

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 33 (1955)

Heft: 9

Artikel: Der Video-Verteilverstärker, Modell "Chasseral" = L'amplificateur de distribution vidéo, modèle "Chasseral"

Autor: Laett, Harry A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874245>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Der Video-Verteilverstärker, Modell «Chasseral»

Von Harry A. Laett, Bern

621.375.2:621.397.4

L'amplificateur de distribution vidéo, modèle «Chasseral»

Par Harry A. Laett, Berne

Zusammenfassung. Die videofrequente Übertragung von Fernsehsignalen erfordert Koaxialkabel niedrigen Wellenwiderstandes. Soll ein Videosignal gleichzeitig zwei oder mehreren Verbrauchern zugeführt werden, so bedingt das – da Koaxialkabel nicht einfach parallelgeschaltet werden können – die Zwischenschaltung eines Verteilverstärkers. Dieser hat ein normgemässes Videosignal entgegenzunehmen und gleichzeitig an mehrere, gleichwertige Verbraucher normenrichtig abzugeben.

Es wird der in der Schweiz in grossem Masse eingesetzte Video-Verteilverstärker beschrieben und die konstruktiven Merkmale erläutert.

Für den Aufbau und den Betrieb eines Fernsehnetzes werden an einzelnen Knotenpunkten (z. B. Studios, Sender, Richtstrahlrelais usw.) immer wieder Geräte gefordert, deren wesentliche Aufgabe die ist, ein Videosignal entgegenzunehmen und möglichst unverzerrt an mehrere gleichwertige Verbraucher, das heisst Geräte mit gleichem koaxialem Eingangspegel, weiterzugeben. Auf Grund der Tatsache, dass ein Videosignal ein sehr breites Frequenzband beansprucht, das sich von sehr tiefen Frequenzen (50 Hz) bis ins Gebiet der MHz erstreckt, sind sowohl Ein- wie Ausgänge an koaxiale Kabel anzupassen. Dabei gelten die heute in den meisten europäischen Ländern angenommenen Empfehlungen des CCIR und der UER, nämlich:

1. Kabelimpedanz 75 Ω ;
2. Kabelabschluss und Homogenität: -30 dB;
3. Pegel 1 V Spitze Weiss bis Spitze Synchronimpulse;
4. Verhältnis Bildsignal/Synchronsignal 70/30;
5. Polarität positiv (weiss positiv, Synchronisierungssignale negativ).

In einzelnen Ländern sind noch Apparate mit der veralteten Norm von 3 V SS an 150 Ω vorhanden.

Der Frequenz- und Phasengang richtet sich nach der im betreffenden Lande gültigen Fernschnorm, für die Schweiz also die 625-Zeilenorm.

In allen Fällen aber soll erst die hochfrequente FS-Rundfunkübertragung das die Qualität bestimmende (schwächste) Glied einer Übertragungskette sein. Alle übrigen Glieder sollen so ausgeführt sein, dass sie, auch bei mehrmaliger Hintereinanderschaltung (analog zum «Circuit fictif de référence» des CCIF), immer noch bessere Übertragungseigenschaften aufweisen als die für die Öffentlichkeit bestimmte hochfrequente Übertragung.

Im weiteren dürfen wir in der Schweiz die Tatsache nicht aus den Augen verlieren, dass eines unserer Nachbarländer eine Fernschnorm besitzt, die ein Frequenzband von über 10 MHz erheischt und wir, sei es im Transit, sei es bei bilateralem Programmaustausch, auch solche Signale zu übertragen haben.

Im Gegensatz zu Tonfrequenzverstärkern, wird von Videoverstärkern verlangt, dass sie die Zeitfunktion

Résumé. La transmission en vidéo des signaux de télévision exige des câbles à basse impédance caractéristique.

La distribution d'un signal vidéo à deux ou plusieurs points d'utilisation ne peut se faire par la simple connexion des câbles coaxiaux en parallèle. L'élément de couplage intermédiaire sera un amplificateur de distribution vidéo. Celui-ci permet de distribuer simultanément à plusieurs points d'utilisation un signal reçu, selon les normes.

Le présent article décrit et commente la construction de l'amplificateur de distribution vidéo, installé en grand nombre en Suisse.

La construction et l'exploitation d'un réseau de télévision exigera toujours des appareils à chaque point de liaison (respectivement: studio, émetteur, relais hertzien), dont la fonction est de retransmettre à plusieurs points d'utilisation, avec le moins de distorsion possible, un signal vidéo reçu.

Etant donnée la très large bande de fréquences qu'exige un signal vidéo, laquelle s'étend des très basses fréquences au domaine des mégacycles, il faut prévoir des adaptations aussi bien à l'entrée qu'à la sortie des câbles coaxiaux.

La plupart des pays européens admettent pour cela les recommandations du CCIR et de l'UER, à savoir:

1. Impédance du câble: 75 Ω
2. Terminaison et homogénéité: -30 dB.
3. Niveau 1 V c. à c. du blanc à l'impulsion de synchronisation.
4. Rapport signal image/signal de synchronisation: 70/30.
5. Polarité positive (blanc positif, impulsions de synchronisation négatives).

Dans quelques pays, il existe encore des appareils avec les anciennes normes de 3 V c. à c. et 150 Ω d'impédance.

La bande de fréquences et la phase dépendent des normes valables dans le pays considéré, ainsi pour la Suisse la norme de 625 lignes. La qualité d'une chaîne de transmission doit être seulement déterminée par l'émetteur de diffusion considéré comme l'élément limiteur. Tous les autres points de la chaîne doivent être conçus de telle manière que le signal transmis reste d'une qualité supérieure à la transmission HF destinée au public.

En outre, en Suisse, il ne faut pas perdre de vue qu'un de nos pays voisins possède une norme de télévision qui tend vers une bande passante de plus de 10 mégacycles. Nous serons donc appelés à transmettre, soit en transit, soit pour un échange bilatéral de programmes, des signaux correspondant à cette norme.

A l'opposé de l'amplificateur son, les amplificateurs vidéo doivent transmettre correctement la fonction de temps, c'est-à-dire que non seulement la bande de fréquences considérée est d'importance capitale, mais aussi la phase. Par contre, les exigences concernant

möglichst naturgetreu wiedergeben, das heisst nicht nur der Frequenzgang, sondern ebenso der Phasengang ist von grösster Bedeutung. Hingegen sind die Anforderungen an die Nichtlinearität nicht ganz so streng wie bei den für die Musikübertragung bestimmten Geräten. Immerhin darf die Steilheitsänderung des Verhältnisses Eingangs- zu Ausgangsspannung 10% nicht überschreiten, so dass im Hinblick auf die Asymmetrie des Videosignales auch in dieser Hinsicht doch recht strenge Anforderungen gestellt werden. Als Ergänzung zu den vorerwähnten Bedingungen über die Linearität wird noch verlangt, dass das Bild/Synchronverhältnis sich bei beliebiger Änderung des Bildinhaltes um nicht mehr als 3% vom Sollleistungswert unterscheidet.

Auf Grund vorstehender Überlegungen wurden für die Entwicklung eines Video-Verteilverstärkers (VVV) folgende Postulate aufgestellt:

1. Jeder Ausgang des VVV soll als Stromgenerator ausgebildet sein (Möglichkeit der Parallelschaltung für doppelten Pegel; Kabelimpedanz bei tiefen Frequenzen);
2. Gleichstromfreier Ausgang, auch im nichtabgeschlossenen Zustand;
3. Der Eingang des VVV soll sowohl für 75 Ω als auch 150 Ω Abschluss ausgebildet sein; ebenso soll auch Brückenschaltung zum Schlaufen mehrerer VVV nebeneinander möglich sein. In allen Fällen muss die Echodämpfung grösser als 30 dB sein;
4. Die Gesamtverstärkung beträgt normalerweise eins; jedoch ist eine Reserve von 10 dB vorzusehen; auch die Möglichkeit, kontinuierlich bis auf Null zurückzugehen (Studiobetrieb mit reinem BA-Signal) ist vorzusehen;
5. Bandbreite 10 MHz \pm 1 dB bei genügender Linearität (10% Steilheitsänderung, bzw. <3% Synchronverhältnisänderung);
6. Tiefenkomensation für Dachschräge <2% bei 50 Hz Rechtecksignal;
7. Stabilisiertes Netzgerät im Hinblick auf Brummfreiheit (asynchroner Bildwechsel) und Netzspannungsschwankungen;
8. Pegelanzeige für Parallelbetrieb von mehreren Verstärkern;
9. Herausgeführte Testpunkte, ohne Beeinträchtigung der Übertragung;
10. Schlaufenspeisung auch für das Netz (mit gleichen oder andern Geräten);
11. Einbaumöglichkeit in Normalrack (19").

Auf Grund dieser Postulate ergibt sich ein Aufbau, der in vier wesentliche Teile zerfällt:

- a) Eingangsstufe mit oder ohne Kabelabschluss, Tiefenkomensation;
- b) Gegengekoppelter Verstärker mit sehr niedriger Speiseimpedanz als Treiber der Endstufen (Verstärkung 21 dB);
- c) Vier gitterseitig parallelgeschaltete Endstufen mit stromgegengekoppelten Pentoden;
- d) Stabilisiertes Netzgerät.

les distorsions de linéarité sont moins poussées que pour les appareils destinés aux transmissions musicales. Toutefois, compte tenu de l'asymétrie du signal vidéo, les exigences pour la distorsion en linéarité sont assez sévères; celles-ci ne doivent pas excéder 10% entre l'entrée et la sortie. De plus, le rapport signal image/signal de synchronisation ne doit pas varier de plus de 3% de la valeur prescrite, ceci pour n'importe quel contenu de l'image. Partant de ces considérations, le cahier des charges pour les amplificateurs de distribution vidéo a été établi comme suit:

1. La sortie de chaque amplificateur de distribution vidéo doit être conçue comme un générateur de courant. (Possibilité de doubler le niveau de sortie par branchement en parallèle, impédance du câble pour les basses fréquences.)
2. Sortie sans courant continu, même en l'absence de charge.
3. L'entrée doit être adaptée aussi bien pour 75 Ω que pour 150 Ω . En outre, un branchement en pont pour l'utilisation de plusieurs amplificateurs de distribution vidéo doit être possible. Dans tous les cas la réflexion doit être plus petite que 30 dB.
4. L'amplification totale doit être normalement de l'unité. Cependant une réserve de 10 dB doit être prévue ainsi que la possibilité de régler le niveau d'une manière continue jusqu'à zéro. (Fonctionnement en studio avec un signal comportant uniquement l'image et la suppression de retour.)
5. Bande passante de 10 mégacycles \pm 1dB avec une linéarité suffisante. (10% de variation de pente, respectivement <3% pour une variation du rapport de synchronisation.)
6. Compensation pour les basses fréquences. Déclivité des paliers d'impulsion pour des signaux rectangulaires 50 Hz, <2%.
7. Alimentation stabilisée pour éviter le ronflement (fréquence de trame asynchrone) et fluctuation du secteur.
8. Contrôle du niveau pour le fonctionnement en parallèle de plusieurs amplificateurs de distribution vidéo.
9. Points de test accessibles sans perturber la transmission.
10. Possibilité de brancher au même secteur plusieurs amplificateurs de distribution vidéo, ou avec d'autres appareils.
11. Possibilité de montage en rack normal de 19".

Sur la base de ce cahier des charges, il ressort les quatre points essentiels suivants pour la construction:

- a) étage d'entrée avec ou sans adaptation d'impédance, compensation des basses fréquences;
- b) amplificateur à contre-réaction avec une impédance interne très faible, pour l'attaque de l'étage final (amplification 2 dB);
- c) quatre étages de sortie avec grille en parallèle constitués par des pentodes montées avec une contre-réaction de courant;
- d) alimentation stabilisée.

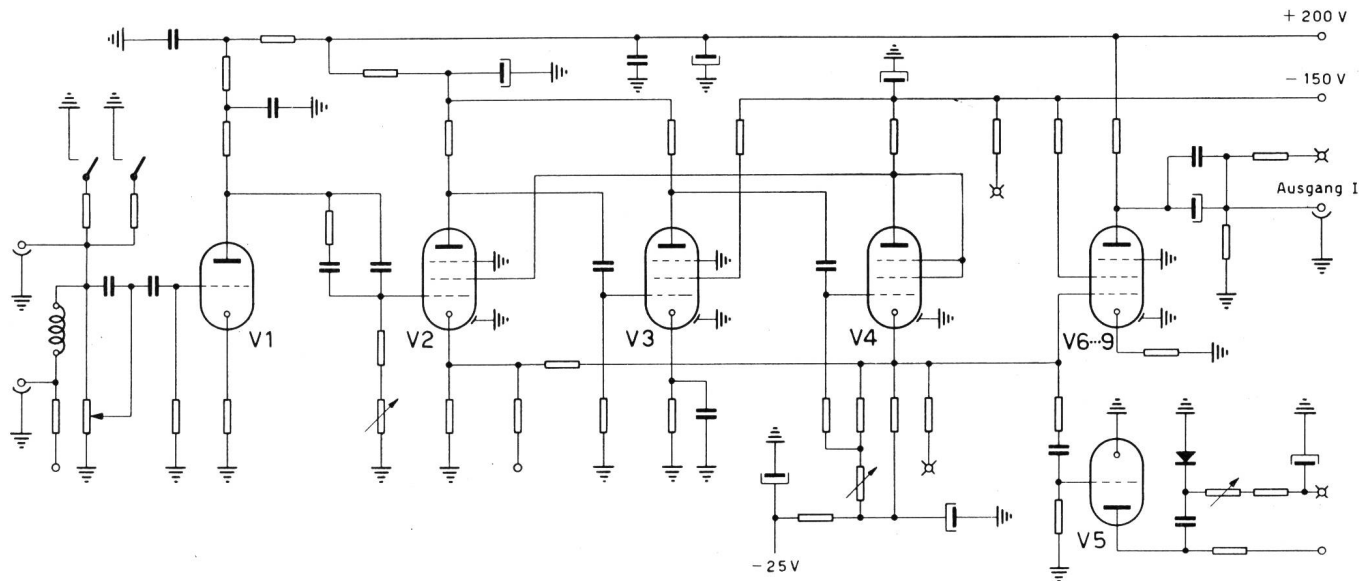


Fig. 1. Schema des Verstärkerzuges — Schéma de la partie amplificateur

Zu den einzelnen Stufen ist folgendes zu bemerken: Für die Eingangsschaltung ergeben sich die strengsten Anforderungen im Falle der Brückenspeisung (geschlaftes Koaxialkabel). Zur Kompensation der Eingangskapazität wird eine Induktivität in Serie mit dem Koaxialkabel geschaltet, deren Wert, um eine Umschaltung zu vermeiden, bei der höheren Kabelimpedanz eine leichte Unterkompensation aufweist, während für den Fall der normierten Impedanz von 75Ω eine Anpassung mit einem $Q = 1.58$ gewährleistet ist. Eine solche Kompensation entspricht der Pupinisierung von Telephonkabeln; es ist daher Sorge zu tragen, dass das damit entstehende Tiefpassfilter nicht etwa eine zu geringe Grenzfrequenz aufweist.

Die Tiefenkorrektur basiert auf der Anwendung von zwei inversen Netzwerken: Integrierendes RC-Netzwerk und differenzierendes RC-Netzwerk in Serieschaltung, wobei die Elemente so bemessen sind, dass auch andere im Verstärkungszug liegende Netzwerke solchen einfachen Typs (Entkopplungs- bzw. Kopplungsglieder) kompensiert werden können. Der Abgleich geschieht am einfachsten mit einem 50-Hz-Rechtecksignal, wobei auf minimale Dachschräge (weder steigend noch fallend) abgestimmt wird (vgl. Figur 1).

Der gegengekoppelte Teil des Verstärkers umfasst die Röhren V2, V3 und V4 und enthält zwei Schleifen, von denen die erste (Kathoden V2 und V4) einen geraden Frequenzgang aufweist, während die zweite (Anode V4-Schirmgitter V2) eine mit zunehmender Frequenz ansteigende Kurve ergibt. Diese wird so gewählt, dass die nicht kompensierten Stufen V1a und V5...V8 ausgeglichen werden. Auf diese Weise wird ein Frequenzgang erhalten, der flach bis 10 MHz verläuft und eine Überschwingfrequenz von >15 MHz aufweist. Die Steigzeit beträgt dabei $50 \mu\text{s}$ bei einem Überschwingen von $<4\%$.

Pour les différents étages, on peut faire les remarques suivantes:

Pour le branchement d'entrée, les exigences sont les plus sévères dans le cas d'une alimentation en pont (câbles coaxiaux omnibus). Pour la compensation de la capacité d'entrée, on montera des inductivités en série avec le câble coaxial, dont les valeurs seront telles que pour éviter une commutation, il subsiste une faible sous-compensation, même pour une impédance de câble plus élevée.

Pour les câbles à impédance normalisée 75Ω , une adaptation est assurée avec un $Q = 1.58$. Une telle compensation correspond à une pupinisation des câbles téléphoniques, c'est pourquoi il faut prendre garde que la fréquence limite de cet élément considéré comme un filtre passe-bas, ne soit pas trop basse.

La compensation des basses fréquences est basée sur une application de deux circuits inverses: un circuit intégrateur RC et un circuit différenciateur RC montés en série, dont les éléments sont dimensionnés de telle sorte que même d'autres circuits du même type simple, se trouvant dans le circuit d'amplification, peuvent être compensés (circuits de couplage et de découplage). Le réglage de ces circuits se fait avec des signaux rectangulaires à 50 Hz, pour une déclivité minimum des paliers d'impulsion.

La partie contre-réaction de l'amplificateur comprenant les tubes V2, V3 et V4 est constituée par deux circuits dont le premier (cathodes V2 et V4) possède une courbe de fréquence droite et le deuxième (anode V4 grille écran V2) une courbe ascendante vers les hautes fréquences. Cette courbe sera choisie de telle façon que les étages non compensés V1a et V5...V8 soient corrigés. Ainsi, on obtient une bande de fréquences qui reste plate jusqu'à 10 mégacycles et dont la fréquence de dépassement est >15 MHz. Le temps de montée sera ainsi de $50 \mu\text{s}$ avec un dépassement de moins de 4% .

Die Gesamtverstärkung eines derart gegengekoppelten Verstärkers ist, sofern die Verstärkung im nicht-gegengekoppelten Zustand gross ist, gegenüber dem Verhältnis Ausgangsspannung zu zurückgeführter Spannung in erster Näherung unabhängig vom Werte der Anodenwiderstände in den einzelnen Stufen. Sie ist gegeben durch den Ausdruck

$$a_0 = \frac{1 + \sqrt{2}}{4 \pi^2 f_{-3}^2} g^2,$$

f_{-3} = Grenzfrequenz für 3 dB Abfall

a_0 = Gesamtverstärkung

$$g = \text{Röhrengüte} = \frac{S}{C_{\text{tot}}} = \frac{\text{Steilheit}}{\sum \text{aller Ein- und Ausgangskapazitäten}}$$

also in erster Linie abhängig von der Röhrengüte g . Immerhin sind der Grösse des Anodenwiderstandes Grenzen gesetzt, indem einerseits die Schlaufenverstärkung genügend gross sein muss, andererseits die Röhren nicht über den linearen Teil ihrer Kennlinien ausgefahren werden dürfen. Die Ausgangsstufe des gegengekoppelten Verstärkers benützt eine Kathodenstufe, um einerseits eine direkte Ankopplung (ohne RC-Glieder) an die vier Ausgangsröhren mit ihrer grossen kapazitiven Belastung und andererseits eine gleichstrommässige Gegenkopplungsschleife bei gleichzeitig richtiger Vorspannung der Endröhren zu ermöglichen.

Die Pentoden-Endstufen sind in der Kathode durch Stromgegenkopplung gegen Unterschiede zwischen den einzelnen Charakteristiken stabilisiert. Dabei wird ebenfalls erreicht, dass diese Röhren in erster Linie mit automatischer Gittervorspannung arbeiten, was bei Röhren mit grosser Steilheit bei relativ kurzer Gitterkennlinie von Vorteil ist.

Das Ausgangsnetzwerk verwendet Schutzwiderstände gegen Erde, damit auch im nicht-abgeschlossenen Zustand die gleichstrommässigen Betriebsbedingungen der Elektrolytkondensatoren (die für die hohen Frequenzen mit induktivitätsfreien keramischen Kondensatoren überbrückt sind) eindeutig festgelegt sind. Jeder Ausgang ist für Kontrollzwecke über ein Entkopplungsglied zugänglich.

Ausser der Möglichkeit, Kabel durch Parallelschalten von zwei Ausgängen mit mehr als dem Normalpegel zu beaufschlagen, ist es bei gewissen Anwendungen (Speisung sehr langer Videoleitungen) zur Verhütung mehrmaliger Reflexionen von Vorteil, auch das Generatorenende mit der Kabelimpedanz abzuschliessen, wobei dann ebenfalls zwei Ausgänge parallel geschaltet werden und das Kabel an beiden Enden mit 75Ω abgeschlossen wird.

Für die Schaltung für die Pegelanzeige verwendet man eine separate Triode, die eingangsseitig parallel zu den Gittern der Endröhren liegt, um so nicht von einem einzigen Ausgang und damit von dessen Abschlusszustand abhängig zu sein. Da es sich um eine rein relative Pegelanzeige handelt, geschieht die Ankopplung

L'amplification totale d'un tel amplificateur à contre-réaction est en première approximation indépendante de la valeur des résistances de charge anodique, pourvu que l'amplification dans le stade de non-contre-réaction soit plus grande que le rapport de la tension de sortie à la tension de contre-réaction. Elle est donnée par la formule suivante:

$$a_0 = \frac{1 + \sqrt{2}}{4 \pi^2 f_{-3}^2} g^2,$$

f_{-3} = fréquence où l'amplification est tombée de 3 dB

a_0 = amplification totale

$$g = \text{facteur de qualité du tube} = \frac{S}{C_{\text{tot}}} = \frac{\text{pente}}{\sum \text{toutes capacités entrée et sortie}}$$

L'amplification totale dépend en première ligne du facteur de qualité du tube g ; la valeur des résistances anodiques est tout de même limitée, d'une part l'amplification doit être suffisante, d'autre part les tubes doivent travailler dans la partie linéaire de leur caractéristique. L'étage de sortie de l'amplificateur à contre-réaction est constitué par un étage cathodique pour permettre un couplage direct (sans élément RC) aux quatre tubes de sortie avec leur charge capacitive importante, et, de plus, pour permettre une contre-réaction du courant continu assurant une polarisation correcte des tubes de sortie.

Les pentodes de sortie sont stabilisées par une contre-réaction dans les cathodes pour éviter des différences dues aux inégalités de caractéristique. Cette méthode offre l'avantage que ces tubes travaillent avec une polarisation automatique de grille, ce qui est avantageux pour les tubes à grande pente et avec une caractéristique de grille relativement courte.

Le circuit de sortie comporte des résistances de protection contre la masse pour assurer, même dans l'état non chargé, le fonctionnement normal des condensateurs électrolytiques (qui sont doublés par des

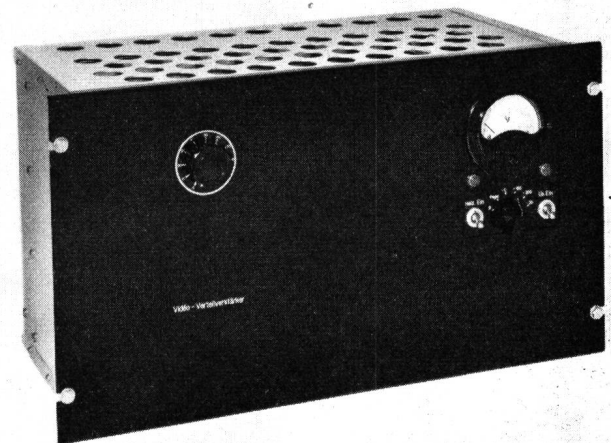


Fig. 2. Ansicht des Verteilverstärkers
Vue de l'amplificateur de distribution

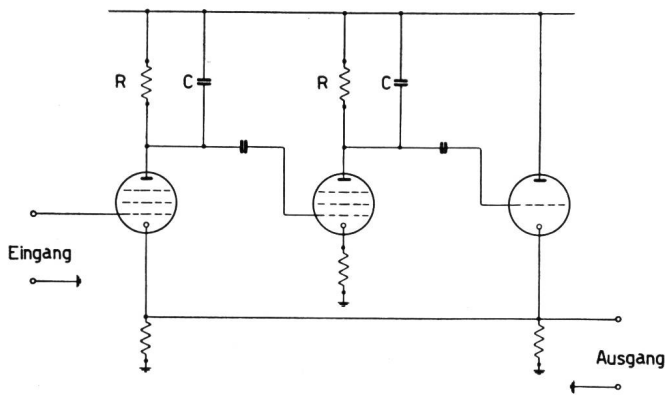


Fig. 3. Prinzipschema des gegengekoppelten Tripels
Principe de l'amplificateur triple à contre-réaction

lung wiederum über ein Trennnetzwerk. Bei Betrieb nur eines VVV dient die Anzeige in erster Linie zur Überwachung des Gerätes und der damit in Verbindung stehenden Leitung. Bei Parallelbetrieb von mehreren VVV braucht man, dank dieser Anzeige, mit Hilfe des Oszillographen nur einen Verstärker auf den Normalpegel einzustellen, während die weiteren Geräte nach Instrument eingestellt werden können. Diese Eigenschaft ist besonders bei Umschaltungen von einem Eingangssignal auf ein anderes von grossem Nutzen.

Das durch die Röhren V9 und V10 elektronisch stabilisierte Anodenspeisegerät (Gleichstromverstärker mit zwei Trioden in Kaskade und Präzisionsstabilisieröhre V11 in Verbindung mit der Serienröhre V9) immunisiert den VVV einerseits gegen Netzspannungsschwankungen und gewährleistet andererseits eine genügende Brummfreiheit. Die reduzierte Spannung von 150 V wird durch die Kathodenstufe V12 mit genügend kleinem Innenwiderstand ($\approx 1/S$) erzeugt.

Das für die Pegelanzeige benützte Drehspulinstrument wird durch Umschaltung gleichzeitig zur Kontrolle der wichtigsten Betriebsspannungen verwendet, während andere Messpunkte sekundärer Bedeutung durch an der Rückwand angebrachte Buchsen leicht zugänglich sind.

Die Netzprimärseite verfügt über eine direkte Abzweigung auf eine am Gerät angebrachte Normalsteckdose, um bei Rackaufbau mit gleichen oder anderen Geräten sofort auch die Netzzuführung ohne besonderen Verteiler zu ermöglichen.

Appendix

Berechnung der Verstärkung und des Frequenzbandes eines dreistufigen, gegengekoppelten RC-Verstärkers.

Wir gehen aus von einem vereinfachten Schema gemäss Figur 3 und treffen folgende Annahme:

1. Die R und C in den beiden ersten Anodenkreisen sind gleich;
2. Der Kathodenverstärker sei ideal, das heisst seine Verstärkung sei gleich eins.

capacités céramiques non inductives pour les HF). Chaque sortie est accessible pour un contrôle, à travers une cellule de découplage.

Outre la possibilité de brancher deux sorties en parallèle sur un câble pour augmenter le niveau normal, il est souvent avantageux (alimentation de câbles vidéo très longs) de fermer la sortie du générateur avec une résistance correspondant à l'impédance du câble, pour éviter des réflexions. A cet effet, on connecte en parallèle deux sorties et on termine le câble des deux côtés avec 75Ω .

Le contrôle du niveau est assuré par une triode séparée qui est branchée en parallèle avec les entrées des tubes de sortie, pour être indépendant d'une seule sortie et ainsi de son état d'adaptation. Étant donné qu'il s'agit uniquement d'un niveau relatif, la liaison de la triode se fait par une cellule de découplage. Dans le cas de fonctionnement d'un seul amplificateur de distribution vidéo, le contrôle sert en premier lieu à la surveillance de l'appareil et de la ligne connectée.

Lors d'un fonctionnement en parallèle de plusieurs amplificateurs de distribution vidéo, il est nécessaire, grâce à ce contrôle, de régler un seul amplificateur à l'aide d'un oscillographe sur le niveau normal. Les autres appareils pourront être réglés d'après l'instrument. Cette possibilité est particulièrement utile dans le cas de commutation d'un signal d'entrée à un autre.

L'alimentation stabilisée électroniquement, tubes V₉ et V₁₀ (amplificateur à courant continu avec deux triodes en cascade et tube de stabilisation précis, V₁₁, en connexion avec un tube série V₉), protège l'amplificateur de distribution vidéo contre les fluctuations de tension du secteur et, d'autre part, assure la suppression du ronflement. La tension réduite de 150 volts est obtenue par l'étage cathodique V₁₂ avec une faible résistance interne (environ 1/s).

L'instrument à cadre mobile employé pour le contrôle du niveau peut être commuté pour le contrôle des tensions importantes. Les autres points de mesure d'importance secondaire sont facilement accessibles par les fiches montées sur le panneau arrière. Le primaire du transformateur d'alimentation est connecté avec une prise secteur normale pour permettre le branchement en parallèle avec d'autres appareils sans avoir recours à un distributeur spécial pour le secteur.

Appendice

Calcul de l'amplification et de la bande passante d'un amplificateur à contre-réaction ayant trois étages.

Nous partons du schéma simplifié selon figure 3 et nous supposons les faits suivants:

1. Les R et les C dans les deux premiers circuits anodiques sont équivalents.
2. L'étage cathodique est idéal, c'est-à-dire son amplification égale l'unité.

Mit den Bezeichnungen

$\Omega = \omega RC$
 $\omega = 2\pi f =$ Kreisfrequenz
 $V_0 = SR =$ Verstärkung pro Stufe bei tiefen Frequenzen
 $S =$ Steilheit
 $C =$ Summe aller Parallelkapazitäten
 $\mu =$ Gesamtverstärkung ohne Gegenkopplung
 $a =$ Gesamtverstärkung mit Gegenkopplung
 $\beta =$ Gegenkopplungsverhältnis

wird:

$$\mu = \frac{V_0^2}{(1 + j\Omega)^2}$$

$$a = \frac{\mu}{1 + \beta\mu} = \frac{V_0^2}{(1 + j\Omega)^2 \left\{ 1 + \beta \frac{V_0^2}{(1 + j\Omega)^2} \right\}}$$

$$= \frac{V_0^2}{(1 + j\Omega^2 + \beta V_0^2)} = \frac{V_0^2}{1 - \Omega^2 + \beta V_0^2 + 2j\Omega}$$

$$|a|^2 = \frac{V_0^4}{(1 - \Omega^2 + \beta V_0^2)^2 + 4\Omega^2}$$

$$= \frac{V_0^4}{(1 + \beta V_0^2)^2 + 2\Omega^2(1 - \beta V_0^2) + \Omega^4}$$

Nun fragen wir nach derjenigen Frequenz, bei der die Verstärkung um -3 dB gesunken ist:

$$|a|(\Omega_{-3}) = \frac{1}{2} |a|^2(\Omega = 0) = \frac{1}{2} a_0^2$$

$$2(1 + \beta V_0^2)^2 = (1 + \beta V_0^2)^2 + 2\Omega_{-3}^2(1 + \beta V_0^2)$$

$$+ \Omega_{-3}^4 \Omega_{-3}^2 = \beta V_0^2 - 1 + \sqrt{2} \sqrt{1 + \beta^2 V_0^4}$$

mit $V_0 = SR$ und $\Omega = \omega RC = \frac{\omega SR}{g}$, wobei

wir $g = \frac{S}{C}$ (Röhrgüte) eingeführt haben,

erhalten wir nun

$$\left(\frac{\omega_{-3} SR}{g} \right)^2 = \frac{S^2 R^2}{a_0} - 1 + \sqrt{2} \sqrt{1 + \left(\frac{S^2 R^2}{a_0} - 1 \right)^2}$$

Wir dürfen nun annehmen, dass $\frac{S^2 R^2}{a_0} = \frac{V_0^2}{a_0} \gg 1$

ist ($\mu \gg 1$ und $\mu \gg \frac{1}{\beta}$) und vereinfachen deshalb auf

$$f_{-3} = \frac{\omega_{-3}}{2\pi} = g \frac{\sqrt{1 + \sqrt{2}}}{2\pi \sqrt{a_0}}$$

das heisst, die eben definierte Grenzfrequenz wird in erster Näherung unabhängig vom Belastungswiderstand R der beiden ersten Stufen; mit andern Worten: es folgt einer Erhöhung von R eine solche von V_0 , womit aber, um a_0 konstant zu halten, das Gegenkopplungsverhältnis vergrössert werden muss. Alle diese Überlegungen gelten jedoch nur so lange, als die Röhrenkennlinien nicht übersteuert werden.

Avec les abréviations suivantes:

$\Omega = \omega RC$
 $\omega = 2\pi f =$ fréquence du circuit
 $V_0 = SR =$ amplification par étage pour les basses fréquences
 $S =$ pente
 $C =$ somme des capacités parallèles
 $\mu =$ amplification totale sans contre-réaction
 $a =$ amplification totale avec contre-réaction
 $\beta =$ facteur de contre-réaction

soit:

$$\mu = \frac{V_0^2}{(1 + j\Omega)^2}$$

$$a = \frac{\mu}{1 + \beta\mu} = \frac{V_0^2}{(1 + j\Omega)^2 \left\{ 1 + \beta \frac{V_0^2}{(1 + j\Omega)^2} \right\}}$$

$$= \frac{V_0^2}{(1 + j\Omega^2 + \beta V_0^2)} = \frac{V_0^2}{1 - \Omega^2 + \beta V_0^2 + 2j\Omega}$$

$$|a|^2 = \frac{V_0^4}{(1 - \Omega^2 + \beta V_0^2)^2 + 4\Omega^2}$$

$$= \frac{V_0^4}{(1 + \beta V_0^2)^2 + 2\Omega^2(1 - \beta V_0^2) + \Omega^4}$$

Maintenant nous cherchons la fréquence à laquelle l'amplification est tombée de -3 dB:

$$|a|(\Omega_{-3}) = \frac{1}{2} |a|^2(\Omega = 0) = \frac{1}{2} a_0^2$$

$$2(1 + \beta V_0^2)^2 = (1 + \beta V_0^2)^2 + 2\Omega_{-3}^2(1 + \beta V_0^2)$$

$$+ \Omega_{-3}^4 \Omega_{-3}^2 = \beta V_0^2 - 1 + \sqrt{2} \sqrt{1 + \beta^2 V_0^4}$$

avec $V_0 = SR$ et $\Omega = \omega RC = \frac{\omega SR}{g}$, ayant

admis $g = \frac{S}{C}$ (qualité du tube)

nous obtenons

$$\left(\frac{\omega_{-3} SR}{g} \right)^2 = \frac{S^2 R^2}{a_0} - 1 + \sqrt{2} \sqrt{1 + \left(\frac{S^2 R^2}{a_0} - 1 \right)^2}$$

on peut admettre que $\frac{S^2 R^2}{a_0} = \frac{V_0^2}{a_0} \gg 1$

est ($\mu \gg 1$ et $\mu \gg \frac{1}{\beta}$) et c'est pourquoi nous simplifions sur

$$f_{-3} = \frac{\omega_{-3}}{2\pi} = g \frac{\sqrt{1 + \sqrt{2}}}{2\pi \sqrt{a_0}}$$

c'est-à-dire la fréquence limite définie ci-dessus sera pour une première approximation indépendante de la résistance de charge R des deux premiers étages; en d'autres termes, une augmentation de R a pour résultat d'accroître V_0 . Ainsi pour tenir constant a_0 , le facteur de contre-réaction doit être augmenté. Toutes ces remarques sont valables seulement pour le cas où les caractéristiques des lampes ne sont pas saturées.