعديل السطوع والتباين أثناء التبديل بين المشاهد الساطعة والمظلمة حتى تشعر العين بالراحة بينهما مع وجود تفاصيل في الظلال ، وبعد ذلك توقف عند لقطة لوجه ممثل به الكثير من الضوء الطبيعي وأعد تشغيل إعداد اللون حتى تبدو درجات لون البشرة حقيقية جرب الإعدادات المسبقة لدرجات الألوان في التلفزيون حيث تأتي بعض أجهزة التلفزيون مع خيارات درجات الألوان مثل بارد أو دافئ أو محايد قد تجد المحايد هو الخيار الأفضل ، وأعد تشغيل تحسينات الصورة يمكن الآن إعادة تشغيل أوضاع الصورة أو ميزات التحسين التي أوقفتها في البداية سيقلل البعض من التشويه والبعض الآخر سوف يخفف الحركة والمفتاح هو تجربتها تدريجيًا[١] .

خامسا : تحديث إدخال DVD

فى حالة تشغيل أقراص DVD بدقة ٤٨٠ بكسل تبلغ دقة تلفزيون HD القياسي ١٠٨٠ بكسل منتجا صورة جيدة ولكن تشغيل DVD على مجموعة 4K أمرا صعبا لأنه عند تغذية صورة منخفضة الدقة في تلفزيون عالي الدقة يحدث ما يسمى الترقية حيث يقوم التلفزيون بتغيير الصورة لتناسب دقة الشاشة ويمكن أن يؤدي هذا إلى صورة مشوشة وضبابية ، وإذا كان لديك تلفزيون عالي الدقة فأنت تريد الحصول على فيديو بجودة Blu-ray كحد أدنى حيث تتمتع Blu-ray بدقة تصل إلى ١٠٨٠p ، أو حتى 4K في بعض الحالات الجديدة لذلك ستستفيد بشكل كامل من تكنولوجيا الشاشة المذهلة وستحتاج أيضًا إلى التأكد من أن مشغل Blu-ray DVD الخاص بك يسمح بمحتوى HDR ، إذا كان التلفزيون الخاص بك يحتوي على HDR ولكن الإدخال ليس كذلك فسيقوم التلفزيون بترقية المحتوى إلى نطاق HDR لكنه لن يبدو حقًا مثل محتوى

HDR ويجب التأكد من منافذ التوصيل لتلك المدخلات بالتلفزيون ومنافذ HDMI تعطى أفضل جودة إدخال حتى الآن وفى حالة تلفزيون 4K يجب التأكد من أنه يحتوي على منافذ HDMI 2.0 لدعم مصادر 4K .

سادسا : التحديد بين تلفزيون الكابل أو القنوات الفضائية التليفزيونية أو التدفق

عند إستخدام مقدم خدمة تلفزيون هناك خياران أساسيان: كابل أو قمر صناعي وتليفزيون الكابل أكثر تكلفة ولكنه أقل عرضة للتداخلات الجوية ، بينما القمر الصناعي أوسع نطاقا وأرخص سعرًا ، ولكن نظرًا لأنه يتعين وضع الهوائي في الخارج فقد يتأثر بالطقس العاصف ، والخيار الثالث هو التدفق streaming التى أصبحت شائعة بشكل متزايد وتعمل على العديد من أجهزة التلفزيون الحديثة أو أحد أجهزة البث العديدة مثل Roku لإعداد إتصال بالإنترنت في أي وقت وغالبًا ما تحتوي أجهزة البث هذه بالفعل على إمكانات فيديو HDR و 4K ، إذا لم يكن لديك Roku يجب التفكير فى خدمة بث محتوى فيديو بدقة 4K و HDR ، وتحتوي Netflix على بعض المحتوى بدقة 4K ، والسؤال الذى يطرح نفسه هنا هو **هل يمكن أن يكون القمر الصناعي أفضل من الكابل؟** الجواب هو نعم ولا وذلك لأن الكابل أكثر موثوقية من الأقمار الصناعية ولكنها أرخص سعرا ويرجع ذلك إلى أن بناء البنية التحتية للكابلات مكلفًا للغاية للحاجة إلى مد آلاف الأقدام من الكابلات لجزء واحد من مدينة واحدة مقارنة بوضع قمر صناعي في السماء لخدمة منطقة أكبر بكثير وبالتالي مزيدا من العملاء يمكن أن يتمتع القمر الصناعي أيضًا بجودة صورة أفضل لأن مزودي الكابلات يضطرون إلى ضغط الإشارة وهذا يحد من جودته بشكل عام لذا أيًا كان نوع الخدمة التلفزيونية التي تختارها ستكون هناك بعض المقايضات .

سابعا : إختيار مدخلات HD-level

إذا اخترت كابل أو قمر صناعي فتأكد من أن جهاز فك التشفير set-top box هو HD حيث لا تزال بعض شركات الكابلات تقدم أجهزة غير عالية الدقة كخيارات أرخص وهذا يظهر في جودة الصورة ، ولكن تأكد من أن القنوات التي تشاهدها هي بالفعل عالية الدقة عادةً حتى مع وجود أجهزة استقبال HD فلا تزال القنوات منخفضة الدقة خيارًا ولا يدرك الجميع ذلك سيعرض بعض المزودين مثل Verizon Fios نافذة منبثقة على الشاشة تعرض لك نقلك إلى إصدار HD بضغطة زر بسيطة يسمح لك البعض مثل Xfinity أيضًا بتصفية قائمة القنوات لعرض محتوى عالي الدقة فقط[١] .

الفرق بين جودة صورة فيديو البث عبر الإنترنت وصورة تليفزيون الكابل

إن جودة الفيديو لخدمات البث عبر الإنترنت أكثر وضوحًا من تلفزيون الكابل لأن معظم تلفزيون الكابل توفر دقة ١٠٨٠i أى تعمل بنظام المسح المتشابك بينما في حالة البث عبر الإنترنت فإنهم يستخدمون أجهزة مثل Roku أو Google Chromecast التي تقدم عادةً دقة ١٠٨٠ بكسل أى المسح التدريجي لذا فإن الشاشة متشابهة إلى حد ما وهي دقة ١٩٢٠ × ١٠٨٠ ومع ذلك قد تكون دقة تلفزيون الكابل أكثر ضبابية مقارنةً بـ Netflix أو Hulu أو أي خدمة بث أخرى هذا عادة لأن ١٠٨٠i يستخدم إطارات بديلة لعرض الفيديو ، وفي حالة القنوات التلفزيونية الكابلية بدقة ١٠٨٠i فأنت تشاهد عادة حوالي ستين إطارًا في الثانية بينما لا يحتوي كل إطار على الصورة الكاملة لأن كل إطار يومض بين صفوف فردية وزوجية مع تقدم الفيديو من إطار إلى إطار ، قد يتسبب في غموض بسبب وجود الكثير من الحركة عادة ما يكون كل إطار في فجوات ملي ثانية أو حتى أقل وبالتالي ستشعر بتأثير ضبابي قليلاً وليس هذا هو الحال مع خدمات البث عبر الإنترنت إنها توفر جودة فيديو ١٠٨٠ بكسل تنقل كل صف من وحدات البكسل في إطار واحد أى أن هناك الآن فرصة ضئيلة أو معدومة لنفاد الإطارات أو فقد المزامنة مع بعضها البعض. وبالتالي فإن النتيجة هي أننا نلاحظ جودة فيديو أوضح وأكثر حدة وجدير

بالذكر أن شركات الكابلات متمسكة بتنسيق ١٠٨٠i والسبب الرئيسي وراء ذلك هو النطاق الترددي نظرًا لأنه لا يبدو أن لديهم نطاقًا ترديدًا كافيًا لتحمل إشارة ١٠٨٠ بكسل مع كل إطار(٢) .

مستقبل الأقمار الصناعية فى البث التليفزيونى

فى الفترة الاخيرة زادت التغطية الإعلامية لخدمات مثل Netflix لذلك فمن المتوقع أن تكون OTT بلا منازع هى مستقبل نماذج توزيع التلفزيون فى المستقبل بالرغم من زيادة توزيع القنوات الفضائية بسرعة سواء في الأسواق الناشئة مثل إفريقيا وأمريكا الجنوبية وفي الأسواق المتقدمة مثل أمريكا وإنجلترا وأستراليا ومع ذلك استمر سوق الأقمار الصناعية في الحفاظ على حصته في أكثر من ربع إجمالي السوق ومن المتوقع أن يزيد بنحو ٤٪ خلال السنوات الثلاث القادمة ، ويواصل القائمون بالبث إختيار التوزيع عبر الأقمار الصناعية لنطاقه الواسع لتقديم عددًا كبيرًا من القنوات والوصول إلى المزيد من الجمهور بطريقة أكثر فعالية من حيث التكلفة من OTT ، ويعتبر القمر الصناعي هو الخيار المفضل لأفريقيا نظرا لطبيعتها الجغرافية المتباعدة فضلاً عن الحد الأدنى من البنية التحتية المطلوبة لدعم جودة مشاهدة التلفزيون المحلية والدولية توفر الأقمار الصناعية رؤية واستقرار وجودة هذه القنوات التي لا تستطيع أشكال التوزيع الأخرى دعمها ، كما تتجه أنظمة بث OTT إلى الأقمار الصناعية لتوسيع نطاق وصولهم بشكل متزايد إلى القنوات الفضائية حيث يوفر القمر الصناعي طريقة جديدة للوصول إلى آلاف المنازل وتوسيع نطاق جمهورهم وفي ألمانيا تتطلع خدمة البث الرياضي DAZN إلى توزيع قنواتها الخطية على مشتركي Sky للوصول إلى المزيد من المنازل وفقًا لـ Ampere Analysis Insights سيمكن هذا DAZN من الوصول إلى ١,٩ مليون أسرة إضافية ، وفي فرنسا أعلنت Netflix مؤخرًا أنها تختبر أول قناة خطية لتلبية طلب المستهلكين على التلفزيون التقليدي في البلاد في الأساس بدأ مشغلو OTT في النظر في فوائد الشبكات الهجينة لاكتساب المزيد من الوصول إلى جميع المشاهدين عبر البلدان.

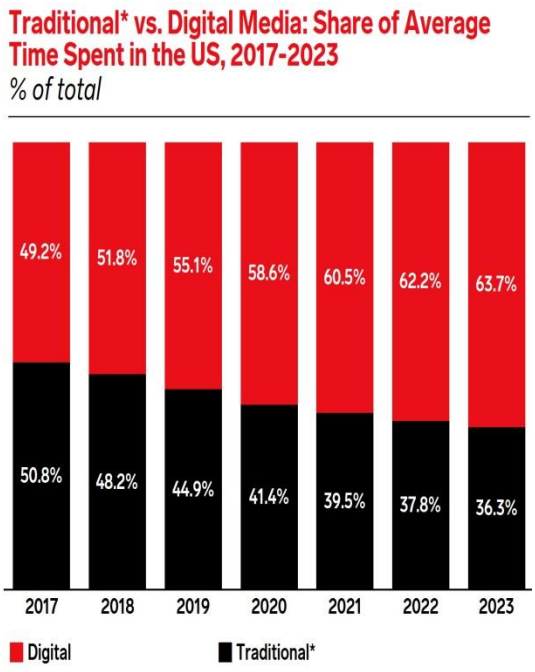
يُظهر تحليل أبحاث التلفزيون الرقمي أنه في الأسواق الناضجة ستستمر أعداد المشتركين في القنوات الفضائية المدفوعة للتلفزيون في الحفاظ على استقرارها خلال السنوات الخمس المقبلة بينما يتزايد عدد المشتركين في القنوات الفضائية المجانية على الهواء ، وجدير بالذكر أنه لا تزال شبكة 5G باهظة الثمن بالنسبة للقائمين بالبث ولا تقدم حاليًا التغطية التي يبحثون عنها لذلك ستكون هناك حاجة دائمًا إلى الأقمار الصناعية لتغذية رؤوس 5G ولن يتمكن العديد من المستهلكين من تحمل تكلفة 5G في شكلها الحالي ، ومن المتوقع أن يزد عدد التلفزيونات المنزلية بأكثر من ٧٠ مليونًا ليصل إلى ١,٧٦ مليار بحلول عام ٢٠٢٣ وعندما يتعلق الأمر باستقبال الأقمار الصناعية سيتمكن ٢٠ مليون منزل إضافي من الوصول إلى القمر الصناعي وبذلك يصل العدد الإجمالي إلى ٤٥٠ مليونًا بحلول عام ٢٠٢٣ ، وبغض النظر عن مدى شهرة OTT يستمر القمر الصناعي في النمو على عكس نماذج التوزيع الأخرى ولراغبى الاستفادة من الأسواق الناشئة في العالم اغتنام الفرصة للوصول إلى المشاهدين عبر الأقمار الصناعية(١).

مستقبل البث التلفزيوني

صرحت eMarketer - وهي شركة أبحاث قائمة على الإشتراك توفر رؤى وإتجاهات متعلقة بالتسويق الرقمي والوسائط والتجارة يقع مقرها الرئيسي في مدينة نيويورك- بأنه سينخفض الوقت المتوقع لمشاهدة التلفزيون في عام ٢٠٢٣ ففي عام ٢٠٢١ كان متوسط وقت مشاهدة التلفزيون ٣ ساعات و ١٧ دقيقة من المقدر أن يتراجع إلى حوالي ساعتين و٥١ دقيقة في عام ٢٠٢٣ ، بينما كان عام ٢٠٢٠ على وجه الخصوص عاما شاذا بالنسبة إلى التلفزيون حيث قضى الناس وقتًا أطول في مشاهدة الأخبار التلفزيونية حول الوباء والإنتخابات الأمريكية مما أدى إلى زيادة وقت مشاهدة التلفزيون لأول مرة منذ عام

٢٠١٢ ووفقًا لـ eMarketer فإن هذا الاتجاه سوف تنعكس مع تقدمنا حيث يقضي الشخص البالغ العادي في الولايات المتحدة ١٥ دقيقة أقل مع المتوسط في عام ٢٠٢٢ ، و ١١ دقيقة أقل في عام ٢٠٢٣.

وفي حين كان عام ٢٠٢٠ عامًا رائعًا للبث كان هناك أيضًا العديد من الأسر التي تعمل بنظام قطع الأسلاك cord-cutter وهى الأسر التى ليس لديها تلفزيون مدفوع الأجر ، مما يجعل التحول نحو الهاتف المحمول أكثر أهمية من أي وقت مضى ، وفي عام ٢٠٢٠ وحده تشير التقديرات إلى أن أكثر من ٦ ملايين أسرة أمريكية قطعت الحبل عن طريق التلفزيون المدفوع ووفقًا لـ MarketingCharts تُظهر بيانات مايو ٢٠٢١ من Nielsen أن الأسر التلفزيونية كانت تقضي وقتًا في البث أكثر مما كانت تشاهد البث التلفزيوني وقدرت eMarketer أيضًا أنه بحلول عام ٢٠٢٤ سيزداد عدد هذه الأسر بشكل أكبر حيث يصل إلى ٤٦,٦ مليونًا مما يؤدي إلى توقف أكثر من ثلث جميع الأسر الأمريكية عن امتلاك قنوات تلفزيونية مدفوعة ومع وضع كل هذا في الاعتبار طلبت شركة The Weather Company وهي شركة تابعة لشركة IBM من كبار القائمين بعملية البث التليفزيونى إبداء أفكارهم بشأن الاتجاهات التي ستغير الصناعة وملخص ما أقروه هو أنه يجب التوسع في أنظمة توصيل OTT حيث تقوم العديد من محطات التلفزيون بتوسيع تغطيتها الإخبارية على أنظمة توصيل OTT مثل Apple TV و Roku هذا يخلق فرصة كبيرة لمحطات التلفزيون المحلية ويجب أن يتضمن محتوى أخبار OTT شيئًا أكثر من البث الشبكي القياسي يمكن للتغطية المباشرة جنبًا إلى جنب مع مكتبة من مقاطع الفيديو ذات الصلة المنتجة مسبقًا أن تحافظ على تفاعل المشاهدين ، ويجب توفير جودة المعلومات وحسن توقيتها بالإضافة إلى إجراء اتصالات للمستخدمين ومعهم مع الإهتمام بالتعليم والشفافية ، والتغيير الآخر الذي يحدث الآن يتضمن دخول المزيد من شبكات البث إلى SVOD وهو فيديو الإشتراك عند الطلب[٢] ، وشكل (١١) يوضح الوقت المستغرق فى مشاهدة وسائل الميديا من ٢٠١٩ وحتى ٢٠٢٣ ومقارنة بين الميديا التناظرية والرقمية ، وفى النهاية يختلف علماء صناعة التليفزيون حول إستمرارية التليفزيون كجهاز تقليدى ، فهناك من يتوقع إنتهاء عصره قريبا وإستبداله بالشاشات الشخصية وهناك من يتوقع إستمراره ليظل حقيقة واقعة لغالبية الأسر في السنوات القادمة حيث أن بعض المحتويات تحتاج إلى المشاركة الجماعية كالمباريات والمسلسلات الضخمة أو بعض البرامج وهي أحداث يرغب المشاهدون في تجربتها معًا مما يخلق لحظة من التواصل تتجاوز مجرد التفاعلات على وسائل التواصل الاجتماعي ، والدليل على ذلك لم تختف دور السينما بمجرد أن حصلنا على أجهزة تلفزيون فردية في كل منزل وأصبح الذهاب إلى السينما تجربة مكملة للتلفزيون ، وسيحدث نفس الشيء مع جهاز التلفزيون والأجهزة المحمولة الفردية وسيكون بعض المحتوى دائمًا أفضل عند إستهلاكه على شاشة كبيرة بالمشاركة مع الآخرين[١] .



Average Time Spent with Media in the US, by Media, 2019-2023

hrs:mins per day among population

	2019	2020	2021	2022	2023
Digital	**6:49**	**7:50**	**7:59**	**8:09**	**8:20**
—Mobile (nonvoice)	3:45	4:16	4:23	4:29	4:35
—— Audio	1:07	1:10	1:16	1:19	1:22
—— Social networks	0:52	1:03	1:03	1:03	1:04
—— Video*	0:42	0:49	0:51	0:53	0:55
—— Other	1:05	1:15	1:13	1:14	1:14
—Desktop/laptop**	1:54	2:03	1:59	1:56	1:56
—— Video*	0:23	0:26	0:26	0:25	0:25
—— Audio	0:16	0:20	0:20	0:20	0:20
—— Social networks	0:07	0:07	0:07	0:06	0:06
—— Other	1:08	1:09	1:06	1:04	1:04
—Other connected devices	1:10	1:30	1:38	1:44	1:49
Traditional media	**5:33**	**5:31**	**5:13**	**4:57**	**4:45**
—TV***	3:27	3:33	3:17	3:02	2:51
—Radio***	**1:35**	**1:28**	**1:26**	**1:26**	**1:25**
—Print***	0:19	0:19	0:19	0:18	0:17
—— Newspapers	0:10	0:10	0:10	0:10	0:09
—— Magazines	0:09	0:09	0:08	0:08	0:08
—Other traditional media	0:12	0:11	0:11	0:11	0:11
Total	**12:23**	**13:21**	**13:12**	**13:06**	**13:05**

شكل (١١) يوضح الوقت المستغرق فى مشاهدة وسائل الميديا من ٢٠١٩ وحتى ٢٠٢٣ ومقارنة بين الميديا التناظرية والرقمية[٢] .

نتائج البحث :

١- تطورت تكنولوجيا البث تطورا كبيرا بفضل تحولها إلى النظام الرقمى والتى أصبحت قادرة على تقديم العديد من مختلف درجات جودة الفيديو والتليفزيون التفاعلى عبر مختلف المنصات وقد ساهمت تكنولوجيا الإتصالات والأقمار الصناعية وشبكة الإنترنت بشكل بارز فى هذا التطور .

٢- البث التليفزيونى Broadcasting هو الذى يتم عن طريق شبكات البث التليفزيونى الرقمى أو تليفزيون الكابل أو عبر الأقمار الصناعية بينما التدفق Streaming هو البث التليفزيونى من خلال IP فى شكل IPTV أو OTT .

٣- هناك العديد من تصنيفات أنواع البث التليفزيونى فمنها التلفزيون التناظري والبث الرقمي والتلفزيون المحسن والنطاق العريض الهجين والتلفزيون الأرضي والدوائر التلفزيونية المغلقة والبث الخارجي والقمر الصناعي للبث المباشر .

٤- تمر صورة الفيديو الرقمى بثلاثة مراحل لإمكانية عرضها على الشاشة وهى مرحلة التجهيز ثم التوزيع ثم البث .

٥- البث التلفزيوني الرقمي الأرضى هو أكثر طرق البث التليفزيونى إستخداما لعدة أسباب وهى إمكانية السيطرة عليه أمنيا وسياسيا وفنيا مقارنة بالأقمار الصناعية بالإضافة الى سهولة إستخدامه كما أنه فعال جدًا في استخدام الطيف بفضل إستخدام تقنيات ضغط وتعديل الفيديو المتقدمة وإمكانات الشبكات وحيدة التردد التى تستطيع توزيع HDTV وحتى UHDTV بالاضافة الى تقديم أنظمة البث ذات النطاق العريض التفاعلية مثل HbbTV أو Hybridcast ويعتبر DVB-T هو أكثر أنظمة البث التليفزيونى الرقمى الأرضى استخداما فى العالم .

٦- مع تقدم جودة صورة الفيديو نحتاج إلى تكنولوجيا عالية لضغط وترميز معدلات بيانات إشارات الفيديو الرقمية والتى تصل إلى ١٢ جيجابايت فى الثانية فى UHDTV لذلك يكون معدل هذه البيانات عالى جدا لضمان تزامن ثابت لمعدل الإرسال ويتم تحقيق ذلك عن طريق إستغلال أربعة أنواع من التكرارات وهى الإدراك الحسي والزماني والمكاني والتكرار الإحصائي للنظام البصرى .

٧- جودة الفيديو المقدمة من خلال تدفق الفيديو عبر الانترنت أفضل من صورة فيديو تلفزيون الكابل نظرا لإختلاف أنظمة المسح التليفزيونى بينهما .

٨- توفر الأقمار الصناعية وتلفزيون الكابل قنوات تلفزيونية أكثر من DTTB نظرًا لعرض النطاق الترددي الأكبر للقناة وطيف التردد الأكبر للتلفزيون على الكابل ومن الناحية النظرية مع IPTV أو البث عبر الإنترنت المفتوح يكون عدد البرامج التلفزيونية المتاحة غير محدود على الرغم من سعتها المنخفضة

٩- إرسال محتوى البث عبر شبكة بث أحادية الاتجاه مع إستقبال محتوى إضافي متعدد الوسائط عبر شبكات النطاق العريض ثنائية الإتجاه يعمل على زيادة تجربة المستخدم إلى الحد الأقصى من خلال توفير خدمات عالية الجودة ومرنة وتفاعلية وشخصية مثل معلومات إضافية حول البرامج التلفزيونية أو خدمات إضافية للأقليات وذوي الاحتياجات الخاصة والبث غير الخطي أي لمشاهدة البرامج الفائتة .

١٠- بالرغم من ظهور البث التليفزيونى عالميا قبل البث فى مصر بسنوات عديدة الا أن تكنولوجيا البث التليفزيونى المصرى مواكبة لأحدث طرق البث التليفزيونى العالمى بفضل تطور تكنولوجيا البث والإتصالات المستخدمة بالإضافة الى إنشاء مركز تجميع الأقمار الصناعية بمدينة الفضاء المصرية والذى يستعد لاطلاق القمر الصناعي مصر سات ٢ .

١١- يقوم النايل سات المصرى حاليا ببث ٧٠٠ قناة تليفزيونية ، **ويتم بث القنوات ذات الجودة العالية عبر منصة النايل سات الرقمية التي تبث القنوات باستخدام تقنيات الضغط الرقمي H.264/AVC المتقدمة وتتوافر لدى منصة التشغيل الرقمي بالنايل سات التقنيات اللازمة لإطلاق وتشغيل قنوات فائقة الجودة UHDTV/4K ، وتمتلك النايل سات منصة كاملة لبث تليفزيون الانترنت Streaming والتى تمكنها من بث وإستقبال البرامج التليفزيونية بجودة مماثلة لجودة البث الفضائي المعتادة من خلال البنية التحتية لشبكات الانترنت والتي يتم توصيلها مباشرة إلى المستخدم بصوره حية أو عن طريق المشاهدة عند الطلب** كما يقوم النايل سات بتوفير العديد من الخدمات مثل خدمات الدعم الفنى لمحطات البث وتخصيص حيز فضائى لخدمات البث الخارجى سعة ٤و٨ ميجا بايت مع دعم كامل لأنظمة SD، HD، 4K مع توفير خدمة التشفير وكذلك عمل الوصلات الأرضيه من وإلى النايل سات وماسبيرو ومدينة الإنتاج الإعلامى .

١٢- مع التغطية الإعلامية الواسعة لخدمات مثل Netflix من المتوقع أن يكون الفيديو عبر الإنترنت هو مستقبل نماذج توزيع التلفزيون بلا منازع ومع ذلك يتزايد توزيع القنوات الفضائية بسرعة في الأسواق الناشئة أو الأكثر نضجًا ومن المتوقع أن يزداد العدد الإجمالي للمنازل التلفزيونية بأكثر من ٧٠ مليونًا ليصل إلى ١,٧٦ مليار بحلول عام ٢٠٢٣ وسوف يستمر القمر الصناعي في النمو على عكس نماذج التوزيع الأخرى ولراغبى الاستفادة من الأسواق الناشئة في العالم اغتنام الفرصة للوصول إلى المشاهدين عبر الأقمار الصناعية سيستمر الوقت المتوقع لمشاهدة التلفزيون في عام ٢٠٢٣ في الانخفاض .

١٣- أدى انتشار وباء كورونا إلى زيادة مساحة التغطية الإعلامية التليفزيونية مما أدى إلى زيادة نسبة المشاهدة عبر الشاشة التليفزيونية التقليدية وأصبح عام ٢٠٢٠ هو أعلى نسبة مشاهدة للقنوات التليفزيونية منذ عام ٢٠١٢ حتى الآن .

التوصيات :

١- للحصول على أعلى درجة جودة ممكنة للصورة التليفزيونية من خلال عمليتى البث والعرض التليفزيونى يجب عمل بعض الخطوات وهى تقييم شاشة التلفزيون للتحقق من الدقة ومعدلات التحديث refresh rates لتكون ١٢٠ هرتز أو أعلى وأن تستطيع دعم نظام HDR وكذا مراجعة موقع الشاشة التلفزيونية وإعدادات التلفزيون كما يجب التأكد من منافذ التوصيل وفى حالة تلفزيون 4K يجب التأكد من أنه يحتوي على منافذ HDMI 2.0

٢- يجب العمل على زيادة درجات الجودة لصورة الفيديو المقدمة من الناحيتين التقنية والفنية لتحقيق أكبر إستفادة من التحول الرقمى فى عمليات البث والإرسال عبر المنصات الرقمية المختلفة .

٣- يجب أن يكون البث التليفزيونى قادرا على تقديم مستويات جودة مختلفة مثل الإنتقال من جودة التلفزيون القياسية إلى HDTV وكذا إستخدام أنظمة تشفير أحدث وأكثر كفاءة في استخدام الطيف لتقديم خدمات البث الأرضى الرقمى بالتوازي مع وسائل التوصيل الأخرى مثل القنوات الفضائية أو تلفزيون الكابل أو IPTV .

٤- نتيجة للحاجة إلى إنتاج محتوى عالي الجودة وخدمات تفاعلية يجب زيادة معدلات نقل البيانات لتستطيع شبكات البث الرقمي التكيف باستمرار مع بيئات الوسائط المتغيرة والمتطلبات الجديدة وذلك لوجود مجموعة واسعة من الأجهزة الاستهلاكية تتراوح من الشاشات الكبيرة إلى الأجهزة المحمولة التى تقدم جميع خدمات التلفزيون بجودة HD في عدد متزايد من البلدان وكذلك احتمالية إدخال تنسيقات جديدة مثل UHDTV باستخدام أنظمة ضغط متقدمة مثل HEVC4 أو 3DTV والشاشات المصاحبة Companion Screens ، والتلفزيون التفاعلي ومنصات البث ذات النطاق العريض المتكاملة وغيرها في البيئة الأرضية في المستقبل القريب ، بالإضافة إلى تنفيذ أنظمة الإرسال من الجيل الثاني في المزيد من البلدان لتوفير سعة كافية في شبكات DTTB من أجل تقديم حزمة خدمة HDTV وتعويض النقص في نطاق التلفزيون UHF بسبب إدخال الاتصالات المتنقلة الدولية في أجزاء من الطيف الإذاعي ، بالإضافة إلى ذلك تظهر خدمات الوسائط المتعددة عبر شبكات الاتصالات المتنقلة (3G و 4G) معدلات نمو عالية للغاية

٥- يجب أن يتلاءم DTTB مع القنوات التلفزيونية الحالية ٦ و ٧ و ٨ MHz وسيعتمد اختيار نظام البث على ظروف محددة مثل توفر الطيف ومتطلبات التغطية وهيكل الشبكة الحالية وظروف الاستقبال .

٦- يجب العمل على تغيير تدفقات البث التليفزيونى إلى تدفقات نقل HEVC أو IP بجانب تدفقات MPEG-2 أو MPEG-4 لتنفيذ توزيع إشارات DTTB المشفرة بين الاستوديوهات ومراكز التشفير ثم إلى مواقع الإرسال لضمان تزامن ثابت لمعدل الإرسال .

٧- يجب العمل على تطوير وزيادة مساحة استخدام تكنولوجيا الاقمار الصناعية فى عمليات البث لانها تلعب دورا هاما وأساسيا فى أكبر تغطية أكبر مساحة ممكنة بإشارات البث لصورة الفيديو المختلفة

٨- عند التفكير فى شراء تليفزيون يجب التأكد من أنه مزود بموالفات تلفزيون لنوع واحد أو أكثر من أنواع توزيع البث الكابل والأقمار الصناعية والأرضية وIPTV أو OTT وأن معدل التحديث الفعلى له ١٢٠ هرتز أو أكثر .

الكتب والمراجع

- Walter Fischer," Digital Video and Audio Broadcasting Technology: A Practical Engineering Guide", Springer Nature, Jan 3, 2020
- Handbook on digital terrestrial television broadcasting networks and systems implementation,2021 edition, International Telecommunication Union,Radiocommunication Sector,
- Md Tapon Mahamud Jony, "Satellite Broadcasting Fundamentals", Lulu.com, Dec 2019.
- Dr.Djazia Bayau,"Foundation of TV production",e-Kutub Ltd,London,2021,
- Jim Owens," Television Production", Routledge ,Aug 28, 2019
- Yasuo Takahashi ,Masayuki Ito," ISDB-T A Handbook for Broadcast Engineers", CreateSpace Independent Publishing Platform ,Jun 22, 2017
- https://en.wikipedia.org/wiki/Broadcasting
- https://sapec.es/tv-contribution/
- https://www.mbaskool.com/business-concepts/marketing-and-strategy-terms/17828-broadcast-television.html

- https://en.wikipedia.org/wiki/Broadcasting
- https://wikidiff.com/transmit/broadcast
- https://www.emarketer.com/content/us-time-spent-with-media-2021
- https://www.reviews.org/tv-service/how-to-get-tv-on-the-road/
- https://castr.io/
- https://en.wikipedia.org/wiki/Broadcasting
- https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-0-387-78414-4_240
- https://sapec.es/path-to-the-video
- https://www.haivision.com/resources/streaming-video-definitions/video-contribution/
- https://sapec.es/tv-distribution/
- https://en.wikipedia.org/wiki/Outline_of_television_broadcasting#History_of_television
- https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Terrestrial_Multimedia_Broadcast
- https://www.academia.edu/43675230/LAAS16_Final_Resumes
- https://www.nhk.or.jp/strl/english/publica/bt/76/4.html
- https://sapec.es/tv-broadcasting/
- https://www.eutelsat.com/en/blog/what-are-tv-distribution-models.html
- https://sapec.es/tv-broadcasting/
- https://www.encyclopedia.com/media/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/television-broadcasting
- http://www.nilesat.com.eg/ar/Pages/Index/9?type=4
- http://www.nilesat.com.eg/ar/Pages/Index/6?type=1
- http://www.nilesat.com.eg/ar/News/NewsDetails?newsDetailsId=59\58
- http://msdernet.xyz/muta1.php?d_no=138&no=2338731
- https://www.reviews.org/tv-service/getting-absolute-best-television-picture-quality/
- https://www.pensacolavoice.com/streaming-video-quality/
- https://www.eutelsat.com/en/blog/what-are-tv-distribution-models.html
- https://en.wikipedia.org/wiki/EMarketer
- https://www.ibm.com/weather/industries/broadcast-media/trends-that-will-change-broadcasting
- https://www.emarketer.com/content/us-adults-will-consume-almost-much-media-2021-tv-viewing-will-backslide
- https://www.broadcastnow.co.uk/tech/the-past-present-and-future-of-tv-technology/5165324.article
- https://medialandscapes.org/country/egypt/media/television
- https://www.which.co.uk/reviews/televisions/article/getting-the-best-tv-picture-adbBi9E1jDjX
https://books.google.com.eg/books?id=9EIsEAAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%86%D8%A7%D9%8A%D9%84_%D8%B3%D8%A7%D8%AA_201
https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%86%D8%A7%D9%8A%D9%84_%D8%B3%D8%A7%D8%AA_301

(١) https://en.wikipedia.org/wiki/Broadcasting
(٢) https://wikidiff.com/transmit/broadcast
(١) https://en.wikipedia.org/wiki/Broadcasting.
(٢) Walter Fischer," Digital Video and Audio Broadcasting Technology: A Practical Engineering Guide", Springer Nature, Jan 3, 2020 p125
(١) https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-0-387-78414-4_240
(٢) https://sapec.es/path-to-the-video
(٣) https://www.haivision.com/resources/streaming-video-definitions/video-contribution/
(١) https://sapec.es/tv-distribution/
(٢) Walter Fischer," Digital Video and Audio Broadcasting Technology: A Practical Engineering Guide", Springer Nature, Jan 3, 2020,p2
(٣) https://www.mbaskool.com/business-concepts/marketing-and-strategy-terms/17828-broadcast-television.html
(١) https://en.wikipedia.org/wiki/Outline_of_television_broadcasting#History_of_television_broadcasting
(٢) Walter Fischer," Digital Video and Audio Broadcasting Technology: A Practical Engineering Guide", Springer Nature, Jan 3, 2020,p21-22
(١) Handbook on digital terrestrial television broadcasting networks and systems implementation,2021 edition, International Telecommunication Union,Radiocommunication Sector,p117

(١) Handbook on digital terrestrial television broadcasting networks and systems implementation,2021 edition, International Telecommunication Union,Radiocommunication Sector,p7-25
(١) Handbook on digital terrestrial television broadcasting networks and systems implementation,2021 edition, International Telecommunication Union,Radiocommunication Sector,p29
(١) ttps://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Terrestrial_Multimedia_Broadcast
(٢) https://www.academia.edu/43675230/LAAS16_Final_Resumes
(٣) Yasuo Takahashi ,Masayuki Ito," ISDB-T A Handbook for Broadcast Engineers", CreateSpace Independent Publishing Platform ,Jun 22, 2017
(١) https://www.nhk.or.jp/strl/english/publica/bt/76/4.html
(٢) Handbook on digital terrestrial television broadcasting networks and systems implementation,2021 edition, International Telecommunication Union,Radiocommunication Sector,p229
(١) **Md Tapon Mahamud Jony**, Satellite Broadcasting Fundamentals, Lulu.com, Dec 13, 2019,p10-11
(٢) https://sapec.es/tv-broadcasting/
(٣) https://www.eutelsat.com/en/blog/what-are-tv-distribution-models.html
(١) Handbook on digital terrestrial television broadcasting networks and systems implementation,2021 edition, ITU,p97-99\ - https://sapec.es/tv-broadcasting
(٢) https://www.eutelsat.com/en/blog/what-are-tv-distribution-models.html
(٣) https://sapec.es/tv-broadcasting/
(١) https://www.encyclopedia.com/media/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/television-broadcasting
(٢) Dr.Djazia Bayau,"Foundation of TV production",e-Kutub Ltd,London,2021,p19-23
(١) https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%86%D8%A7%D9%8A%D9%84_%D8%B3%D8%A7%D8%AA
(٢) https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%86%D8%A7%D9%8A%D9%84_%D8%B3%D8%A7%D8%AA_201
(١) http://www.nilesat.com.eg/ar/Pages/Index/9?type=4
(٢) http://www.nilesat.com.eg/ar/Pages/Index/6?type=1
(١) http://www.nilesat.com.eg/ar/News/NewsDetails?newsDetailsId=59\58
(٢) http://msdernet.xyz/muta1.php?d_no=138&no=2338731
(١) https://www.which.co.uk/reviews/televisions/article/getting-the-best-tv-picture-adbBi9E1jDjX
(١) https://www.reviews.org/tv-service/getting-absolute-best-television-picture-quality/
(٢) https://www.pensacolavoice.com/streaming-video-quality/
(١) https://www.eutelsat.com/en/blog/what-are-tv-distribution-models.html
(٢) https://www.ibm.com/weather/industries/broadcast-media/trends-that-will-change-broadcasting
(١) https://www.broadcastnow.co.uk/tech/the-past-present-and-future-of-tv-technology/5165324.article
(٢) https://www.emarketer.com/content/us-adults-will-consume-almost-much-media-2021-tv-viewing-will-backslide