

Addendum

Het ontwerp van KO4NR werd prompt door ON6WJ en ON7KO in de praktijk gebracht en met succes aan een SWR- en smoketest onderworpen, zoals uit volgende fotomontage blijkt (figuren 5 tot en met 9).

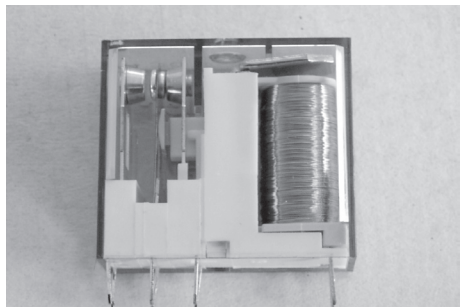


Fig. 5 Italian Zettler relays
Fig. 5 Relais Zettler italien



Fig. 6 PCB
Fig. 6 Circuit imprimé

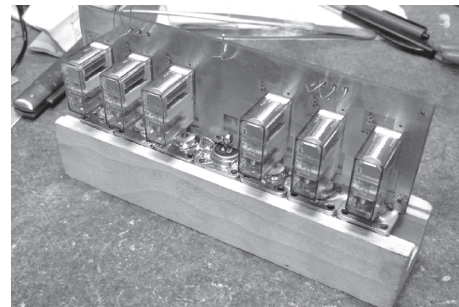


Fig. 7 Montage met behulp van houten mal
Fig. 7 Montage à l'aide d'un gabarit en bois

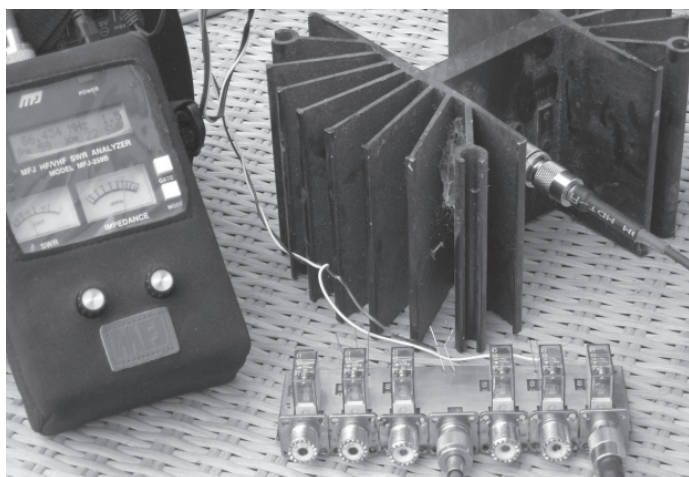


Fig. 8 Eerste test: MFJ + switch + dummy
Fig. 8 1er test: MFJ + commutateur + antenne fictive



Fig. 9 Smoke-test opstelling
Fig. 9 Configuration pour le test de fumée

Videometingen met behulp van Vertical Insert Test Signals (deel 3) Mesures vidéo à l'aide de Vertical Insert Test Signals (3ème partie)

door/par ON4RT

Doel van pré- en dé-emphasis

Bij frequentiemodulatie wordt de signaalruisverhouding slechter naarmate de modulatiefrequentie hoger wordt. Praktisch komt dit erop neer dat bij hogere frequenties - dit zijn de kleinere details in het beeld - de ruis meer zichtbaar zal zijn dan bij grote vlakken (lage frequenties). Om dit te verbeteren laat men langs de zenderkant de deviatie toenemen bij hogere modulatiefrequentie. Dit kan omdat de hogere frequenties een relatief kleinere amplitude hebben. Dit is het doel van het pré-emphasisfilter aan de modulator ingang.

Bij de ontvanger wordt na demodulatie - dus terug op videoniveau - een dé-emphasis filter met tegengestelde doorlaatcurve geplaatst, dat de hogere frequenties - en meteen ook de ruis - verzwakt. Op die manier wordt de frequentiekaracteristiek terug vlak en dit met een belangrijke verbetering van de signaalruisverhouding. Theoretisch kan deze tot 15 dB bedragen, op voorwaarde dat de modulatie-index voldoende hoog is, dus zeker meer dan $M = 0,5$.

Dat dit niet zo maar willekeurig kan gebeuren spreekt voor zich. Voor lage frequenties zoals bij audio kan in principe een eenvoudig RC netwerk volstaan. Bij video moet men echter rekening houden met modulatief-

But de la préaccentuation et de la désaccentuation

En modulation de fréquence, plus la fréquence augmente, plus le rapport signal bruit devient mauvais. Pratiquement cela revient à avoir un bruit qui est plus visible pour les hautes fréquences - c'est-à-dire pour les petits détails dans l'image - que pour les grandes surfaces (fréquences basses). Pour corriger cela, du côté émission, on augmente l'excursion pour les fréquences élevées. Ceci est possible car les fréquences élevées ont une amplitude relativement plus faible. Ceci est le rôle du filtre de préaccentuation à l'entrée du modulateur.

Dans le récepteur, après demodulation, donc lorsqu'on se trouve à nouveau en vidéo, on insère un filtre de désaccentuation avec la courbe complémentaire, qui réduit les fréquences élevées, et par la même occasion le bruit. De cette façon, la caractéristique d'amplitude est à nouveau rendue bien plate et ceci avec une amélioration importante du rapport signal/bruit. Théoriquement on peut gagner jusqu'à 15 dB, à condition que l'indice de modulation soit élevé, donc certainement plus que $M=0,5$.

Il est évident que tout ceci ne peut se faire de manière quelconque. Pour les fréquences basses, comme en audio, un simple circuit RC est suffisant. En vidéo, on doit tenir compte du fait que les fréquences de

requenties tot 5 MHz die dan nog over de ganse bandbreedte een linear faseverloop moeten vertonen.

Met dit doel is een standaard filter ontwikkeld: het zogenaamde CCIR 405-1 filter voor 625 lijnen. Langs de zendkant wordt dit pré-emphasis filter genoemd. In de ontvanger zit dan een dé-emphasis filter. Daar de meeste amateurs een commerciële ontvanger gebruiken is deze filter meestal kant-en-klaar ingebouwd, niet noodzakelijk met de hieronder opgegeven waarden. Deze filters zijn gestandaardiseerd en hieraan wijzigingen aanbrengen om bijvoorbeeld fouten te corrigeren is totaal verkeerd. Dit is een fout oplossen door het invoeren van een andere fout!

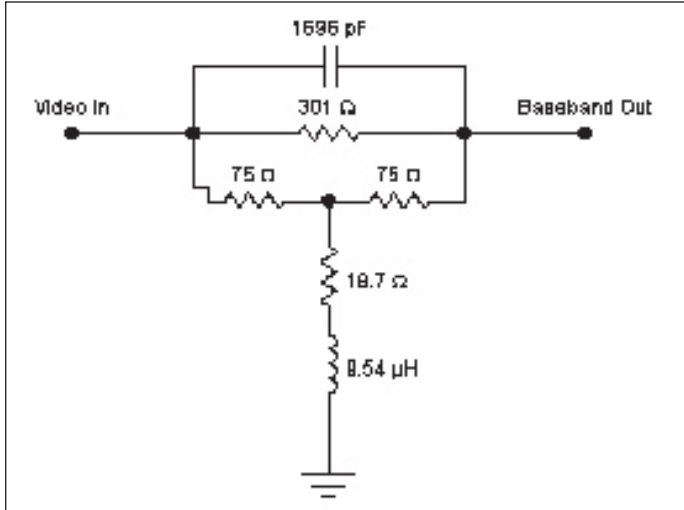


Fig. 9 Pré-emphasis filter

Fig. 9 Filtre de préaccentuation

modulation vont jusque 5 MHz et que la phase doit rester linéaire sur toute la largeur de la bande.

Dans ce but on a développé un filtre normalisé: c'est le filtre appelé CCIR 405-1 pour 625 lignes. Du côté de l'émetteur, on appelle cela un filtre de préaccentuation. Dans le récepteur, il y a alors un filtre de désaccentuation. Comme la plupart des radioamateurs utilisent un récepteur commercial, ce filtre est déjà incorporé, mais il n'a pas nécessairement les caractéristiques données ci-dessous. Ces filtres sont normalisés et essayer de le modifier pour corriger des défauts est totalement erroné. Cela reviendrait à corriger un défaut en introduisant un autre défaut!

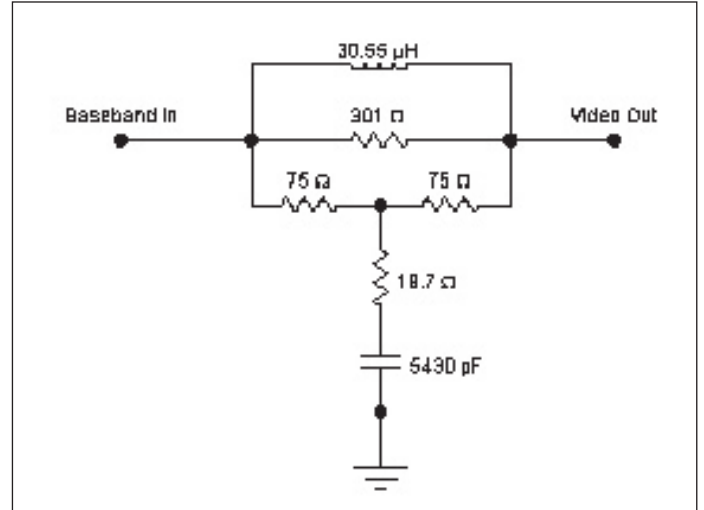


Fig. 10 Dé-emphasis filter

Fig. 10 Filtre de désaccentuation

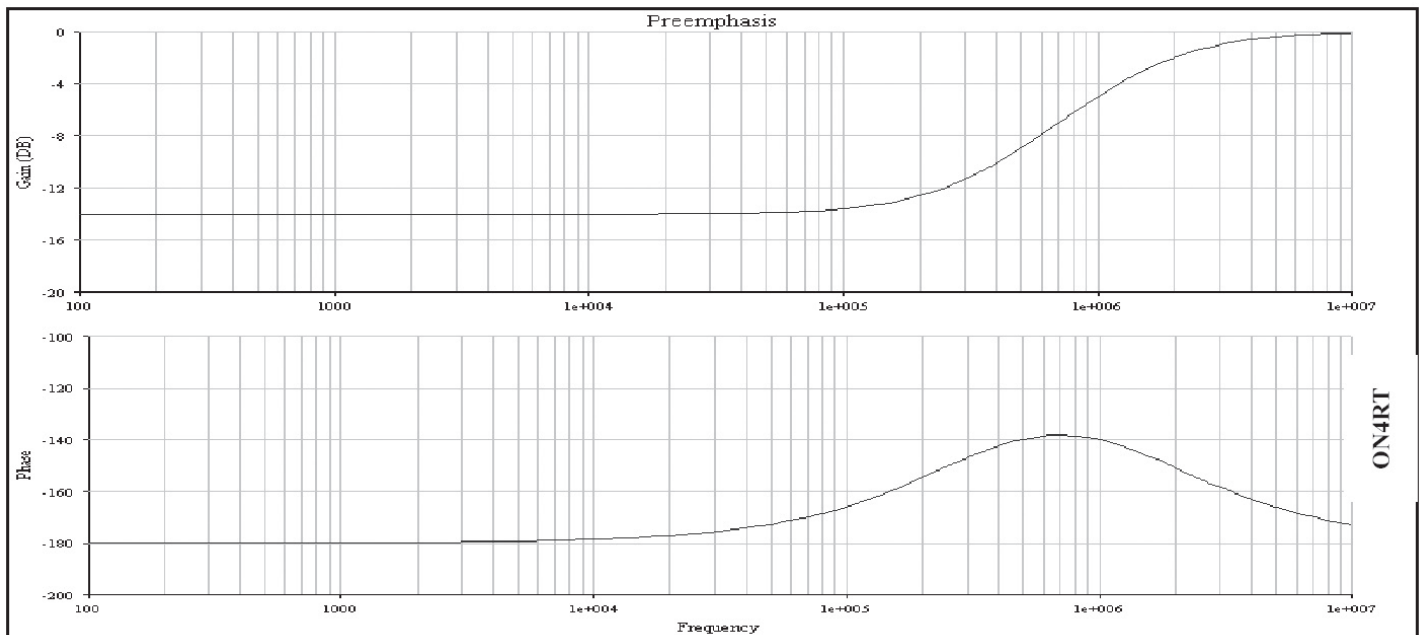


Fig. 11 Frequentieverloop en faseverloop van het pré-emphasis filter CCIR 405.1

Fig. 11 Caractéristiques d'amplitude et de phase d'un filtre de préaccentuation CCIR 405.1

De soms ondermaatse beelden die men via ATV te zien krijgt tonen aan dat amateurontwerpen niet altijd aan de norm beantwoorden. Meestal ligt dit niet aan het pré-emphasisfilter zelf, doch eerder aan een slecht (afgeregeld) videofilter en/of verkeerde aanpassing. Een dergelijk filter moet worden afgesloten met een frequentieonafhankelijke weerstand van 75 Ω om de juiste doorlaatcurve en geringe afwijking van de faseverloop te bekomen. Om ook aan de ingang een exacte aanpassing te hebben past men meestal een 3 dB T-netwerk toe dat tussen de videobron en het filter geplaatst wordt. Op die manier vermijdt men ook dat een variërende belasting invloed uitoefent op de signaalbron.

Les images de mauvaise qualité que l'on voit parfois en ATV montrent que les réalisations radio amateurs ne répondent pas toujours à la norme. Bien souvent cela est n'est pas dû au filtre de préaccentuation, mais bien à un filtre vidéo mal réglé et/ou à une mauvaise adaptation. Pour obtenir la bonne courbe de réponse et un faible écart avec la réponse de la phase, un tel filtre doit être terminé par une résistance de 75 W, qui soit indépendante de la fréquence. Afin d'avoir une bonne adaptation à l'entrée, on place souvent un atténuateur en T de 3 dB entre la source vidéo et le filtre. De cette façon on évite aussi que les variations de charge n'influencent la source du signal.

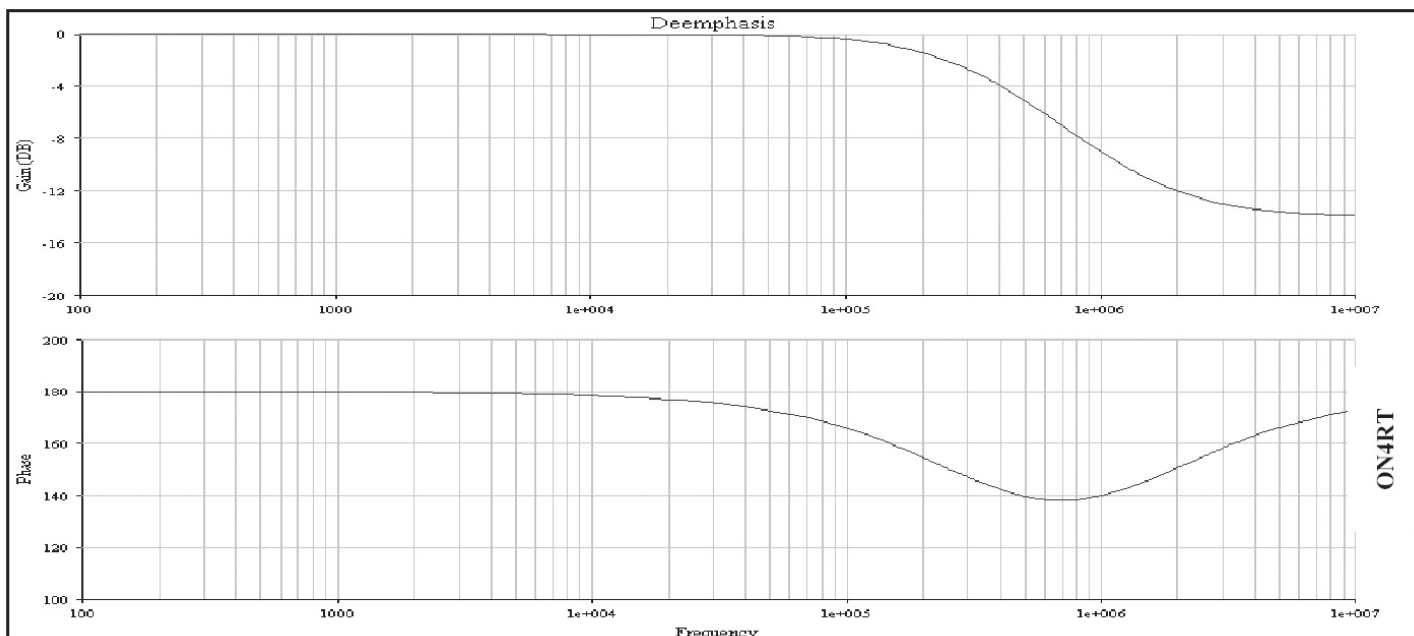


Fig.12 Frequentieverloop en fase looptijd van het dé-emphasis filter CCIR 405.1

Fig. 12 Caractéristiques d'amplitude et de phase d'un filtre de désaccentuation CCIR 405.1

Een veel gemaakte fout is het gebruik van 50 Ω coaxkabel voor video in plaats van 75 Ω. Vergeet niet dat hier frequenties van meer dan 6 MHz voorkomen zodat door een verkeerde aanpassing staande golven en reflecties ontstaan.

Zelfs bij geringe kabellengtes kan dit aanleiding geven tot verminderd detail, slechte kleurenweergave, of reflecties die zich uiteten als spookbeelden.

Gebruik dus steeds 75 Ω kabel voor de overdracht van videosignalen en sluit die lijn aan het einde steeds af met een 75 Ω weerstand.

Het ingangsnetwork en filternetworken verzwakken het videosignaal zodat onvoldoende spanning overblijft voor de modulator. Het moet dus versterkt worden. Veelal wordt hiervoor een NE592N gebruikt maar er zijn recentere en betere types zoals bijvoorbeeld de LT1204 of LT1253. Dit laatste IC bevat twee Current Feedback Amplifiers, is speciaal voor video toepassingen ontwikkeld en heeft een lage uitgangsimpedantie van 2 Ω. Hiermee kan rechtstreeks een 75 Ω belasting gestuurd worden met constante bandbreedte en instelbare versterking. Dergelijke filters en versterkers zijn voldoende beschreven, zodat we er hier niet verder over uitweiden.

Metingen aan videokringsen

De eigenschappen van lineaire kringen kunnen op twee verschillende manieren worden bepaald. Ten eerste door een reeks van sinusoidale frequenties door de te meten kring te sturen. De verandering van de amplitude en de fasehoek ervan zijn een maat voor het gedrag van de kring. Een nadeel van deze methode is dat er moeilijk een verband te leggen valt tussen de gemeten fout(en) en de overeenstemmende storing in het beeld. Bovendien dient men over de nodige meetinstrumenten te beschikken en dit ligt vaak buiten het bereik van de amateur. Nochtans wordt deze methode veel toegepast voor het meten van correctiekringen, opsporing van fouten in lijnen en versterkers, uittesten van zenders enz. Het meten van de amplitude- en groepslooptijd gebeurt meestal volgens deze methode.

Bij de tweede methode wordt een gestandaardiseerde testbeeldgenerator op de ingang van de modulator aangesloten en het resultaat op de monitor of het TV scherm zelf bekeken. Deze methode verdient de voorkeur bij amateurtoepassingen: een fout in de overdracht kan rechtstreeks op het scherm worden waargenomen, er zijn geen extra meetinstrumenten nodig, en mits de nodige ervaring zijn de eventuele afwijkingen vrij gemakkelijk te interpreteren. Ook hier zal men echter kring per kring moeten uittesten om de precieze oorzaak van de fout te bepalen.

Une faute courante consiste à utiliser un câble coaxial 50 W pour la vidéo au lieu d'un câble 75 W. N'oubliez pas qu'il y a ici des fréquences de plus de 6 MHz, de sorte qu'une mauvaise adaptation provoque des ondes stationnaires et des réflexions. Même avec des longueurs de câble très faible, ceci peut donner lieu à une diminution des détails, une mauvaise reproduction des couleurs, ou des réflexions qui se manifestent sous forme d'images fantômes. Utilisez donc toujours du câble 75 W pour le transport des signaux vidéo et terminez toujours cette ligne par une résistance de 75 W.

Le filtre d'entrée et les filtres atténuent le signal vidéo, de sorte qu'il reste souvent trop peu de tension au modulateur. Le signal doit donc être amplifié. On emploie souvent un NE592E, mais il y a des types meilleurs et plus récents tels que le LT1204 ou le LT1253. Ce dernier IC comporte deux Current Feedback Amplifiers et il a été spécialement développé pour des applications vidéo, il a aussi une impédance de sortie très basse, de 2 W. Avec cet IC, on peut attaquer une charge de 75 W avec une large bande passante et un gain réglable.

De tels filtres et amplificateurs sont largement décrits, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de les approfondir ici.

Mesures sur des circuits vidéo

Les caractéristiques des circuits linéaires peuvent être déterminées de deux manières différentes. D'abord en envoyant une série de fréquences sinusoïdales au travers du circuit à mesurer. Les variations d'amplitude et de phase constituent une mesure du comportement du circuit. Un inconvénient de cette méthode est qu'il est difficile d'établir un lien entre le défaut mesuré et la perturbation correspondante dans l'image. De plus, on doit disposer des appareils de mesure nécessaires et ceci est souvent hors de la portée du radio amateur. Cependant, cette méthode est souvent utilisée pour la mesure des circuits de correction, la recherche de défauts dans les lignes et les amplificateurs, le test des émetteurs, etc. La mesure de l'amplitude et du temps de groupe s'effectue la plupart du temps grâce à cette méthode.

Pour la deuxième méthode, on applique un générateur d'images de test à l'entrée du modulateur et on observe le résultat sur un moniteur ou sur un écran TV. On préfère cette méthode pour les applications radio amateur: un défaut dans la transmission peut être constaté immédiatement sur l'écran, il n'est pas nécessaire d'avoir des instruments de mesure et avec l'expérience nécessaire, les anomalies peuvent être très facilement interprétées. Il faudra tester circuit par circuit pour déterminer la cause exacte du défaut.

Voor een globale controle van de ganse keten zijn testsignalen beter geschikt. Het is meestal gemakkelijker een fout in een installatie op te zoeken aan de hand van onregelmatigheden van de frequentiekenarakteristiek of fase looptijd dan aan de hand van de vervorming van een testbeeld. Het interpreteren van een testbeeld is ook sterk afhankelijk van de persoon die de meting uitvoert.

De meest geschikte generator is de frequentie-sweep of wobbler. Dit toestel genereert sinussignalen met constante amplitude waarvan de frequentie varieert met de tijd. De frequentie van een generator wordt bijvoorbeeld met een 50 Hz zaagtandspanning gevarieerd van 10 KHz tot 10 MHz. Dit signaal legt men aan de ingang van de te meten kring. De zaagtand wordt tevens aan de horizontale afbuiging van de scoop toegevoerd. De uitgang van de kring komt op de verticale ingang van de scoop, eventueel via een detectieprobe zodat de doorlaatcurve op het scoopscherm zichtbaar wordt.

Met een vaste meetopstelling, waar de generator en de oscilloscoop dicht bij elkaar staan, vormt dit geen probleem maar wanneer de meting op afstand dient te gebeuren zijn er andere en meer praktische methoden. Relatief eenvoudig en veel gebruikt is de zgn. multiburstgenerator. Hierbij wordt een bloksignaal met een referentieniveau opgewekt, gevolgd door een reeks salvo's van sinusvormige signalen met constante amplitude. Alle salvo's komen voor op één enkele TV-lijn en de frequenties zijn zo gekozen dat de ganse videoband bestreken wordt.

Deze signaalvorm noemt men multiburst omdat hij meestal is samengesteld uit zes frequentiesalvo's, ieder met een rechthoekige omhullende en een top-top waarde van 420 mV gesuperponeerd op een gemiddelde waarde van 350 mV. Deze salvo's worden voorafgegaan door een witniveau referentie balk met een breedte van 4 μ s. De salvofrequenties bedragen achtereenvolgens: 0,5 MHz, 1 MHz, 2 MHz, 4 MHz, 4,8 MHz en 5,8 MHz (zie de figuren 13 en 14).

Bij metingen met dergelijk signaal zou men kunnen denken dat de omhullende van de verschillende frequentiebursts een ruwe weergavencurve vormt van de frequentiekenarakteristiek van de gemeten kring. Dit geldt echter alleen wanneer de afwijkingen klein zijn.

Een salvo bestaat niet uit één enkele frequentie maar uit een gemoduleerde draaggolfrequentie met symmetrische zijbanden waarvan de amplitudes afnemen met hun afstand tot de draaggolf.

Dit vindt zijn oorzaak in het feit dat elk salvo in amplitude gemoduleerd wordt door een rechthoekige impuls. Daardoor ontstaat een overlapping van de spectra van de verschillende salvo's waardoor ze elkaar gaan beïnvloeden. Een afwijking van de groepslooptijd bijvoorbeeld zal aanleiding geven tot asymmetrie van de salvo-omhullende en dit maakt het oscillogram onduidelijk. Om deze en nog andere redenen, zoals intermodulatie tussen luminantie en chrominantie, moeten de meetresultaten beschouwd worden als een benaderende vorm van de doorlaatcurve van de gemeten kring.

Voor preciezere metingen gebruikt men beter de frequentiesweep generator. Via een logaritmische versterker, die het gedetecteerde meetsignaal omzet in logaritmische waarden, kan men hierbij het resultaat rechtstreeks in decibel van het scoopscherm aflezen.

Het voordeel van een multiburst signaal bestaat hierin dat een eenvoudige oscilloscoop volstaat om een grove indruk te krijgen van de videodoorlaat en meteen de beeldkwaliteit.

Voor metingen van de fase looptijd staan ook een reeks testsignalen ter beschikking, maar de meeste hiervan zijn alleen te interpreteren met aangepaste meetinstrumenten zoals de vectorscoop. Een uitzondering hierop vormt de zogenaamde 20T-puls. Met dit signaal kunnen op een goede scoop sommige looptijdvariaties of fasefouten zichtbaar gemaakt en eventueel op minimum afgeregeld worden.

Voor een globale controle van de ganse keten zijn deze testsignalen zeer geschikt. Daarom wordt bij de meeste commerciële TV zenders deze signalen tijdens de beeldblanking op bepaalde lijnen permanent meegestuurd. Op lijn 17 – 18 – 330 en 331 kan men deze signalen terugvinden. Op een normaal beeld zijn ze dus onzichtbaar. Iedere lijn bevat een verschillend testsignaal. Door middel van een lijnselector kan men op een oscilloscoop de betreffende lijnen selecteren en bekijken. Moderne

Les signaux tests sont plus appropriés pour un contrôle de l'ensemble de la chaîne. Il est plus facile de rechercher un défaut dans une installation à partir d'une irrégularité dans la réponse en fréquence ou de la caractéristique de phase que sur base d'une déformation de l'image de test. L'interprétation d'une image de test dépend aussi de la personne qui effectue la mesure.

Le générateur le plus adéquat est le wobbler. Cet appareil génère des signaux sinusoïdaux avec une amplitude constante et dont la fréquence varie dans le temps. La fréquence du générateur varie de 10 KHz à 10 MHz à l'aide d'un signal en dents de scie à 50 Hz. Ce signal est appliqué à l'entrée du circuit à mesurer. La dent de scie est appliquée en même temps à la déflexion horizontale de l'oscilloscope. La sortie du circuit est appliquée à l'entrée verticale de l'oscilloscope, éventuellement via un détecteur, de sorte que la courbe de réponse devient visible sur l'écran de l'oscilloscope.

Il n'y a pas de problème pour une installation de mesure fixe, où le générateur et l'oscilloscope se trouvent l'un à côté de l'autre, mais lorsque la mesure doit être faite à distance, il existe d'autres méthodes plus pratiques. Le générateur multiburst est une méthode relativement simple et très utilisée. On génère un signal carré avec un niveau de référence, suivi d'une série de salves d'un signal sinusoïdal à amplitude constante. Toutes les salves se trouvent dans une seule ligne TV et sont choisies de sorte que toute la bande vidéo soit couverte.

Ce signal est appelé multiburst parce qu'il est généralement composé de six salves de fréquences, chacune occupant une enveloppe rectangulaire d'une amplitude de 420 mV, superposée à une valeur moyenne de 350 mV. Ces salves sont précédées d'une barre de référence au niveau du blanc de 4 μ s. Les fréquences des salves sont respectivement: 0,5 MHz, 1 MHz, 2 MHz, 4 MHz, 4,8 MHz et 5,8 MHz (voir figures 13 et 14).

Dans les mesures avec de tels signaux, on pourrait croire que l'enveloppe des différents bursts donne une réponse grossière de la caractéristique en fréquence du circuit mesuré. Ceci n'est valable que si les écarts sont petits.

Une salve de fréquences n'est pas seulement constituée d'une seule fréquence, mais d'une fréquence porteuse modulée avec des raies symétriques dont l'amplitude diminue d'autant plus que l'écart avec cette porteuse augmente.

Ceci provient du fait que chaque salve est modulée en amplitude par une impulsion rectangulaire. A cause de cela, il y a un recouvrement du spectre des différentes salves qui vont alors s'influencer mutuellement. Par exemple, un défaut dans le temps de groupe va donner lieu à une asymétrie de la courbe enveloppe de la salve et cela se verra clairement sur l'oscillogramme. Pour cette raison, mais aussi pour d'autres, telles que l'intermodulation luminance/chrominance les résultats des mesures doivent être interprétés comme une approche de la courbe de réponse du circuit mesuré. Pour des mesures précises, il est préférable d'utiliser le wobbler.

Grâce à un amplificateur logarithmique, qui convertit le signal mesuré en valeur logarithmique, il est possible de mesurer directement les valeurs en décibels sur l'écran de l'oscilloscope.

L'avantage du multiburst est qu'il suffit d'un simple oscilloscope pour avoir une idée globale du circuit vidéo et par la même occasion de la qualité de l'image.

Il existe aussi une série de signaux tests pour la mesure de la phase, mais la plupart de ceux-ci doivent être interprétés à l'aide d'appareils de mesures appropriés tels que le vectorscope. L'impulsion 20T est une exception à cela. Grâce à ce signal, on peut à l'aide d'un bon oscilloscope, mettre en évidence des variations du temps de propagation ou des défauts de phase et éventuellement les régler pour un minimum.

Ces signaux tests conviennent bien pour un test global de toute la chaîne. C'est pour cette raison que ces signaux sont envoyés de façon permanente par la plupart des émetteurs commerciaux, durant les lignes de blanking. On peut retrouver ces signaux sur les lignes 17, 18, 330 et 331. Ils sont donc invisibles sur une image normale. Chaque ligne contient un signal test différent. On peut sélectionner ces lignes au moyen d'un sélecteur de ligne et les voir sur un oscilloscope. La plupart des oscilloscopes

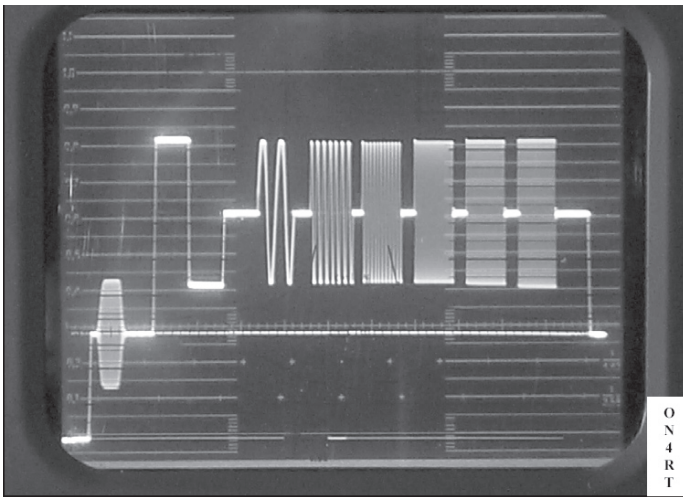


Fig. 13 Standaard multiburst signaal op lijn 18. Achtereenvolgens: referentie, 0,5 MHz, 1 MHz, 2 MHz, 4 MHz, 4,8 MHz, 5,8 MHz.

Fig. 13 Signal multiburst standard sur la ligne 18. Successivement: la référence, 0,5 MHz, 1 MHz, 2 MHz, 4 MHz, 4,8 MHz, 5,8 MHz.

oscilloscopen hebben meestal een ingebouwde lijnselector, eventueel is een dergelijke selector eenvoudig zelf te bouwen.

Deze testsignalen of Vertical Insertion Test Signals (officieel is het "Video Insert Test Signals, beide benamingen worden gebruikt) zijn ook beschikbaar op ON0ZTM.

Lijn 17 en 18 zijn voor ons de interessantste omdat ze heel wat informatie kunnen geven over het gedrag van de videoketen. Lijn 22 wordt gebruikt voor het meten van de signaalruisverhouding. Deze lijn op zwartniveau bevat geen informatie. Bij een goede signaaloverdracht moet deze lijn helemaal zuiver en ruisvrij zijn.

Voor het meten van de precieze fasehoek van het chrominantiesignaal dienen de lijnen 330 en 331. Hierbij is echter een vectorscoop nodig. Dit is een toestel dat de onderlinge faseverschillen van de diverse kleurcomponenten kan weergeven maar allicht niet in iedere amateurshack ter beschikking staat.

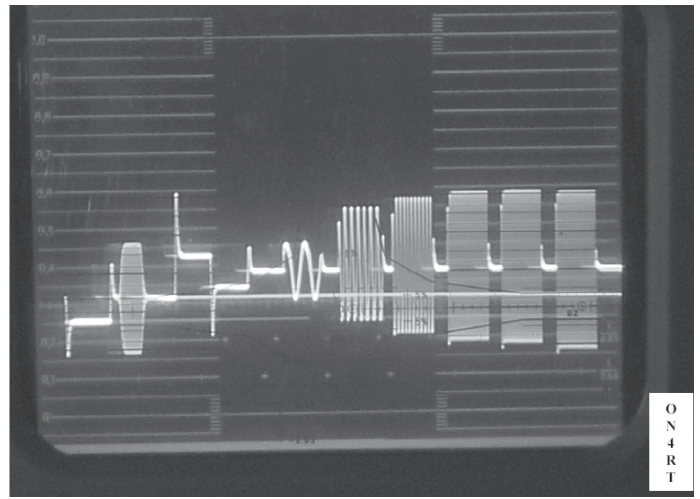


Fig. 14 Multiburst signaal na pré-emphasis. Let op de toename van de amplitude bij stijgende frequentie!

Fig. 14 Le signal multiburst après la préaccentuation. Notez l'augmentation d'amplitude lorsque la fréquence augmente!

modernes possèdent un dispositif de sélection de ligne intégré, mais un tel dispositif peut facilement être construit.

Ces signaux de tests appelés Vertical Insertion Test Signals (ou officiellement "Video Insert Test Signals, mais les deux appellations sont utilisées), sont aussi disponibles sur ON0ZTM.

Les lignes 17 et 18 sont pour nous les plus intéressantes, parce qu'elles peuvent nous fournir beaucoup d'informations sur le comportement de la chaîne vidéo. La ligne 22 est utilisée pour la mesure du rapport signal/bruit. Cette ligne au niveau du noir ne comporte pas d'information. Dans une bonne transmission, cette ligne doit être parfaitement pure et exempte de bruit. Les lignes 330 et 331 servent pour la mesure de précision de la phase du signal chrominance. Toutefois on aura besoin d'un vectorscope pour faire cette mesure. Il s'agit d'un appareil qui permet de donner la phase des différentes composantes de la chrominance, mais que l'on ne trouve pas dans tous les shack radio amateur.

ON4UB

UITZENDINGEN en FREQUENTIES EMISSIONS et FREQUENCES

Zondag 6/11 – 20/11 – 4/12 – 18/12/2005 (onder voorbehoud)
De Nederlandstalige uitzending vangt aan om 10 u lokale tijd

Dimanche 6/11 – 20/11 – 4/12 – 18/12/2005 (sous réserve)
L'émission francophone commence à 10h35 heure locale

Frequenties / Fréquences

3.625 KHz +/- QRM
Retinne, Liège: 144.625 KHz
Ronse: 144.650 KHz
Brussel: 432.650 KHz
Lille, Antwerpen: 432.675 KHz

QSL via het UBA QSL Bureau of via ON4KV Mario Vandervelde, Rankhove 3, B-1540 Herne.

De uitzendingen van ON4UB kunnen nabeluisterd worden via het internet. Zie de pagina UBA op www.uba.be.

QSL via UBA QSL Bureau ou via ON4KV Mario Vandervelde, Rankhove 3, B-1540 Herne.

Les émissions de ON4UB sont disponibles en format MP3. Voir la page UBA sur www.uba.be.

