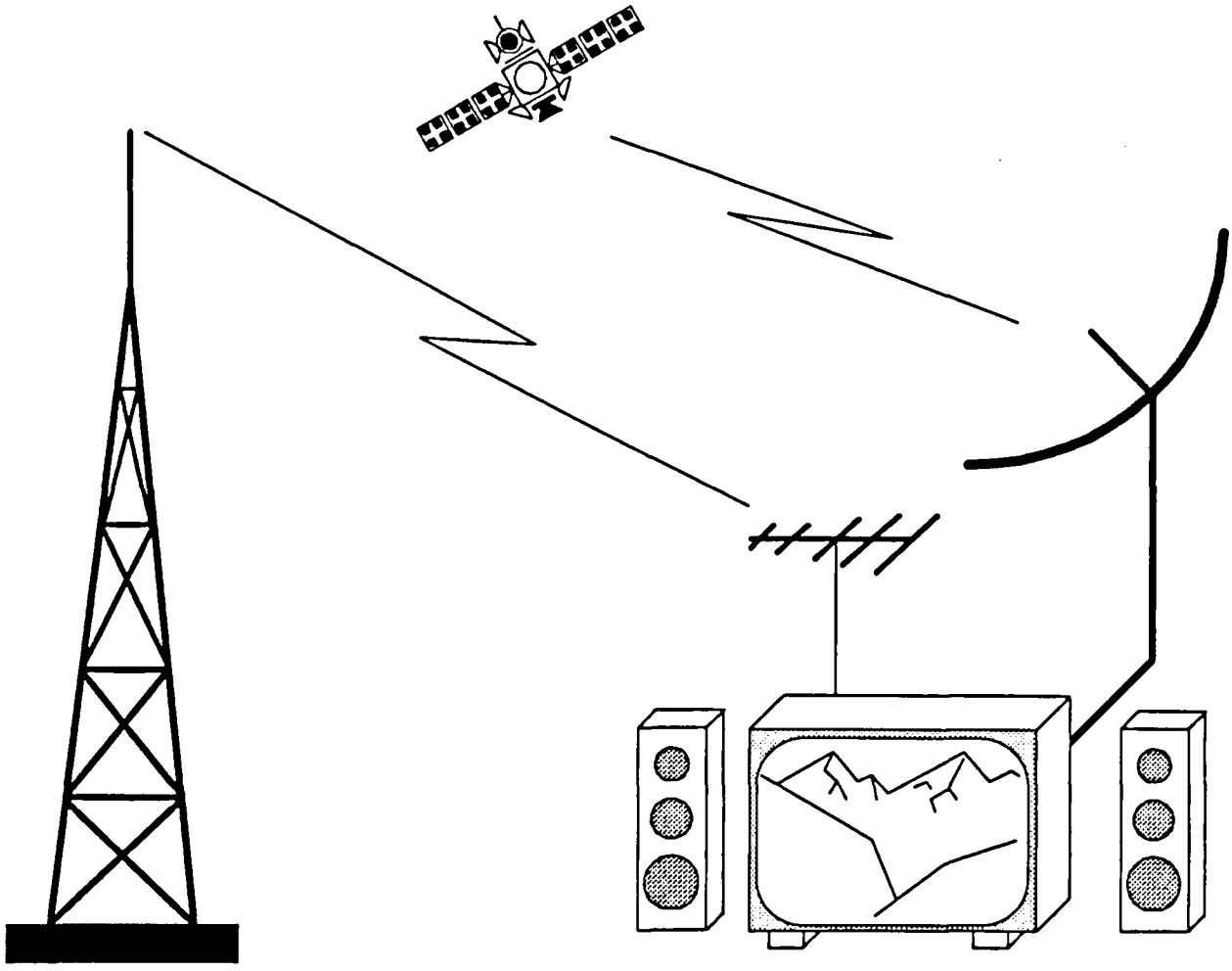
الاتحـــاد الـــدولـــي للاتصـــــالات

التـــوصيـــــــات ITU-R

(الجديدة والمراجعة بتاريخ 21 أكتوبر 1995)

Service arabe 9/10/98
Département des Conférences



كراسة السلسلة BT لعام 1995

الخدمـة الإذاعيـة (التلفزيونيـة)

جمعيـة الاتصـالات الراديـويـة - جنيف 1995

قطاع الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات

يكمن دور قطاع الاتصالات الراديوية في ضمان استعمال طيف التردد الراديوي بطريقة عقلية وفعالة واقتصادية من قبل جميع خدمات الاتصال الراديوي، بما فيها الخدمات الساتلية، والقيام بدراسات لكل مديات التردد تكون أساساً لوضع التوصيات واعتمادها.

تودى الوظائف التنظيمية والسياسية لقطاع الاتصالات الراديوية من قبل المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

للحصول على المعلومات المتعلقة بالاتصالات الراديوية، الرجاء الاتصال بالعنوان التالي :

ITU
Radiocommunication Bureau
Place des Nations
CH -1211 Geneva 20
Switzerland

Telephone	+41 22 730 5800
Fax	+41 22 730 5785
Internet	brmail@itu.ch
X.400	S=brmail; P=itu; A=400net; C=ch

للحصول على منشورات الاتحاد الدولي للاتصالات، الرجاء إرسال الطلبات إلى العنوان التالي :

ITU
Sales and Marketing Service
Place des Nations
CH -1211 Geneva 20
Switzerland

Telephone	+41 22 730 6141 English
Telephone	+41 22 730 6142 French
Telephone	+41 22 730 6143 Spanish
Fax	+41 22 730 5194
Telex	421 000 uit ch
Telegram	ITU GENEVE
Internet	sales@itu.ch
X.400	S=sales; P=itu; A=400net; C=ch

© ITU 1996

جميع الحقوق محفوظة. لا يمكن نسخ أو استعمال أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل أو بأي وسيلة إلكترونية كانت أم ميكانيكية، بما فيه النسخ التصويري أو الأفلام الصغرية، إلا بموافقة كتابية من الاتحاد الدولي للاتصالات.

Recommendation 1117-1 (1995)

Studio format parameters for enhanced 16:9 aspect ratio 625-line television systems (D- and D2-MAC, PALplus, enhanced SECAM) [Arabic version]

Extract from the publication:
CCIR Recommendations: 1995 BT Series Fascicle: Broadcasting Service (Television)

(Geneva: ITU, 1995), pp. 55-82

This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

هذه النسخة الإلكترونية (PDF) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (ITU) والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلاً.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

© International Telecommunication Union

التوصية ITU-R BT.1117-1

معلمات نسق الاستوديو من أجل أنظمة التلفزيون المعزز ذات 625 خطاً ونسبة باعية 16:9 (D-MAC و D2-MAC و PALplus و SECAM معزز)

(المسألة ITU-R 42/11)

(1995-1994)

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن ثمة خدمات إذاعية تقدم برامج من النسق 16:9؛

ب) أن ثمة اقتراحات لإدخال أنظمة جديدة من الإذاعة التلفزيونية ذات نوعية محسنة للصوت والصورة، وتتضمن نسبة باعية أعرض؛

ج) أن أكثرية هيئات الإذاعة قد تعهدت بالمحافظة على خدمة للمشاهدين مع منشآت استقبال مجهزة للاستقبال للأرض فقط؛

د) أن عدة هيئات إذاعية قد ترغب في تعزيز نوعية خدماتها القائمة؛

هـ) أن تعزيزات المعايير للأرض الموجودة يجب أن تبقى متلائمة مع توزيعات القنوات الحالية؛

و) أن تعزيزات المعايير للأرض الموجودة يجب أن تحافظ على درجة عالية من ملاءمة الصورة؛

ز) أن التعزيزات الرئيسية التي تعتبر وسائل لتأمين صور وأصوت محسنة، بواسطة إرسال تلفزيون معزز، تتضمن:

الصورة – نسبة باعية أعرض،

– تأثيرات من اللغط الضوئي مخفضة،

– إلغاء الصور الشبحية،

– استبانة معززة،

الصوت – صوت رقمي في قنوات متعددة؛

ح) أنه لم يتحقق حتى الآن فك تشفير مرضٍ تماماً للإشارات PAL و SECAM المشفرة؛

ط) أنه يستحسن أن تكون لمعلمات نسق الاستوديو الخاصة بمعايير الإرسال والنقل المختلفة مثل أنظمة MAC/بالرزم و PALPLUS أقصى عدد ممكن من السمات المشتركة؛

ي) أن التغييرات في نسق الاستوديو/والإنتاج وفي طرق التشغيل يمكن أن تحسن ملاءمة إشارة التلفزيون ومن ثم تسهل إدخال أنظمة معززة؛

ك) أن توفير نسق استوديو محسن سوف يساعد في عملية رفع التحويل إلى نوعية التلفزيون عالي الوضوح (HDTV)؛

توصي

1 أن تتبنى الهيئات التي تنوي إنتاج أنظمة خاصة بخدمات تلفزيون معزز، معاييراً للمكونات تستعمل جزءًا من التقنيات المقدمة في الملحق 1 أو كل هذه التقنيات.

تدعو

1 الإدارات إلى تقديم مساهمات حول هذه المسألة بهدف استكمال هذه التوصية.

الملحق 1

التقنيات والوحدات الخاصة بالبرامج المنتجة للأنظمة المعززة ذات 625 خطاً والنسق 16:9

1 استعمال أنظمة الإنتاج التقليدية ذات 625 خطاً

1.1 نسق إشارة الفيديو

1.1.1 الأنظمة الرقمية

لقد درست مسألة تحديد ما إذا كانت الأنظمة ذات 625 خطاً والنسق 16:9 الحالية والمخطط لها، قد تتطلب تغييراً في المعايير الرقمية المستعملة في الإنتاج.

تشمل التوصية ITU-R BT.601 ترددي الاعتيان 13,5 MHz و 18 MHz من أجل النسق 16:9. ويعالج الجزء A التردد 13,5 MHz، بينما يعالج الجزء B التردد 18 MHz.

نظراً إلى مواصفات الأنظمة D/D2-MAC و PALplus، والأداء المحتمل لنظام SECAM معزز، تعتبر بعض الإدارات أن الجزء A (MHz 13,5) من التوصية ITU-R BT.601 ملائم للإنتاج بالنسق 16:9 و 625 خطاً المحقق لأنظمة الإرسال هذه.

2.1.1 الأنظمة التماثلية

لقد تبين أن استعمال أنظمة مكونات تماثلية هو مناسب تماماً شريطة أن تسيَّر هذه الأنظمة عبر تجهيزات مع عرض نطاق أكبر من عرض نطاق نظام الإرسال الواجب تغذيته أو مساوٍ له (الملحوظة 1).

ملحوظة 1 – قد يرغب بعض المذيعين في فترة أولى في استعمال أنظمة مكونات تماثلية قبل التمكن من تحويل مرافقهم إلى مرافق مكونات رقمية. ويجب، في هذه الحالة، أن تؤخذ كل الخطوات المعنية لاستعمال شكل من طرائق التشفير وفك التشفير بالمكونات المحسنة و "النقية".

3.1.1 حلول ترتكز إلى نسق مركب معدل تماثلي ورقمي

1.3.1.1 النظام Com^3 (مكونات مركبة ملائمة)

يحدد الملحق 2 خياراً هو النظام Com^3 الذي يشغل عرض النطاق الإضافي الذي توفره أنساق التسجيل المركب الرقمي على شريط فيديوي D2 وD3 من أجل تأمين عرض نطاق للنصوع من 6,6 MHz في النظام PAL، مكافئ لعرض نطاق يساوي 5,0 MHz تقريباً في نظام تقليدي 4:3. وتستخدم هذه الطريقة شكلاً جديداً من تشفير الألوان يقضي على اللغط الضوئي مع الحفاظ على الملاءمة في تجهيزات الاستوديو PAL الموجودة، وتستعمل الترشيح نيكويست (Nyquist) من أجل المحافظة على نوعية الصورة عبر تحويل متكرر للشفرة من أنساق المكونات وإليها.

2.3.1.1 نظام اللون colour plus المتكيف مع الحركة

ثمة خيار ثان يكمن في استعمال تقنية اللون colour plus المتكيف مع الحركة (MACP) (طريقة تشفير اللون المحسن المستعمل في النظام PALplus. راجع التوصية ITU-R BT.1197). وقد صممت هذه التقنية من أجل أن تكون قابلة للاستعمال في بيئة PAL مركبة يفيد فيها عرض نطاق الإشارة المشفرة عند 5-6 MHz. ويمكن أن تتضمن بعض التطبيقات على الوصلات بين الاستوديوهات.

2.1 تكييف تجهيزات الإنتاج التقليدية

1.2.1 آلات التصوير

تتيسر الآن على صعيد واسع آلات تصوير CCD يمكن تبديلها فيما بين النسقين 16:9 و 4:3. ويكون لأجهزة التحسس الجديدة 16:9 قطر الصورة نفسها للأجهزة القديمة 4:3. ويمكن استعمال عدسات النسق السابق دون أي تغيير في مدى التركيز (أو زاوية تسديد البصر). ويخفض قطر الصورة عند التبديل إلى النسق 4:3، ومن ثم زاوية تسديد البصر.

تتيسر الآن عدسات لآلات تصوير من نمط الاستوديو تعوض هذا التخفيض لزاوية الرؤية. فيكون لهذه العدسات برج صغير ممدداً للمجال ومجهزاً بوحدة لتخفيض حجم الصورة وفقاً لتخفيض القطر.

ويجب، عند التبديل بين النسقين، أن يغير ضبط وحدة تعزيز الصورة بما يضمن المحافظة على النوعية المثلى للصورة.

يمكن تعديل مسح أنبوبة آلة التصوير من أجل توفير النسبة الباعية الجديدة. ويجب الإبقاء على قطر الصورة دون تغيير للمحافظة على أداء العدسات نفسه مع النسق 16:9. قد يتطلب الحفاظ على نوعية الصورة المثلى مع النسق 16:9، الحصول على القيم المثلى في عمليات ضبط عدد من وظائف آلة التصوير. ويمكن أن تستغرق هذه العمليات بعض الوقت. فإذا استعملت المجموعة نفسها من الأنابيب في النسقين، يحتمل أن تظهر على الصورة بعض علامات المسح.

2.2.1 التليسينما

في التليسينما بالبقع سريعة الحركة، تكون طرائق تغيير التشغيل من النسق 4:3 إلى النسق 16:9 طرائق بسيطة. فيستخدم تغيير التبويب (mm16 – فوق 16 mm) أو يصار إلى إعادة مسح التليسينما. وقد تظهر مشاكل وتخترق شبكة المسح إذا استعمل أنبوب المسح نفسه للنسقين. توفر الأنماط الحديثة من التليسينما CCD مع محساس مناسب بصفيف من الخطوط، تحولاً سهلاً وموثوقاً فيما بين النسقين 4:3 و 16:9. ويمكن أن تستعمل فدر بصرية منفصلة مع مرافق أنساق وتركيز متكاملة، من أجل إعادة عرض أفلام من أي من الأنساق المختلفة الشائعة.

3.2.1 المعالجة

يمكن أن تستعمل تجهيزات مثل مخلاط الرؤية، والمولدات الرقمية للتأثيرات الفيديوية (DVE)، ومولدات شرح الصورة، والأنظمة البيانية مع النسق 16:9 دون أي تعديل في العتاد. يجب فقط أن تحيَّن البرامجيات من أجل التكيف مع هندسة نسق الصورة الجديد.

4.2.1 المسجلات بشريط فيديوي

يكون عرض النطاق بقيمة 5,5 MHz تقريباً في حالة المسجلات VTR التماثلية بالمكونات. ونظراً إلى تغيير النسق، يصبح ذلك مكافئاً لاستبانة من 4 MHz تقريباً في نظام تقليدي مع نسق من 4:3. وتعتبر هذه الاستبانة كافية لأنظمة الإرسال المعززة المعينة هنا. ومن ثم يمكن أن تستعمل المسجلات VTR التماثلية بالمكونات الحالية من أجل هذا التطبيق.

أما في حالة المسجلات VTR الرقمية بالمكونات مع 720 عينة في الخط الفعال، فتكون الاستبانة هي نفسها التي يخطط لها لأنظمة الإرسال المعنية هنا. ومن ثم تكون المسجلات VTR الرقمية بالمكونات الحالية قابلة تماماً للاستعمال في هذا التطبيق في أوروبا.

ويعتقد الاتحاد الإذاعي لآسيا والمحيط الهادئ (ABU) أنه ينبغي أن تؤخذ أيضاً في الاعتبار إمكانية تبني 960 عينة للخط الفعال.

وفيما يتعلق بالمسجلات المركبة الرقمية D2 و D3، تتوفر عروض نطاق تزيد عن 8,8 MHz للنظام PAL من أجل إشارة مركبة واحدة. ويتعلق عرض النطاق الفيديوي الذي يسمح استعمال هذه الأنساق بتحقيقه، بطبيعة الإشارة المركبة المعدلة الموضحة في الفقرة 3.1.1.

5.2.1 المراقبة

ربما أمكن تكييف مرقاب الصورة مع النسق CRT 4:3 من أجل الحصول على صورة بنسق 16:9 "صندوق بريد". ومن المحتمل أن يتوجب إعادة ضبط المرقاب بالكامل إذا تم تنفيذ إعادة ضبط للمسح.

تتيسر الآن أجهزة لمراقبة الصورة قابلة للتبديل بين النسقين. وثمة شرط يقضي بألا تتطلب هذه الأجهزة ضبطاً جديداً عند التبديل بين النسقين.

يمكن استعمال تجهيزات مراقبة بشكل الموجة للنسقين دون أي تعديل.

2 تحويل خافض للتردد من مصادر في التلفزيون HDTV

تعطي تجهيزات التلفزيون HDTV مصدراً وحيداً يمكن استعماله لكل الخدمات 16:9 المعينة حالياً، من التلفزيون المعزز إلى التلفزيون عالي الوضوح.

بينما قد يوفر ذلك هامشاً أكبر بكثير مما هو ضروري للخدمات معززة الوضوح، فإن ميزة هذه الطريقة أنها تحتاج إلى خطوة واحدة فقط من تجديد التجهيزات. وبهذا قد يكون للبرامج المسجلة النوعية الملائمة للتلفزيون التماثلي HDTV قصير المدى، والتلفزيون الرقمي HDTV طويل المدى، ولأهداف توزيع الأفلام 35 mm وأرشفتها.

ويحول مصدر الاستوديو HDTV بتخفيض التردد، من أجل المواءمة مع خصائص الدخل لمشفرات نظام التلفزيون المعزز. وقد تم تنفيذ هذه الطريقة للإنتاج وتخفيض التردد في السابق، تنفيذاً ناجحاً.

وتتعلق مزايا استعمال مصادر الاستوديو HDTV للخدمات المعززة بالنسبة إلى مصادر منخفضة الوضوح بالجداول الزمنية المحددة لإقامة مرافق الاستوديو وتنفيذ الخدمات HDTV.

ويمكن أن يتأثر أيضاً الاختيار بمدى الخدمات التي يحتمل أن تستعمل هذه البرامج، أي لخدمة معززة معينة أو لعدد من الخدمات ذات سويات مختلفة من الوضوح.

3 طرائق محسنة لإنتاج الأفلام

تشكل الأفلام وسائط تسجيل وتخزين مناسبة للإنتاج المستقبلي لبرامج على الشاشة العريضة.

فيما يتعلق بالإنتاج في فيلم لبرامج 625/50 في النسق 16:9 يأخذ الحل الأقل كلفة فتحة آلة التصوير المعيارية 16 mm، مع نسق من 1.37:1، وحجبها لتخفيضها من أجل تقديم 16:9 على شاشة عريضة. وإذا كان الإرسال على شاشة عريضة للتلفزيون هو الهدف الرئيسي، فمن الأفضل أن يستعمل لالتقاط الصور من النسق mm 16 Super مع نسبة باعية 1.66:1، لأن هذا النسق يسمح بمنطقة أعرض للصورة المسجلة على الفيلم. وقد تحتاج فتحة آلة التصوير المعيارية 16 mm، إلى التعديل إلى فتحة mm 16 Super ويحتاج محور العدسات إلى إعادة المركزة. ويمكن آلات التصوير الحديثة 16 mm من تحويل بسيط وسريع بين أسلوب التشغيل المعياري والأسلوب mm 16 Super.

ويشكل الإنتاج على أفلام 35 mm أفضل خيار للاستعداد لإذاعة مستقبلية لبرامج مصورة بأنظمة تلفزيونية عالية النوعية (مثل التلفزيون HDTV). وثمة طريقة توفيقية لتكييف نسق الصورة المسجلة من أجل التقديم على مستقبلات تلفزيونية 16:9 و4:3، هو مفهوم "التصوير والحماية" (أو التصوير متعدد الأنساق). وتستخدم هيئات الإذاعة الأوروبية حالياً في إنتاج الأفلام حلين ممكنين لهذه الإنتاجات التلفزيونية ثنائية الهدف:

- فتحة آلة التصوير المقيسة "Academy" مع نسق من 1.37:1 (مع حماية المناطق الواقعة فوق منطقة 16:9 وتحتها)؛
- أو فتحة لآلة التصوير مع نسق من 1.66:1 (مع حماية المناطق على جانبي المنطقة المركزية 4:3).

يمكن انتقاء منطقة الصورة المطلوبة من أجل الإرسال 16:9 أو 4:3، في أثناء مرحلة النقل من الفيلم إلى الشريط.

راجع أيضاً التوصيات ITU-R BR.782 وITU-R BR.783 وITU-R BR 716.

الملحق 2

النظام Com^3 : نظام تشفير رقمي بالمكونات ملائم والنظام PAL

1 المقدمة

يصف هذا الملحق نظام تشفير فيديوي ينقل إشارات مكونات فيديوية، بنوعية قريبة من النوعية المحددة في الجزء A من التوصية ITU-R BT.601 (MHz 13,5)، وذلك عبر البنى التحتية PAL أو NTSC الرقمية أو التماثلية المركبة الموجودة.

إن الخصائص الرئيسية لهذا النظام المعروف باسم Com3 هي التالية:

- نصوع عرض النطاق المشابه للتوصية ITU-R BT.601؛
- استبانة التلون المتناهية من أجل استعادة بالنسق 16:9؛
- غياب كامل للغط الضوئي من التلون والنصوع؛
- تستعمل الإشارة المشفرة مع أغلبية التجهيزات المركبة PAL/NTSC؛
- يحافظ على عرض نطاق للنصوع من 5 MHz وغياب اللغط بعد تحديد نطاق الإشارة المشفرة ضمن عروض النطاق المعيارية PAL/NTSC؛
- يمكن فك شفرة إشارة المكونات المشفرة على سلك واحد بواسطة مفككات الشفرة PAL/NTSC مع أقل تخفيض في النوعية يدرك؛
- يمكن فك شفرة الإشارات PAL/NTSC المشفرة تقليدياً بواسطة مفكك الشفرة لإشارات المكونات على سلك واحد.

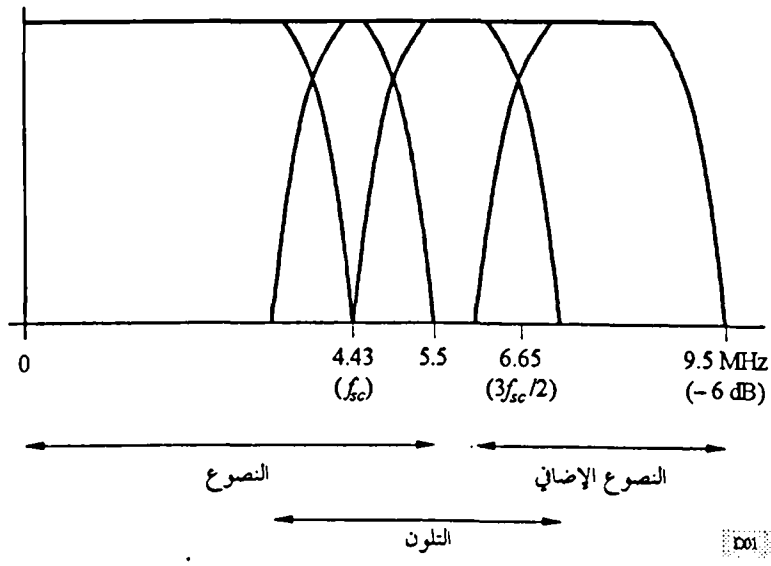
وقد تطور الآن الاختبار الميداني لهذا النظام إلى مرحلة أصبح من الممكن فيها تعريف المواصفات الكاملة كخطوة سابقة لعملية التقييس.

2 الشكل الأساسي للإشارة

تنقل الإشارة المشفرة (الشكل 1) مناطق من طيف ترددات النصوع والتلون المبين في الشكل 2. وتتشكل الإشارة من خلال معالجة إشارة *RGB* في المرحلة الأولى، من أجل الحصول على إشارات نصوع وتلون محددة النطاق تستعمل الترتيب المبين في الشكل 3. ثم تعالج إشارات النصوع والتلون من أجل تشكيل الإشارة المشفرة التي تستعمل الترتيب المبين في الشكل 4؛ ويتضمن ذلك مجمعاً *Weston PAL assembler* يشكل الجزء PAL من الإشارة، مع الدارات الإضافية المعنية بإشارة النصوع عالية التردد. وتنفصل الإشارة، داخل مفكك للتشفير وبواسطة الدارات المبينة في الشكل 5، إلى مكونات نصوع وتلون معتانة. وتخضع هذه الإشارات عندها إلى ترشيح لاحق، وتحول من جديد إلى إشارات *RGB* كما هو مبين في الشكل 6.

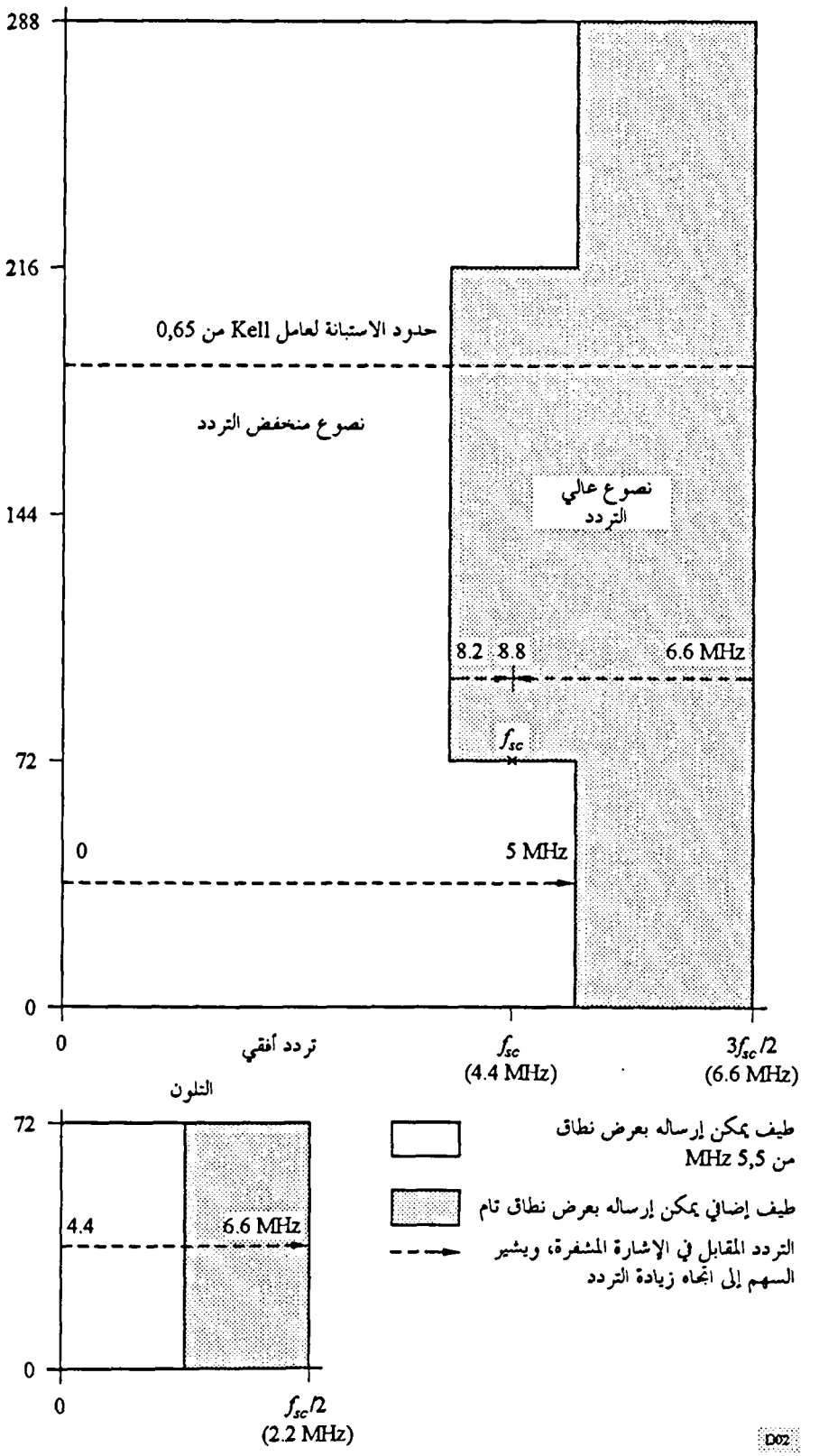
الشكل 1

طيف الإشارة Com3



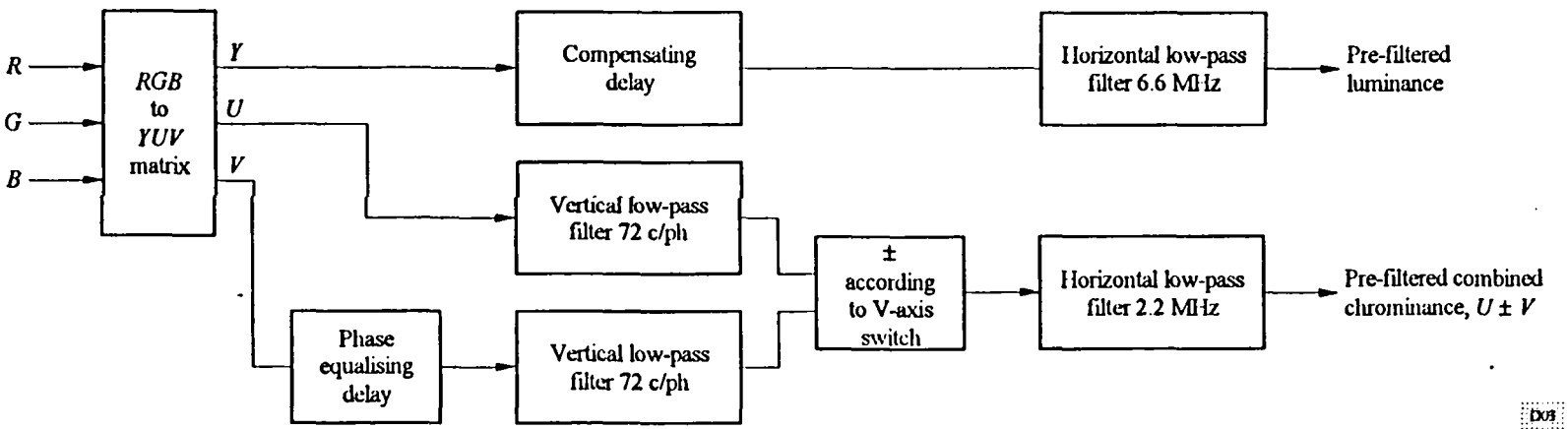
الشكل 2

الطيف ذو بعدين لإشارات النصوع والتلون التي يمكن نقلها عبر الإشارة المشفرة، في حالة نسق 16:9



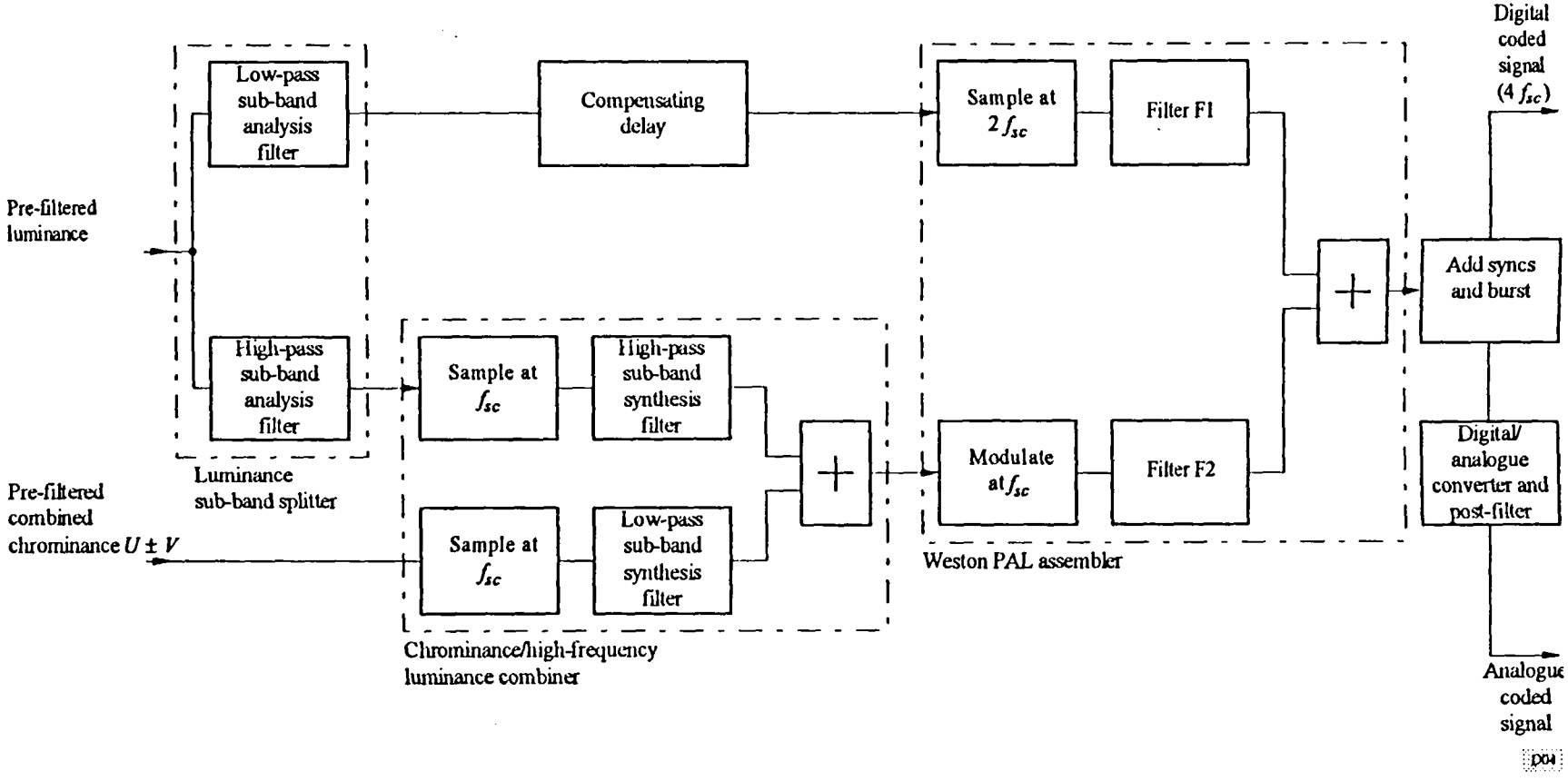
الشكل 3

مراشيح سابقة وجامع عينات النصوع الرأسي داخل المشفر



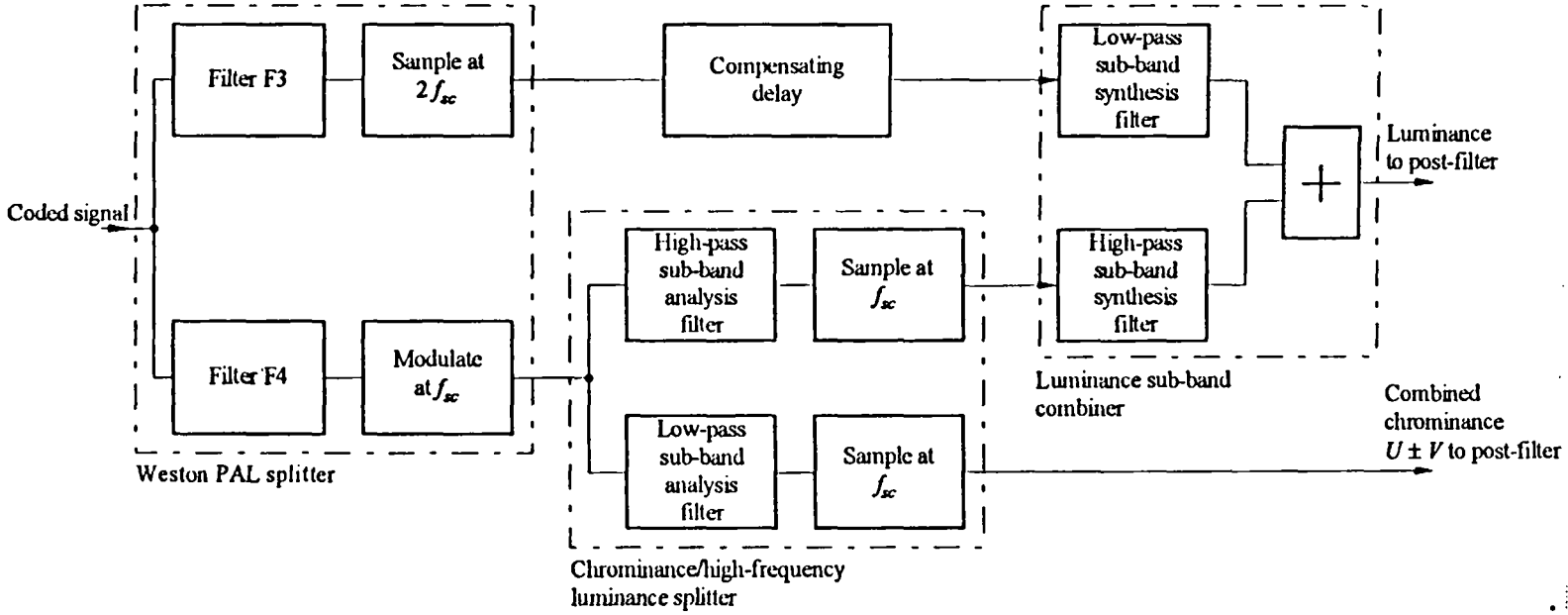
الشكل 4

مخطط دارات تشكيل إشارة مشفرة انطلاقاً من إشارات
النصوع المرشحة مسبقاً وإشارات التلون المركبة



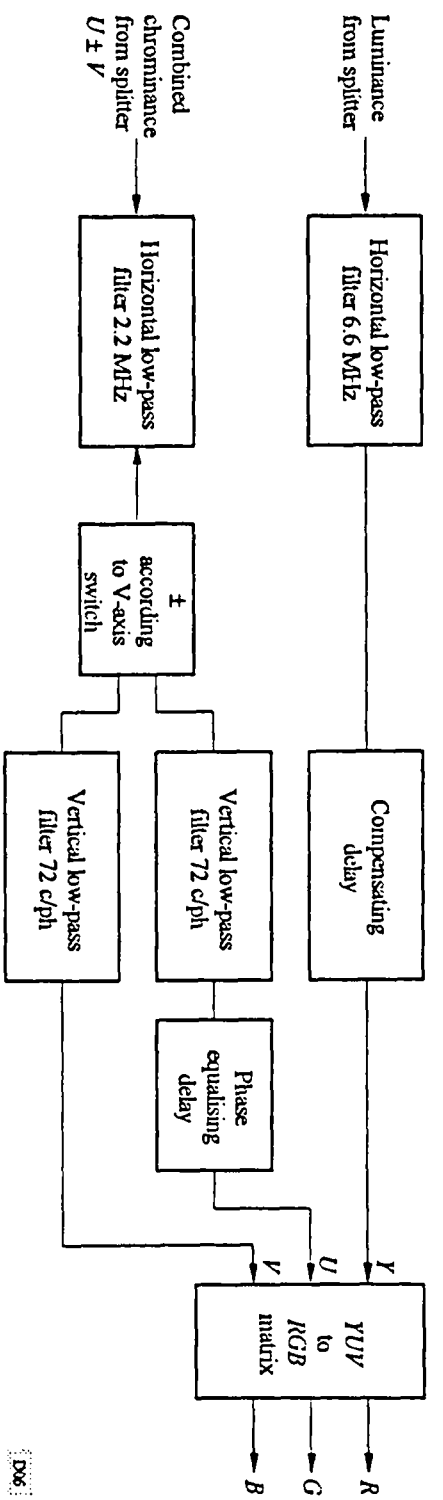
الشكل 5

مخطط الدارات لفلق الإشارة المشفرة إلى إشارات
معتانة للنصوع وإشارات تلون مركبة



الشكل 6

مرشح لاحقة في مفكك الشفرة



إن الشكل الأساسي للإشارة مطابق تماماً لشكل إشارة PAL عادية. وبالفعل، ففي المناطق المنبسطة التي توجد فيها فقط إشارات نصوع وتلون بترددات منخفضة جداً، وحيث لا يلاحظ أي تغير في التلون من خط إلى آخر، تكون الإشارة مطابقة لإشارة PAL عادية. ولهذا لا تناقش هذه المواصفات بعض الجوانب مثل سويات الإشارة، وتوقيت نبضات التزامن أو طور الموجة الحاملة الفرعية.

وتحدد مواصفات الإشارة المشفرة من خلال تعريف استجابات المرشاح وشبكات الاعتيان المستعملة في الشكلين 3 و 4. وتكون استجابات المراشيح المبينة في الشكل 4 أكثر حرجاً من الاستجابات المبينة في الشكل 3، لأنها تحدد تفاصيل الطيف في الشكل 1 ومن ثم درجة فصل مختلف أجزاء الإشارة المشفرة داخل مفكك الشفرة. وثمة عدد كبير من المراشيح يمكن استعمالها وقد تسمح بفصل شبه تام لإشارات المكونات في مفكك شفرة يستعمل مجموعة مقابلة من المراشيح؛ إلا أن من الضروري أن تحدد مواصفات مجموعة وحيدة من المراشيح من أجل تعريف دقيق لنسق إشارة يمكن تشفيرها وفك شفرتها بواسطة تجهيزات ينتجها عدة صناعيين.

3 ترشيح مسبق وترشيح لاحق للنصوع والتلون

يقدم الشكل 7 مقاساً مناسباً للمرشاح السابق بتمرير نطاق منخفض للنصوع عند 6,6 MHz. وقد يكون للمرشاح اللاحق بتمرير منخفض في مفكك الشفرة (الشكل 6) الاستجابة نفسها. ويبين المقاس أن استجابة المرشاح تنخفض إلى 3 dB تقريباً تحت التردد النظري 6,6 MHz ($3f_{sc}/2$) لاعتيان إشارة النصوع. ويسمح ذلك بأن يكون الترشيحان، السابق واللاحق، مكافئين لترشيح نيكويست (Nyquist) (تناظر متخالف من أجل كسب من 0,5 عند $3f_{sc}/2$)، ويجنبان الخسارة في النوعية في التطبيقات التي يجب أن يصار فيها إلى تفكيك شفرة إشارة استوديو PAL ممددة إلى مكونات، ويعاد لاحقاً إلى إعادة تشفيرها في طور الاعتيان نفسه.

يقدم الشكل 8 مقاساً مناسباً للمرشاح المسبق بتمرير منخفض للتلون عند 2,2 MHz. وقد يكون للمرشاح اللاحق بتمرير منخفض في مفكك الشفرة (الشكل 6) الاستجابة نفسها، مع أنه من الممكن أن يفضل إدراج مرشاح للصورة بقطع متدرج أخف من أجل تخفيض قابلية رؤية الرنين الأفقي. ويبين المقاس أن استجابة المرشاح تنخفض إلى 3 dB تقريباً تحت $f_{sc}/2$، من أجل أن تقابل استجابة المرشاح السابق والمرشاح اللاحق استجابة نيكويست، مثلما حددت في حالة إشارة النصوع.

ينبغي للمراشيح السابقة واللاحقة الرأسية للتلون أن تقدم كسباً في الوحدة عند 0 c/ph، ونقطة قطع نظرية عند 72 c/ph، وقيمة صفر عند 144 c/ph (تستعمل c/ph عبارة مختصرة لعدد الدورات لكل ارتفاع صورة فعالة، فتكون مثلاً 144 c/ph أعلى تردد رأسي يمكن تمثيله في مجال واحد). ولا يعطى مقاس لهذه المراشيح، لأن الاستجابة المفصلة التي يمكن تحقيقها عملياً تتحدد وفقاً للتنفيذ المختار. ويجب أن يكون للمرشاح تأخر زمرة يقابل عدداً فردياً من أنصاف الخطوط، ويعتبر ذلك ضرورياً لضمان أن يكون التلون والنصوع متزامنين رأسياً عند خرج المشفر.

تتشكل إشارة "تلون مركب" انطلاقاً من إشارات تلون مرشحة رأسياً، من خطوط متناوبة $V + U$ و $V - U$، تحددها قطبية بدالة المحور V.

4 المراشيح الفالقة للنطاقات الفرعية للنصوع

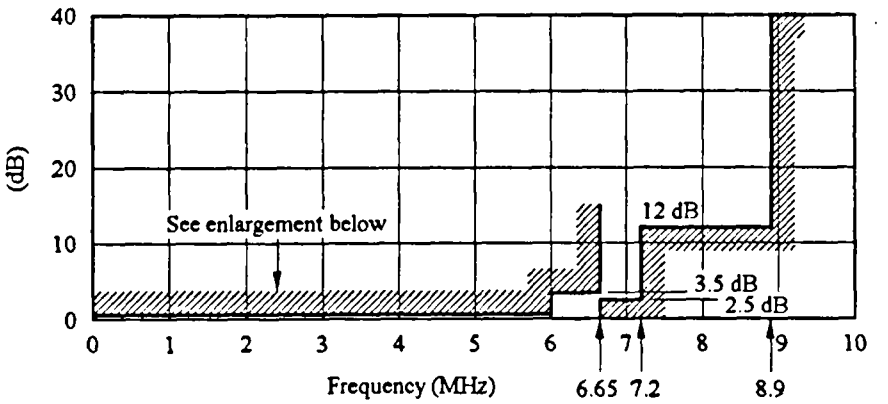
إن المراشيح المستعملة لفلق إشارة النصوع إلى أجزاء منخفضة التردد وأجزاء عالية التردد في المشفر، ولإعادة تركيب هذه الأجزاء في مفكك التشفير، هي مراشيح ذات بعدين لتحليل النطاق الفرعي وتركيبه. ولكل مرشاح فتحة من خطين.

يمكن التعبير عن المراشيح بوصفها أربعة مراشيح ذات بعد واحد $L1_y$ و $L2_y$ و $H1_y$ و $H2_y$.

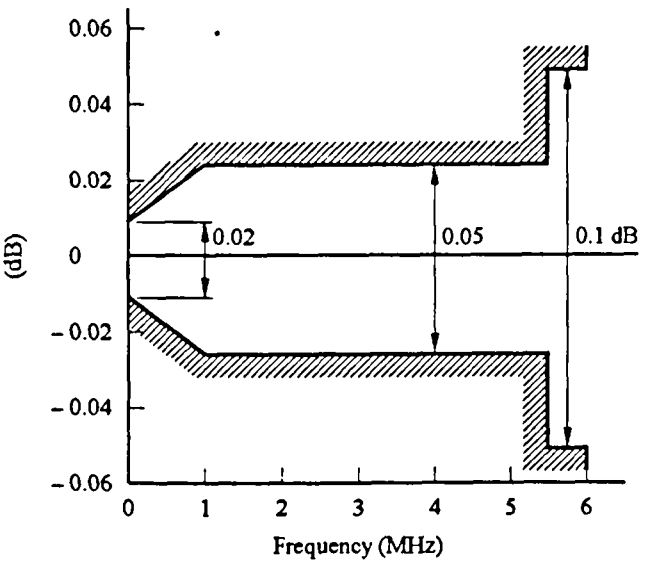
يمثل الشكلان 9 و 10 مقاسي المرشاحين $L1_y$ و $L2_y$. وتدرج مقاسات تأخر الزمرة بهدف إكمال الصورة. ويتوقع أن تشغل هذه المراشيح باعتبارها مراشيح رقمية FIR متناظرة ومن ثم يكون لها وقت لتأخر الزمرة يساوي الصفر. ويجب من أجل تأمين أدنى انحطاط لإشارة النصوع على مستوى الكودك، أن يكون المرشاح $L1_y$ على نحو يجعل المرشاح $L1_y^2$ متخالف التناظر لاستجابة من 1/2 عند $0{,}875f_{sc}$. ويجب في الوقت ذاته أن يكون المرشاح $L2_y$ على نحو يجعل المرشاح $L2_y^2$ متخالف التناظر لاستجابة من 1/2 عند $1{,}125f_{sc}$.

الشكل 7

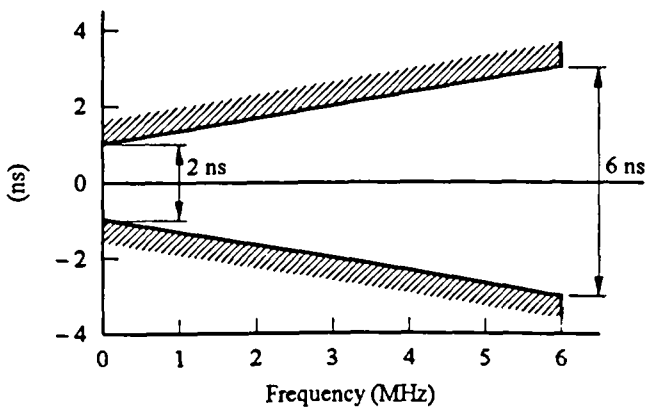
الاستجابة الترددية لمرشاحي النصوع السابق واللاحق



a) Frequency response



b) Pass-band ripple

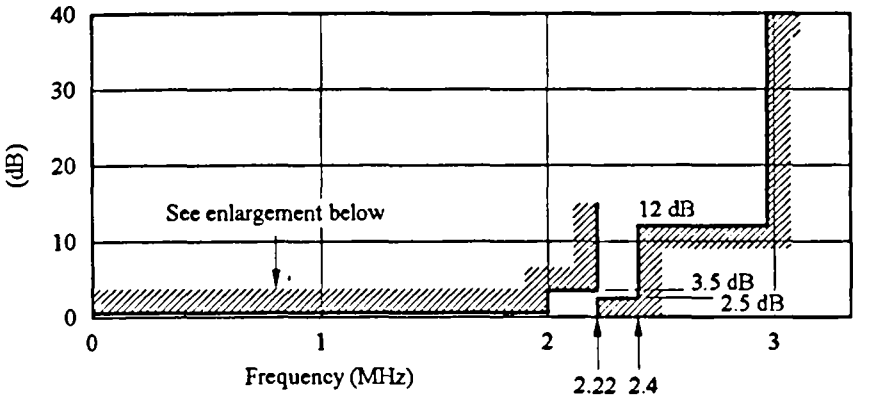


c) Pass-band group delay

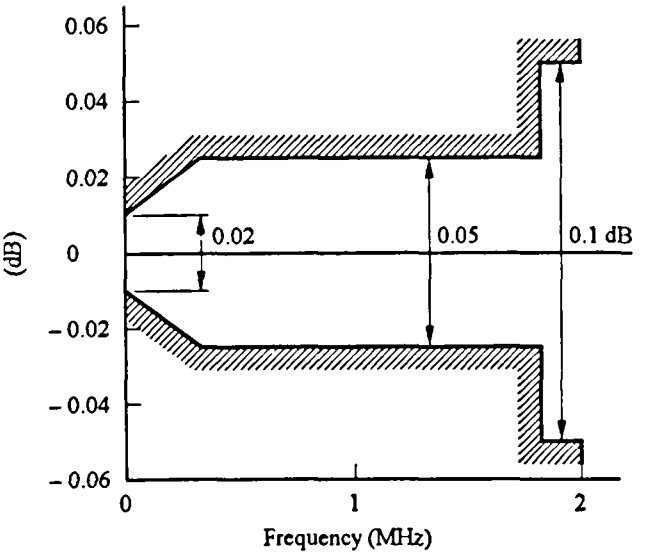
D07

الشكل 8

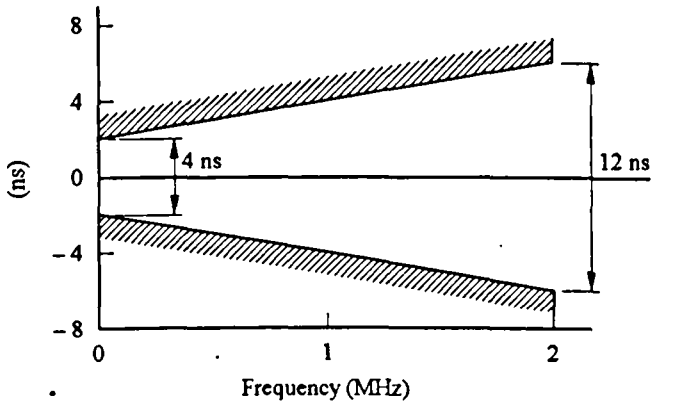
الاستجابة الترددية لمرشاحي التلون السابق واللاحق الأفقين



a) Frequency response



b) Pass-band ripple

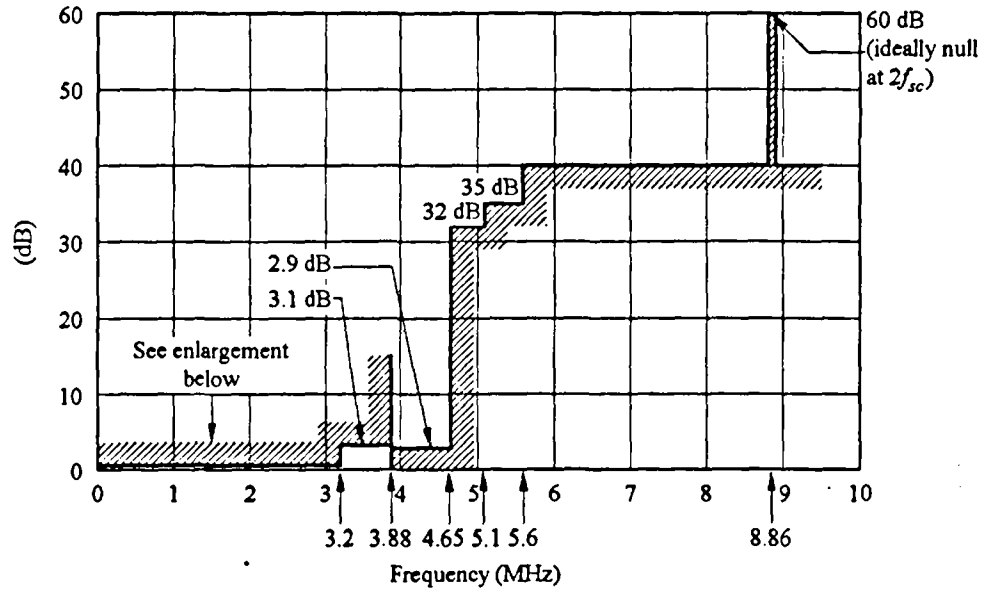


c) Pass-band group delay

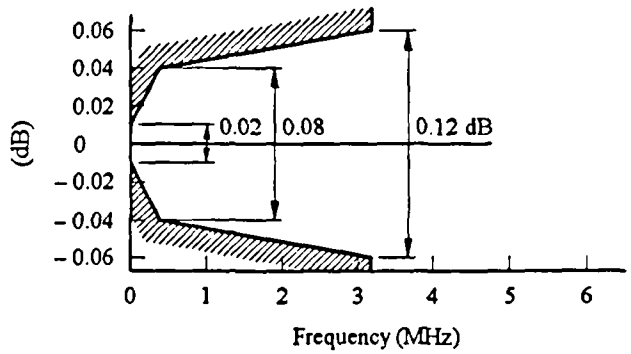
D08

الشكل 9

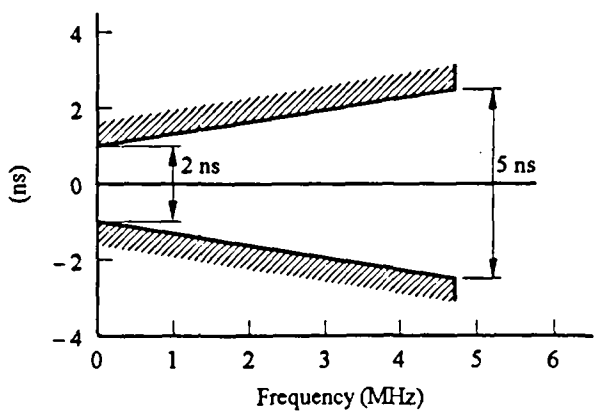
الاستجابة الترددية للمرشاح L1y المستعمل لفالق النطاق الفرعي للنصوع



a) Frequency response



b) Pass-band ripple

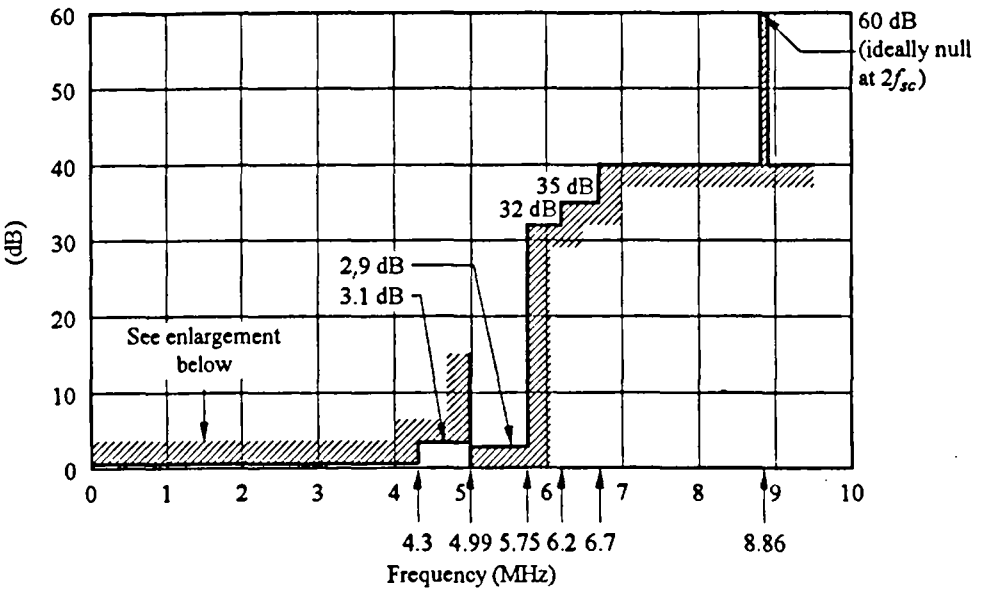


c) Pass-band group delay

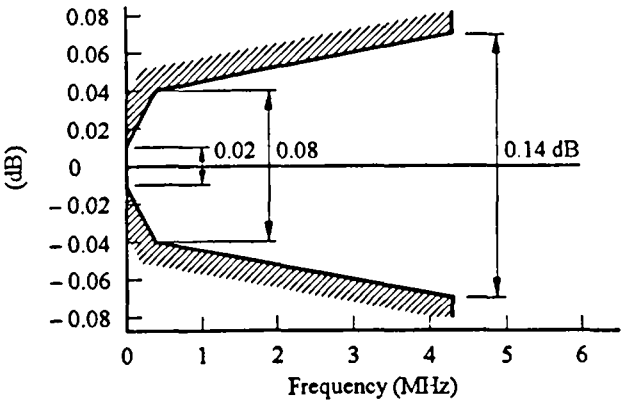
D09

الشكل 10

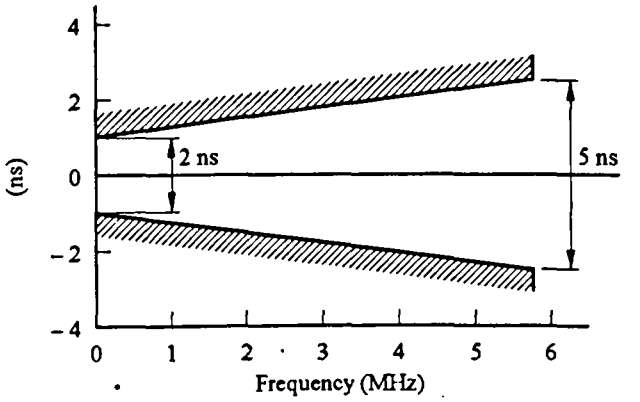
الاستجابة الترددية للمرشاح L2y المستعمل لفالق النطاق الفرعي للنصوع



a) Frequency response



b) Pass-band ripple



c) Pass-band group delay

D10

يمتلك المرشاحان H1y و H2y استجابات تمثل انعكاساً لاستجابات L2y و L1y، على التوالي، بالنسبة إلى f_{sc} . فعلى سبيل المثال، إذا كانت المعاملات المركزية لمرشاح رقمي يشغل عند $4f_{sc}$ ممثلاً L1y هي التالية :

.. .. .. c3 c2 c1 c0 c1 c2 c3 .. .. ..,

فإن المعاملات المقابلة للمرشاح H2y هي:

.. .. .. –c3 c2 –c1 c0 –c1 c2 –c3 .. ..

وتبنى مراشيح التحليل في فالق النطاق الفرعي للنصوع، داخل المشفر (الشكل 4) ومراشيح التركيب في مضمام النطاق الفرعي للنصوع داخل مفكك التشفير (الشكل 5) انطلاقاً من المراشيح الأربعة L1y و L2y و H1y و H2y وفقاً للجدول 1.

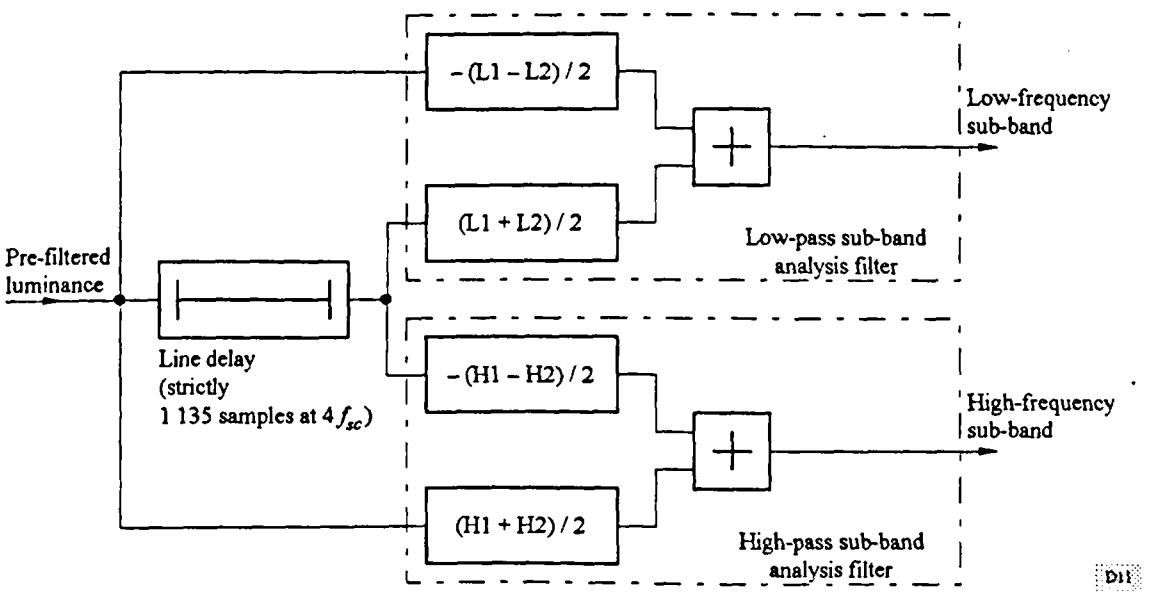
الجدول 1

	خط بدون تأخير	خط مع تأخير
تحليل تمرير منخفض تمرير عالٍ	–(L1 – L2)/2 (H1 + H2)/2	(L1 + L2)/2 –(H1 – H2)/2
تركيب تمرير منخفض تمرير عالٍ	(L1 + L2)/2 –(H1 – H2)/2	–(L1 – L2)/2 (H1 + H2)/2

يمثل الشكل 11 المخطط الإجمالي لمراشيح فالق النطاق الفرعي للنصوع داخل المشفر، المعرفة وفقاً للجدول 1. وتظهر مواقع إسهامات الأجزاء منخفضة التردد، أن مرشاح التحليل بالتمرير المنخفض يدخل تأخراً من فترة خط واحدة عند الترددات المنخفضة، بينما يمرر مرشاح التركيب المقابل الترددات المنخفضة دون إدخال هذا التأخير.

الشكل 11

مخطط فالق النطاق الفرعي للنصوع داخل المشفر



5 مراشيح النطاق الفرعي لضم إشارة التلون وإشارة النصوع في الترددات العالية

هذه المراشيح هي مراشيح ذات بعد واحد لتركيب النطاق الفرعي، وهي تحدد طيف الإشارة المشفرة حول 6,6 MHz. ويمتلك مرشاح التمرير المنخفض للتركيب استجابة في الاتساع هي في أقصى الانتظام عند DC و f_{sc} مع توهين من -3 dB عند $f_{sc}/2$. ولا تعتبر خالية تماماً من زحزحة الطور، وهذا ما يسمح لتركيبة مراشيح التحليل والتركيب بالحصول على إعادة تكوين ممتاز للإشارة، وعلى سلوك حسن لاستجابة الاتساع مع فتحة أفقية ضيقة نسبياً. وتضمن طبيعة الانتظام الممتاز للاستجابة ألا تكون هناك معلومات عن النصوع في الترددات العالية داخل المنطقة التي يفسرها مفكك مشفرة عادي PAL بأنها منطقة تلون، نظراً إلى التوهين العالي لمرشاح التمرير العالي للتركيب حوالي النقطة DC. ويجنب ذلك أن تتسبب المعلومات عن النصوع بالترددات العالية بأثر اللون الدخيل، في حالة استعمال مفكك شفرة PAL عادي.

يعرض الشكل 12 مقاساً لاستجابة مرشاح التمرير المنخفض للتركيب يعمل كمرشاح تمرير منخفض في المشفر بعد رفع اعتيان إشارة التلون المعتانة من f_{sc} إلى $2f_{sc}$.

يشتق مرشاح التمرير العالي للتركيب من مرشاح التمرير المنخفض للتركيب من خلال قلب معاملات متناوبة وإدراج تأخر من دورة ميقاتية عند $2f_{sc}$، ثم قلب ترتيب المعاملات الناتجة. وهذه العلاقة معروفة جيداً في مجال التحليل والتركيب للنطاق الفرعي.

وتشتق مراشيح التحليل المستعملة لفصل التلون والنصوع بالترددات العالية داخل مفكك الشفرة من خلال قلب ترتيب المعاملات في مراشيح التركيب المقابلة.

تكمن عملية اعتيان التردد f_{sc} عند دخل مرشاحي التركيب في مضاعفة الإشارة بدالة "دلتا" مع دورة $1/f_{sc}$، في الطور نفسه مع الموجة الحاملة للون. وعندما يستعمل المشفر دارات متزامنة عند $4f_{sc}$، تؤدي عملية الاعتيان إلى فرض قيمة صفر على ثلاثة عينات من أربعة.

6 المجمِّع Weston PAL والمراشيح الفالقة

تحدد مواصفات هذه المراشيح بطريقة مماثلة للطريقة المستعملة لمراشيح التحليل والتركيب، في أربعة مراشيح ذات بعد واحد: $L1_w$ و $L2_w$ و $H1_w$ و $H2_w$.

يعرض الشكلان 13 و 14 مقاسي المرشاحين $L1_w$ و $L2_w$. وتدرج مقاسات تأخر الزمرة من أجل إكمال الصورة. ويتوقع أن تشغل هذه المراشيح باعتبارها مراشيح رقمية FIR متناظرة، ومن ثم، يكون لها وقت لتأخر الزمرة يساوي تماماً الصفر. ويجب، من أجل تأمين أدنى انحطاط لإشارة النصوع على مستوى الكودك أن يكون المرشاح $L1_w$ على نحو يجعل المرشاح $L1_w^2$ متخالف التناظر لاستجابة من 1/2 عند $0,8f_{sc}$. ويجب، في الوقت نفسه، أن يكون المرشاح $L2_w$ على نحو يجعل المرشاح $L2_w^2$ متخالف التناظر لاستجابة من 1/2 عند $1,2f_{sc}$. وتجدر الإشارة إلى التقييدات الصارمة على استجابات المرشاح عند f_{sc}. ويؤمن ذلك ملاءمة جيدة مع نظام PAL عادي.

يشتق المرشاحان $H1_w$ و $H2_w$ من المرشاحين $L1_w$ و $L2_w$ تماماً كما في حالة مراشيح النطاق الفرعي للنصوع.

تبنى المراشيح من F1 إلى F4 من هذه المراشيح الأربعة وفقاً للجدول 2.

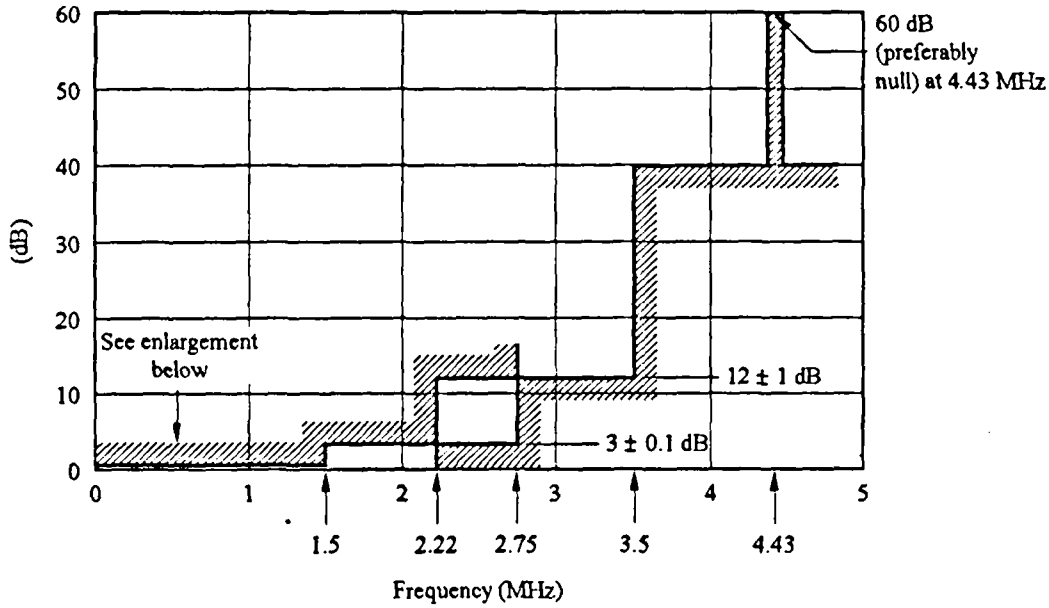
الجدول 2

	خط بدون تأخير	خط مع تأخير
المجمِّع		
F1 (تمرير منخفض)	(L1 + L2)/2	-(L1 - L2)/2
F2 (تمرير عالٍ)	-(H1 - H2)/2	(H1 + H2)/2
الفالق		
F3 (تمرير منخفض)	-(L1 - L2)/2	(L1 + L2)/2
F4 (تمرير عالٍ)	(H1 + H2)/2	-(H1 - H2)/2

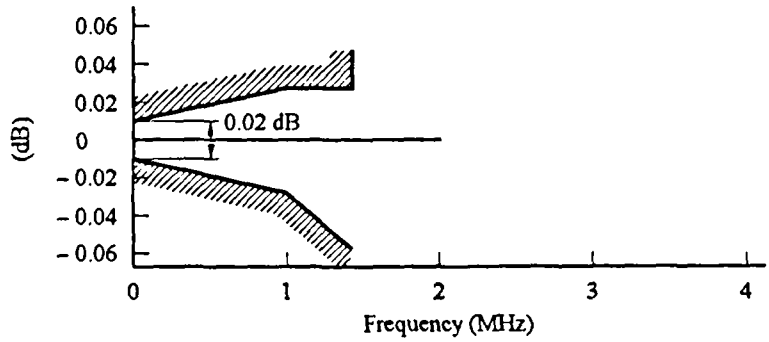
تظهر مواقع إسهامات الأجزاء منخفضة التردد (L1 + L2) أن المرشاح F3 يدخل تأخراً من فترة خط واحدة عند ترددات النصوع المنخفض بينما يمرر المرشاح F1 الترددات المنخفضة دون إدخال هذا التأخير. ويمكن تعريف المرشاحين F1 و F2 بطريقة مماثلة لما هو مبين في الشكل 11.

الشكل 12

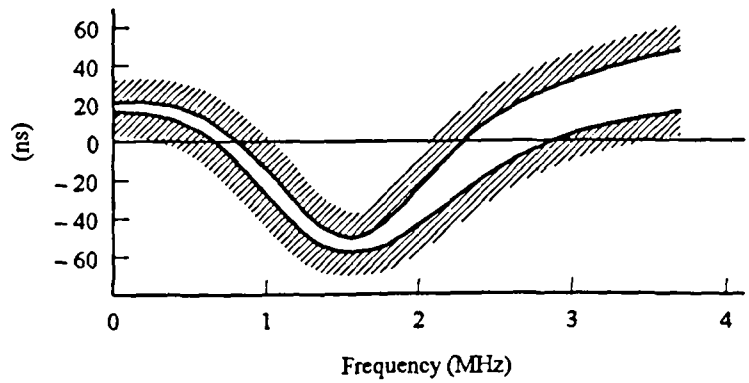
استجابة مرشاح التمرير المنخفض لتركيب النطاق الفرعي المستعمل لضم إشارات التلون والنصوع عالي التردد



a) Frequency response



b) Pass-band ripple

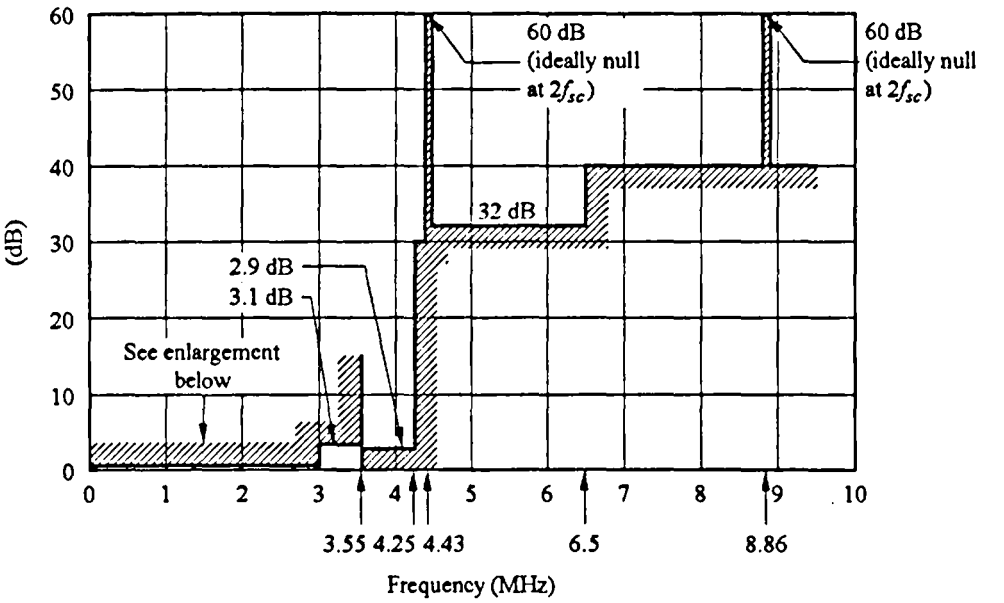


c) Pass-band group delay

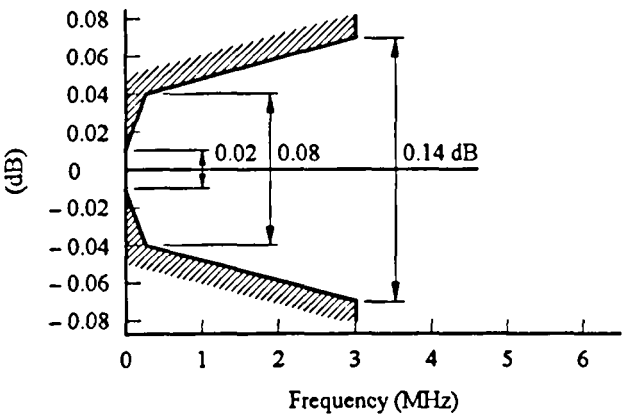
D12

الشكل 13

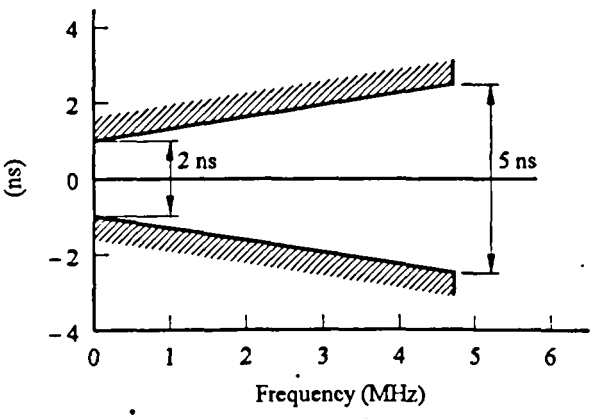
الاستجابة الترددية للمرشاح $L1_W$ المستعمل للمجمع Weston PAL



a) Frequency response



b) Pass-band ripple

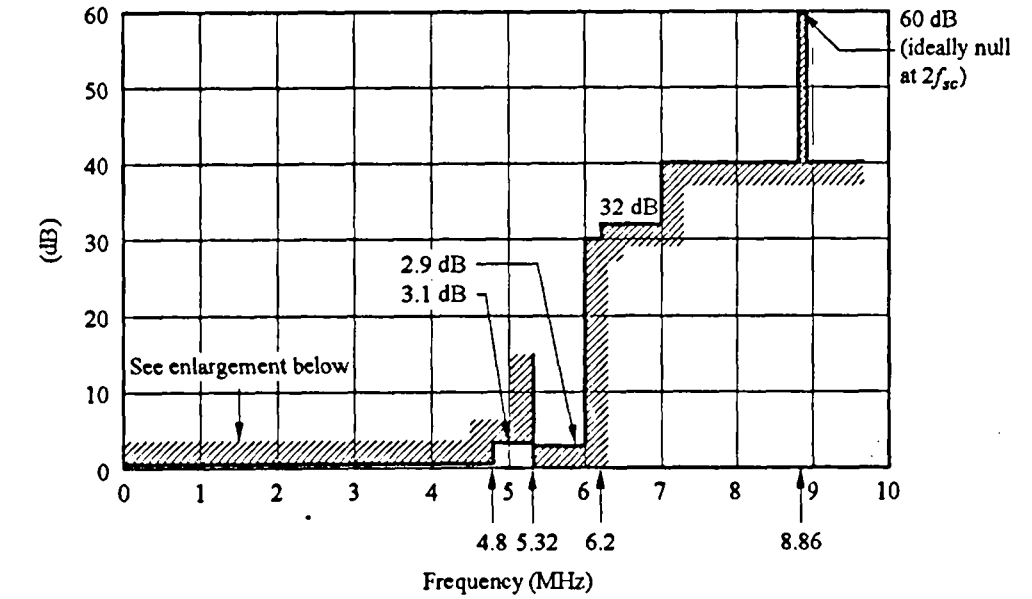


c) Pass-band group delay

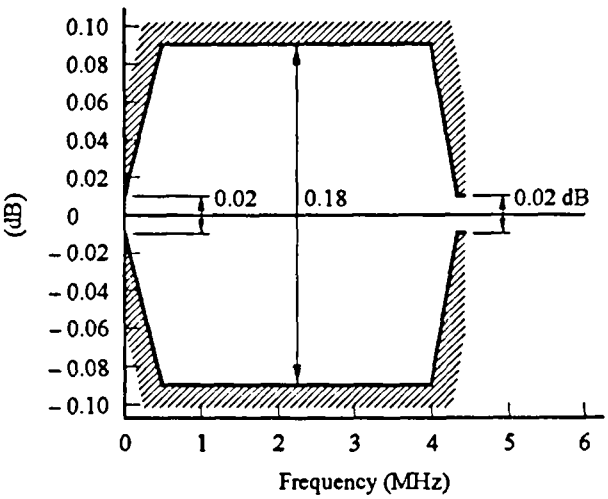
D13

الشكل 14

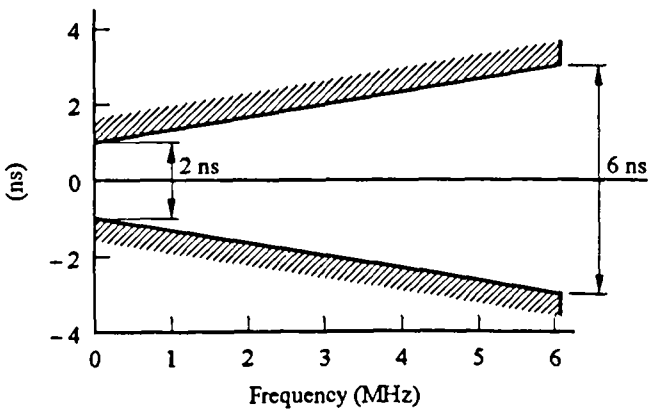
الاستجابة الترددية للمرشاح $L2_w$ المستعمل للمجمع Weston PAL



a) Frequency response



b) Pass-band ripple



c) Pass-band group delay

D14

7 التأخر التعويضي

من الواضح أنه يجب أن تكون أوقات التأخر في مسيري النصوع والتلون متساوية، للتأكد من أن الصورة المشفرة تظهر مسجلة تسجيلاً صحيحاً على مفكك التشفير المبين في الشكلين 5 و 6 وعلى مفكك تشفير PAL عادي كذلك.

ويدخل مرشاح التمرير المنخفض لتحليل النصوع تأخراً من فترة خط واحدة، بينما لا يدخل المرشاح F1 هذا التأخر كما تم توضيحه سابقاً. وبهذا تدخل دارات الشكل 4 تأخراً إجمالياً من فترة خط واحدة على إشارة النصوع. ويعمل المرشاح F2 مثل المرشاح الرأسي بمعامل: -½ ، ½ عند f_{sc}. ومن ثم يدخل تأخراً على إشارة التلون أكبر من نصف الخط.

يمكن عندها تحقيق الاصطفاف الرأسي للنصوع والتلون عبر التأكد من أن التلون يتأخر رأسياً بمقدار نصف الخط بالنسبة إلى النصوع في المراشيح السابقة من الشكل 3، والمراشيح اللاحقة من الشكل 6. ويصبح التأخر التعويضي ضرورياً على مسير النصوع إذا كان التأخر في المرشاح السابق الرأسي للتلون أكبر من نصف الخط. يبين الشكلان 3 و 6 التأخرات التعويضية المقابلة لهذه الأهداف.

يتطلب الاصطفاف الأفقي الصحيح إضافة عدة فترات تأخر:

- يجب تأخير إشارة النصوع بمقدار عينتين عند $4f_{sc}$، وإشارة التلون V بمقدار 4 عينات (بالنسبة إلى الإشارة U، في الحالتين) في المراشيح السابقة من الشكل 3. وتمثل هذه التأخرات تصحيحاً مسبقاً تقريباً للتأخر التفاضلي الذي تدخله على الإشارتين U و V خاصية الطور للمرشاح F2 في المجمع PAL، ولخاصية تأخر الزمرة في مرشاح التمرير المنخفض لتركيب النطاق الفرعي المستعمل لضم إشارة التلون وإشارة النصوع عالي التردد.
- يجب من أجل التأكد من الموضعة الصحيحة لإشارة النصوع الرئيسية مع إشارة النصوع عالي التردد وإشارة التلون، أن يضاف تأخر تعويضي بالتسلسل مع الإشارة التي تمر عبر المرشاح F1 في الشكل 4 والمرشاح F3 في الشكل 5. ويعوض هذا التأخر تأخر الانتشار عبر مراشيح النطاق الفرعي المستعملة لضم النصوع والتلون، وعبر دارة الجمع والمشكّل الذي تمر عبره الإشارة المركبة. وتتعلق قيمة التأخر بالتصميم المحدد للمراشيح.

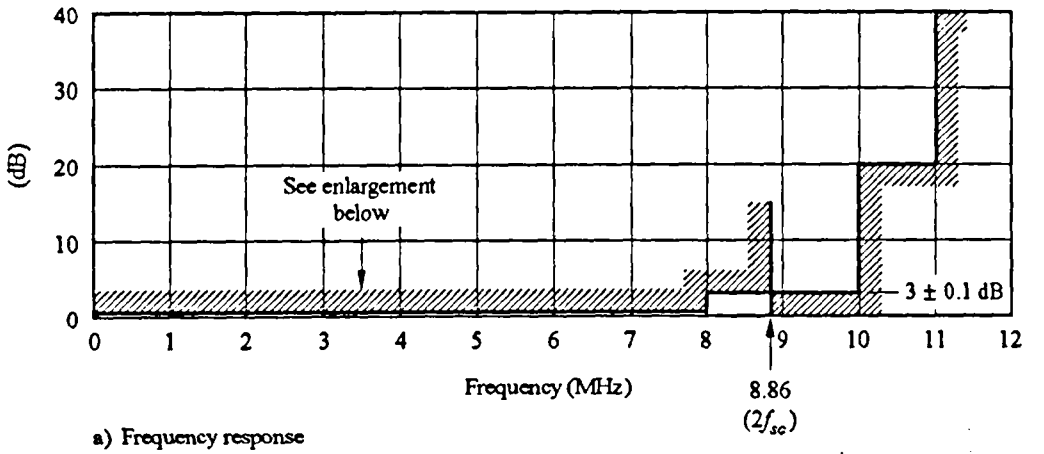
8 المرشاح اللاحق للتحويل الرقمي التماثلي DAC

يتم اختيار الاستجابات الترددية للمرشاح اللاحق DAC عند خرج المشفر، والمرشاح السابق للتحويل التماثلي الرقمي ADC عند دخل مفكك التشفير، على نحو يجعل ناتجهما مشابهاً تقريباً لمرشاح نيكويست (Nyquist). يعرض الشكل 15 الاستجابة المثالية للمرشاح اللاحق. ويتضمن المرشاح اللاحق، بالطبع، مسوياً $\sin(x)/x$، لا يشمل الشكل استجابته. ويصمم كل مرشاح، باستثناء المسوي $\sin(x)/x$، ليكون مرشاحاً نيكويست بالجذر التربيعي، وينخفض بمقدار 3 dB عند $2f_{sc}$. وقد يكون للمرشاح السابق ADC في مفكك التشفير الاستجابة نفسها.

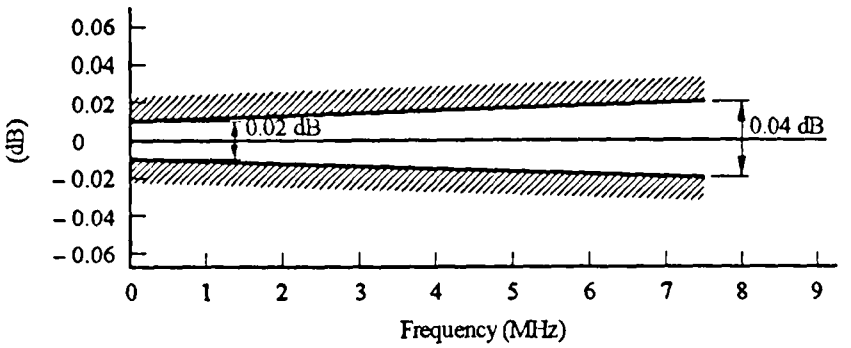
يشغل عادة المرشاح باعتباره دارة تماثلية، إلا أن من الممكن أن يشغل رقمياً بالتناوب من خلال الاعتيان الزائد للإشارة واستعمال محولات DAC وADC تعمل عند تردد أعلى. ويمكّن ذلك من تحقيق ناتج سابق وناتج لاحق أقرب إلى مرشاح نيكويست من دون المشاكل التي تصاحب تأخر الزمرة غير المنتظم المرافق للمراشيح التماثلية.

الشكل 15

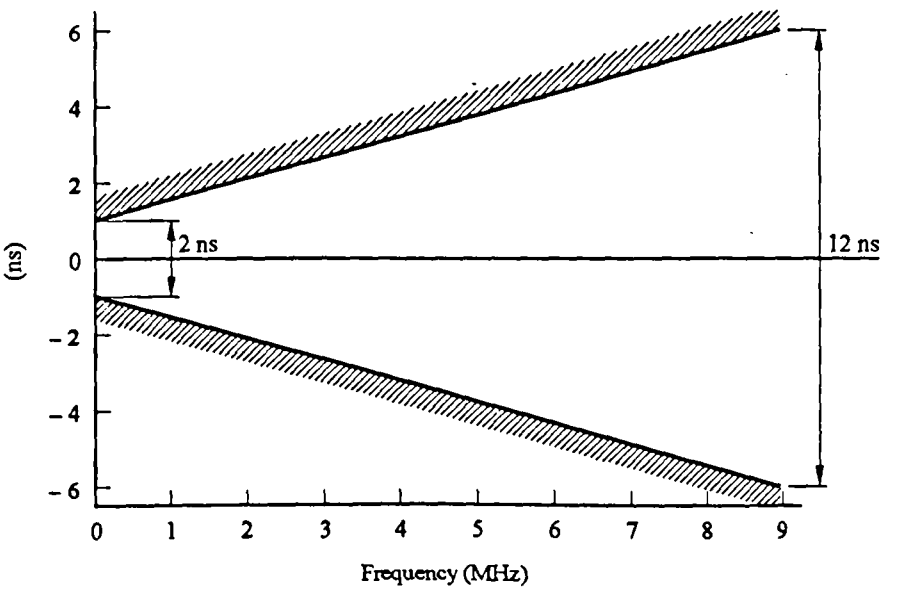
الاستجابة الترددية للمرشاح اللاحق الذي يأتي بعد المحول DAC
(لا يؤخذ في الاعتبار المسوي $\sin x/x$)



a) Frequency response



b) Pass-band ripple



c) Pass-band group delay

D15

التذييل 1

للملحق 2

تقدير الاتحاد الأوروبي للإذاعات (EBU) للنظام Com3

1 المقدمة

إن أنظمة التوزيع الإذاعي المستقبلية ذات النوعية المحسنة ونسبة باعية واسعة، مثل الأنظمة الرقمية والأنظمة DAC والأنظمة PAL، تتطلب إشارات مصدر من نوعية "المكونات". وتكون نوعية الإشارة التي تنتجها عادة التجهيزات المركبة غير كافية للأنظمة المحسنة مع أنها مرضية لوسائط التوزيع التقليدية. ولهذا سيتطلب الإدخال السريع لأنظمة جديدة حجماً كبيراً من الاستثمارات لا يمكن أن يقبل به بعض المذيعين الذين يمتلكون بنية تحتية واسعة لإنتاج برامج بالإشارات المركبة.

لقد طورت هيئة الإذاعة البريطانية (BBC) نظام المكونات الملائم المركب من أجل الحصول على نوعية للصورة "لشبه المكونات" بواسطة بنية تحتية عريضة النطاق أو رقمية مركبة. وهذا ما يناسب عدداً من المذيعين. وبهذا يخفض حجم الاستثمارات ويسمح بإدخال أنظمة جديدة بسرعة أكبر وبنجاح.

2 النظام Com3

تشمل مواصفات النظام الخصائص التالية:

- استبانة نصوع مشابهة لما ورد في التوصية ITU-R BT.601؛
- استبانة تلون متناحية من أجل المشاهدة بنسق 16:9؛
- غياب كامل للغط الضوئي من التلون والنصوع؛
- يمكن استعمال الإشارة المشفرة في أغلبية التجهيزات PAL المركبة؛
- يحافظ على عرض نطاق للنصوع الأنفي من 5 MHz وغياب اللغط الضوئي، بعد تحديد نطاق الإشارة المشفرة عند عروض نطاق PAL العادية؛
- يمكن فك شفرة الإشارة المشفرة بواسطة مفككات شفرة PAL تقليدية مع أقل تخفيض في النوعية يدرك؛
- يمكن فك شفرة إشارات مشفرة تشفيراً تقليدياً PAL/NTSC بواسطة مفكك شفرة Com3، مع تحسين طفيف في النوعية.

ثمة خصائص مشابهة للنظام NTSC، إلا أن عرض نطاق النصوع الأفقي يبقى أدنى بعد التحديد المناسب لعرض نطاق القناة.

3 الترتيبات التجريبية

يبين الشكل 16 المخطط الإجمالي للترتيبات التجريبية.

كان عدد من مصادر المكونات متيسراً. وقد تضمنت شبكات من ترددات النصوع والتلون من أجل استكشاف الاستجابات الترددية للنظام، ومقتطفات من البرامج الفيديوية بنسق 16:9، مخزنة بشكل المكونات على قرص Abekas، ومن مسجلات أشرطة فيديوية D1 و Betacam. وكانت تتيسر أيضاً مصادر من تلفزيون HDTV محولة إلى النسق D1 من أجل توفير مشاهد متحركة عالية النوعية. ودعي أعضاء فريق الخبراء إلى تقديم مواد اختبار من اختيارهم.

وثمة وسائل تم توفيرها لمقارنة مسارات التشفير التالية:

- تشفير Com3 – فك شفرة Com3؛
- تشفير تقليدي PAL – فك شفرة PAL تقليدي؛
- تشفير Com3 – فك شفرة PAL تقليدي؛

- تشفير PAL تقليدي - فك شفرة Com3؛
- تشفير Com3 - فك شفرة PAL مع تأخر الرتل؛
- تشفير PAL تقليدي - فك شفرة مع تأخر الرتل.

يمكن استكشاف سلوك النظامين Com3 و PAL للقنوات بعرض نطاق محدود من خلال تمرير الإشارة عبر مرشاح تمرير منخفض 5,5 MHz، أو مسجل D3 مع مراشيح معيارية، أو مسجل VPR6 من النسق C. وقدم مسجلان للأشرطة الفيديوية D3 من أجل تسجيل الإشارات Com3 واستعادتها، أحدهما مع مراشيح معيارية عند الدخل والخرج، والثاني مع مراشيح معدلة (نصف نيكويست تقريباً عند 8,8 MHz - أي مرتين تردد الموجة الحاملة الفرعية PAL).

وقدمت شاشات عرض ذات 625 خطاً وشاشات عرض HDTV. وكانت شاشة العرض ذات 625 خطاً مرقاباً EV 1629 مهنياً، والشاشة HDTV، SONY HDM 3830E بحجم 38 بوصة يغذيها محول رافع للتردد: Snell & Wilcox HD5100. وكان يسمح هذا الترتيب بمشاهدة المصدر والصورة الملائمة، والصورة بعد فك تشفيرها. أما استعمال الشاشة SONY HDTV، فكان يضمن ألا يشكل أنبوب العرض عاملاً محدداً.

1.3 تتابعات الاختبار

لقد استعملت في التقرير تتابعات الاختبار التالية مع عدد من التتابعات الطبيعية الأطول.

Newpat 1.1.3

تتابع اختبار دقيق جداً يحتوي على ثلاث إشارات اختبار مختلفة:

- كنس ترددات نصوع ذو بعدين أو ألواح حساسة ذات مناطق تتزايد فيها الترددات الأفقية رأسياً، وتتزايد الترددات الرأسية أفقياً. ويسمح هذا الجزء من التتابع بتحليل الاستجابة الترددية للنصوع. ويظهر بوضوح التتابعات الدخيلة أو مكونات الإشارة الهامشية مثل اللغط الضوئي من التلون.
- ألواح حساسة ذات مناطق لمكونات التلون U و V، تبقي النصوع ثابتاً، وهذه تظهر أيضاً التتابعات الدخيلة واللغط الضوئي من النصوع.
- مصفوفة من المربعات الملونة تنفذ كل خطوات الانتقال بين الألوان الأولية الثلاثة، والألوان المتتامة الثلاثة والأسود والأبيض؛ ويسمح هذا الجزء من التتابع بتحليل الاستجابة العابرة وسوية اللغط UV.

Noël 2.1.3

تتابع متحرك من النسق 16:9، يصدر عن التلفزيون HDTV ويحول إلى معيار التوصية ITU-R BT.601. وهو مقتطف طويل من برنامج منوعات ويتضمن عدة مناطق ذات ألوان مشبعة كثيرة التفاصيل. واستعمل لتقدير استبانة التلون الشخصية، وكشف الظواهر المصطنعة في تشفير اللون مثل اللغط الضوئي من النصوع.

3.1.3 تتابع لغط ضوئي من التلون

وهو تتابع متحرك يتضمن مجموعة من القماش المزين بالأشكال، هدفها إثارة لغط ضوئي من التلون تقريبي ودقيق، وبعض القماش الملون بلون واحد يظهر وجود اللغط الضوئي من النصوع. وتقوم آلة التصوير بمسح شامل للمشهد وبتعديل لأبعاد الصورة.

Wimbledon 4.1.3

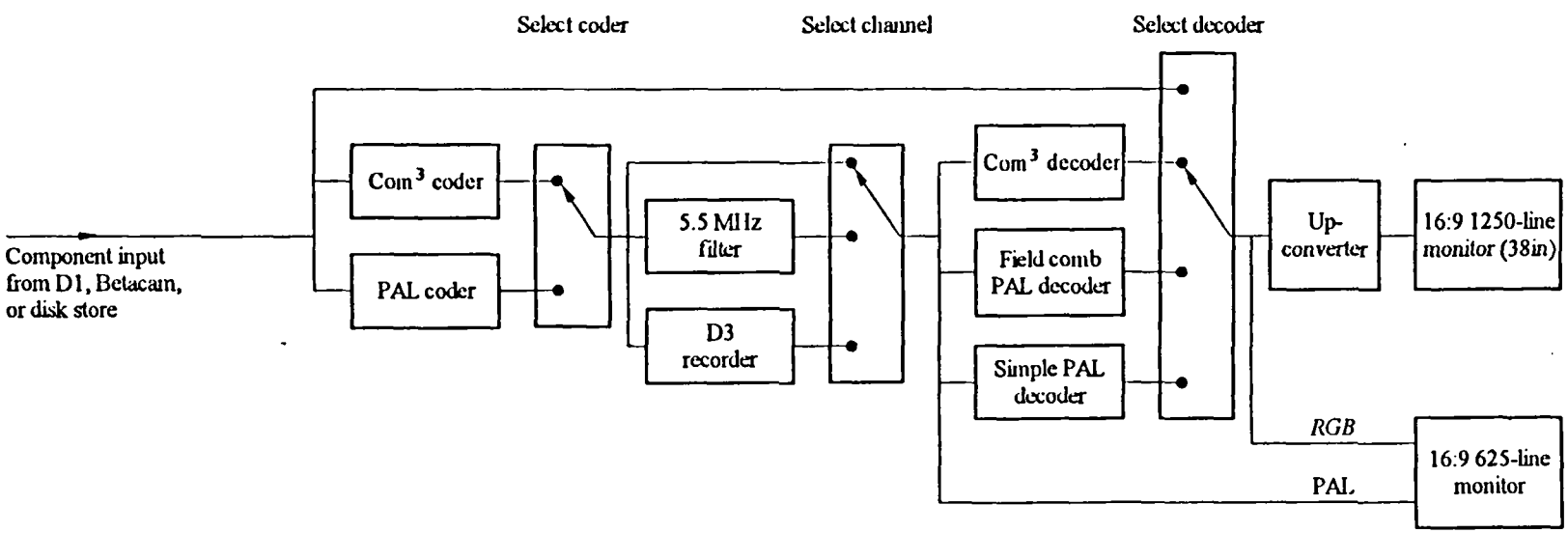
وهو تتابع يعرض طرداً وعكساً، لمسح شامل لجمهور من المشاهدين في "ويمبلدون" بالتلفزيون HDTV. ويتضمن، إضافة إلى تفاصيل عديدة عالية النصوع، مناطق ملونة كثيرة ذات قدود وألوان وتشبع مختلفة، وانتقالات تلون (في ملابس المشاهدين). وقد استعمل من أجل تقدير الطي الطيفي للنصوع واللغط الضوئي من النصوع على مساحات ضيقة ومساحات واسعة وعرض نطاق التلون.

5.1.3 البوابة

وهو مسح شامل وتعديل لأبعاد الصورة يركز على بوابة من حديد مطرق مطلي بالذهب، كبيرة، وتحتوي على تفاصيل كثيرة. وقد استعمل من أجل تقدير اللغط الضوئي والطي الطيفي للنصوع.

الشكل 16

المخطط الإجمالي للتجهيز الذي وضعه الاتحاد EBU من أجل تقدير النظام Com^3



4 تقدير الاختصاصيين

1.4 سلوك النظام Com3 مع قناة منتظمة (أكبر من 9 MHz)

1.1.4 استبانة سكونية للنصوع والتلون

بعد رؤية التتابع Newpat، استنتجت المجموعة أن عرض نطاق النصوع للإشارة Com3 بعد فك التشفير كان مشابهاً لعرض نطاق المصدر بالمكونات. إلا أنه لوحظ طي طيفي متحرك عالي التردد يدرك بصعوبة ويظهر في الترددات الأفقية العالية جداً. واكتشف فيما بعد أن هذه الظاهرة غير مرئية في الصور الطبيعية.

2.1.4 استبانة التلون

قدرت استبانة التلون السكونية بواسطة المناطق U و V من تتابع الاختبار Newpat. وكانت الاستبانة الأفقية للإشارة Com3 بعد فك التشفير عند 2,4 MHz أدنى بقليل من الاستبانة المحددة في التوصية ITU-R BT.601. ولوحظ أن الاستبانتين الرأسية والأفقية للنظام Com3 متساويتان تقريباً. وهذا يعني أن الاستبانة الرأسية للنظام Com3 تساوي تقريباً نصف استبانة التوصية ITU-R BT.601.

ولوحظت أيضاً هذه الخسارة في استبانة التلون بالنسبة إلى التوصية ITU-R BT.601 على صور طبيعية حرجة مثل "ويمبلدون".

ولوحظت بعض الذبذبات الطفيلية في عمليات الانتقال الأفقية والرأسية للمربعات الملونة في التتابع Newpat، لكنها لم تلاحظ في الصور الطبيعية.

وجرت مقارنة بين معالجة النظام Com3 والمعالجة 4:2:0. ولم يدرك أي لغط ضوئي من التلون ومن النصوع.

لايظهر أي لغط ضوئي من التلون أو النصوع.

3.1.4 الاستبانة الدينامية للنصوع والتلون

درست الاستبانتان الديناميتان للنصوع والتلون في النظام بواسطة صيغة متحركة لإشارة الاختبار Newpat. ولم تلاحظ أية ظواهر اصطناعية في الحركة أو أية تعديلات في أداء النظام.

4.1.4 الملاءمة مع نظام PAL تقليدي

ثمة نمطان من الملاءمة يجب تقديرهما هما قدرة مفككات الشفرة التقليدية على فك تشفير الإشارة Com3 وقدرة مفكك الشفرة Com3 على فك تشفير إشارة PAL مشفرة تشفيراً تقليدياً. واستعملت هنا أيضاً في التقدير تتابع الاختبار Newpat وصور طبيعية.

5.1.4 التشفير Com3 يتبعه فك شفرة PAL تقليدي

تم فك شفرة الاختبار Newpat والصور الطبيعية المشفرة في مشفر Com3 بواسطة مفككات شفرة PAL تقليدية مهنية بسيطة بتأخر الخط وتأخر المجال.

ولوحظ مقارنة مع التشفير وفك الشفرة PAL، تخفيض في اللغط الضوئي التقريبي من التلون، وسويات مماثلة للغط الضوئي من النصوع، وخسارة في استبانة التلون الرأسية، وخطأ طفيف في تسجيل التلون الأفقي.

ولوحظت، في الإجمال، خسارة في نوعية الصور الطبيعية لا تدرك إلا بصعوبة.

6.1.4 تشفير PAL تقليدي يتبعه فك شفرة Com3

تمت مشاهدة تتابع الاختبار Newpat والصور الطبيعية المشفرة في مشفر PAL تقليدي، بعد فك شفرتها بواسطة مفكك الشفرة Com3.

ولوحظ، مقارنة مع التشفير، وفك الشفرة PAL، أن هناك منطقة أضيق من اللغط الضوئي من النصوع ونقل اللغط الضوئي عند الحافة، من الحوافي الأفقية (كما يحدث في قضبان اللون العادية) إلى الحوافي الرأسية (كما يحدث في قضبان اللون الأفقية). ويعتبر هذا السلوك مماثلاً للسلوك الملاحظ في مفككات الشفرة PAL غير التكيفية للخط أو للمجال. ولوحظت أيضاً زيادة في اللغط الضوئي التقريبي من التلون.

وتحسنت نوعية الصورة الإجمالية، في الصور الطبيعية عندما لم يكن اللغط الضوئي من التلون سائداً.

2.4 سلوك النظام Com3 مع قناة غير منتظمة

لما كان النظام Com3 يستعمل عرض نطاق القناة بين 4,4 و 8,8 MHz من أجل زيادة استبانة النصوع المتيسرة، فإن تشوهات الطور على هذا النطاق أو التخفيضات في عرض نطاق القناة لا تسبب تخفيضاً في عرض نطاق النصوع المتيسر فحسب، لكنها تضيف ظواهر اصطناعية من مثل الطي الطيفي للنصوع واللغط الضوئي. وتتعلق رؤية هذه الظواهر الاصطناعية بتوسع تشوهات الاتساع والطور في القناة.

3.4 سلوك النظام Com3 مع عرض نطاق للقناة بقيمة 5,5 MHz

تم اختيار تحديد لعرض النطاق بقيمة 5,5 MHz لأن هذه القيمة تمثل نمط التمديدات الداخلية لبعض تجهيزات المعالجة التماثلية والرقمية. وتمثل أيضاً الحد الاسمي لعدة أنظمة وصلات.

وأدى وجود هذا المرشاح في القناة إلى جعل خسارة استبانة النصوع، والطي الطيفي للنصوع واللغط الضوئي من النصوع مرئية بوضوح في تتابع الاختبار Newpat. وكانت خسارة استبانة النصوع والطي الطيفي للنصوع واللغط الضوئي من النصوع على الحافة مرئية على الصور الطبيعية.

ومن ثم فإن نوعية الصورة مع عرض نطاق للقناة بقيمة 5,5 MHz هي أدنى من النوعية المبينة في التوصية ITU-R BT.601 لكنها تبقى أفضل مما هي عليه في النظام PAL.

4.4 سلوك النظام Com3 مع عرض نطاق متوسط للقناة

يستعمل مسجل D3 معياري مع مرشاح دخل بعرض نطاق تقريبي من 6 MHz، ومرشاح خرج مع قطع أعرض بقليل، يعمل في الأساس باعتباره مرشاحاً ضد الطي الطيفي. ومن الضروري أن تركب مراشيح معدلة من أجل الحفاظ على عرض نطاق كافٍ للنظام Com3 عندما يستعمل توصيل بيني مماثلي من وإلى مسجل الأشرطة الفيديوية. ويجب أن يكون نظرياً لكل مرشاح استجابة نصف نيكويست عند ضعف تردد الموجة الحاملة الفرعية (~8,8 MHz). إلا أن المرشاح التماثلي قد يوفر، في أحسن الحالات، تقريباً لهذه الاستجابة.

ولوحظت مع استعمال المراشيح المعدلة أدنى ظاهرة طي طيفي منخفض السوية يمكن إدراكها.

أما استعمال المراشيح المعيارية، فقد أدى إلى نتيجة أفضل بقليل من عرض النطاق المحدد عند 5,5 MHz.

5.4 سلوك النظام Com3 مع تشوهات للطور في القناة

لقد درس نمطان من تشوه الطور هما خطأ في الطور ثابت بين الموجة الحاملة الفرعية للنصوع والرشقة، كما يمكن أن يحدث في حالة سوء التراصف للمخلاط وتشوه للطور في النطاق الحرج 4,4 إلى 8,8 MHz، كما يمكن أن يحدث في حالة تراصف سيء لخط التأخر أو في مضخم معالجة الإشارة.

وكان اللغط الضوئي وظواهر الطي الطيفي للنصوع تكاد لا تدرك في تتابع الاختبار Newpat في حالة خطأ في طور الرشقة من 5° في الموجة الحاملة الفرعية، وتصبح مزعجة قليلاً عند 15°.

وكان اللغط الضوئي وظواهر الطي الطيفي للنصوع تكاد لا تدرك في حالة خطأ في الطور من 25 ns بين 4,4 و 8,8 MHz، وتصبح مرئية بوضوح في حالة خطأ في الطور من 60 ns.

من ثم يعتبر النظام Com3 أقل تسامحاً مع تشوهات الطور بالنسبة إلى النظام PAL التقليدي مع فك شفرة خط التأخر. وتنتج تشوهات الطور لغطاً ضوئياً وظواهر طي طيفي للنصوع تدرك في نظام Com3 وفي ظروف شبيهة للظروف التي قد ينتج فيها النظام PAL قضبان هانوفر (Hannover) في حالة فك الشفرة البسيط وخسارة التشبع لفك شفرة خط التأخر.

6.4 سلوك النظام Com3 في حالة تسجيل على عدة أجيال

يحدث التأثير الأكثر دلالة في التسجيل على عدة أجيال عندما تحول الإشارة Com3 إلى معيار التوصية ITU-R BT.601 من جيل إلى آخر. ويكون، في هذه الظروف، تخفيض استبانة التلون الرأسية هو التأثير السائد، ويتزايد ذلك مع عدد الأجيال كما يمكن توقع ذلك في حالة تحولات مكررة بين التشفير 4:2:2 والتشفير 4:2:0.

وقد وصفت نتائج تشوهات القناة التي تسببها المراشيح التماثلية للتوصيل البيني، ويتوقع هنا أيضاً أن تكون هذه التشوهات تراكمية. ويتيسر شريط فيديوي من عدة أجيال مع فك الشفرة عند معيار التوصية ITU-R BT.601 فيما بين الأجيال المتتابعة، وخطأ في طور الرشقات من 1° لكل جيل. ويلاحظ في حالة الجيلين طي طيفي طفيف للنصوع بينما تعطي ستة أجيال سوية منخفضة من اللغط الضوئي بسبب التلون.

7.4 خلط الإشارات Com3 والإشارات التقليدية PAL

عُرِض خلط لإشارات Com3 وإشارات PAL بواسطة شريط فيديوي لمنظر أمامي Com3 مسجل على خلفية Com3 مع حدود ملونة مولدة داخلياً (نظام PAL تقليدي). وكان مظهر هذه الحدود الملونة على النحو المتوقع من تقدير التشفير Com3 يتبعه فك شفرة PAL.

5 الاستنتاجات

فيما يتعلق بالقناة المسطحة، يستجيب النظام Com3 فعلياً للخصائص المحددة.

وكلما ابتعدت القناة عن الشكل النظري، تدخل الانحطاطات ويظهر أن النظام Com3 هو أكثر حساسية من النظام PAL في هذا السياق.