

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 40 (1949)  
**Heft:** 17

**Artikel:** La televisione subacquea con ultrasuoni  
**Autor:** Federici, M.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1060715>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 24.01.2026

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

transmettre simultanément l'exploration à larges bandes de films destinés à la projection sur grands écrans. Enfin, la fig. 10 montre une combinaison de l'idée du câble coaxial européen prévu par le CCIF pour 1952 avec la transmission par stratovision de programmes internationaux.

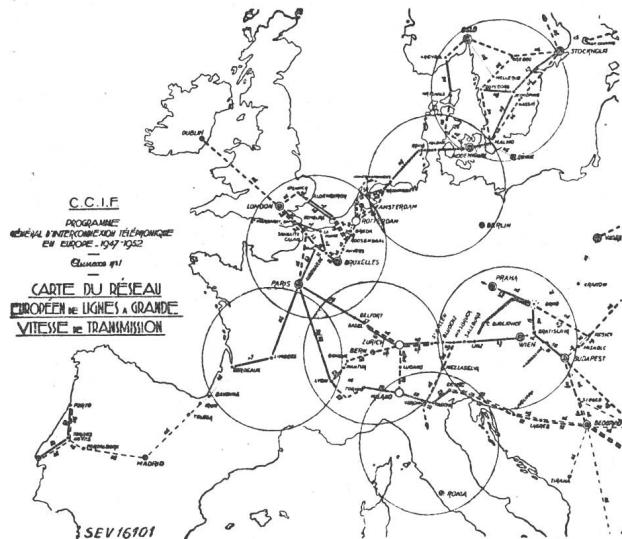


Fig. 10

Stratovision avec échanges internationaux de programmes possible en Europe avec 7 avions en tenant compte du câble coaxial prévu par le CCIF (1947-1952)

## IX. Prochains buts et remerciements

Il n'y a que 3 ans que le développement de la stratovision a commencé. Ce qu'il faut pour le terminer, c'est d'augmenter la sécurité de l'antenne portée à grande altitude. Monsieur van Zelm, Chef-construciteur de Glenn L. Martin Co., qui construit le nouvel avion type 2-0-2 à cabine large, capable de voler relativement lentement à grande altitude, ne pense pas que les problèmes, que posent les stratovisions, soient difficiles à résoudre actuellement. Il estime au contraire que cette nouvelle application de l'avion donne un service de plus à ajouter à ceux que rend déjà l'aviation.

Voici quelques caractéristiques de cet avion 2-0-2. Equipé pour vol par tout temps et prévu pour le premier service de stratovision, dont la concession a été demandée à la FCC, son poids sera de 16 tonnes dont 5 d'essence. Avec ses 2 moteurs Pratt and Whitney R-2800, il est capable d'élèver plus de 3 tonnes utiles, dont un équipage technique de 4 hommes. Il montera en 32 minutes à 8000 mètres et pourra croiser à une vitesse réduite dans un cercle de 10 km de diamètre. Son équipement, qui comprend une réserve de 100%, inclus les radars de navigation, l'atterrissement sans visibilité, la protection contre le givre, le chauffage, la climatisation et le réglage des pressions d'air de la cabine.

Pour terminer, nous ne voudrions pas manquer de remercier ici la Westinghouse Electric Co., qui nous a donné l'occasion d'être à Pittsburgh lors des premières démonstrations de la stratovision, et de vous remercier d'avoir pu vous exposer les beaux travaux d'une équipe enthousiaste au service d'une grande idée.

### Adresse de l'auteur:

E. J. Aubort, Ingénieur-conseil, Goldauerstrasse 34, Zurich 6.

## Apport à la discussion

Par E. Labin, Nutley, USA

La Stratovision ne présente plus aucune difficulté, qui ne serait pas à surmonter. Les essais de la Westinghouse Electric Co. ont démontré que la Stratovision est possible et que seule la partie aérotechnique (technics of flying) et surtout l'influence du temps qu'il fait sur l'avion, porteur de l'émetteur,

est encore problématique. Nous verrons comment ces difficultés seront résolues par la suite.

### Adresse:

E. Labin, Technical Director, Federal Telecommunication Laboratories, Inc., Nutley, N. J., USA.

## La Televisione subacquea con Ultrasuoni

Di M. Federici\*, Milano

534.321.9 : 621.397.5

Già da molto tempo la tecnica ha cominciato ad estendere il campo di sensibilità dell'occhio umano. Prima i raggi X e i raggi ultrarossi, poi le onde elettromagnetiche, poi le vibrazioni elettromagnetiche di lunghezza d'onda ancora più breve furono successivamente scoperte insieme con i mezzi per renderle sensibili a noi. L'occhio non solo ci rivela la presenza di onde luminose, ma ci permette di percepire delle immagini del mondo esterno dovute alle onde stesse. Anche per le onde elettromagnetiche che noi non percepiamo, la tecnica trovò sistemi di lenti che permettessero di creare delle immagini e farcele percepire, ma su questa via trovò ben presto delle limitazioni. Infatti la possibilità di formazione di immagini di onde elettromagnetiche dipende non solo dalla possibilità di rilevarle, ma anche dalla possibilità di costruire dei sistemi ottici (od equivalenti di questi) che diano l'immagine. Tale possibilità dipende da molti fattori, ma soprattutto dalla lunghezza d'onda: bisogna che questa sia piccola rispetto alle dimensioni degli oggetti che si rivelano e del sistema ottico.

Fu quindi possibile formare immagini con i raggi X e creare dei sistemi ottici per i raggi ultrarossi e in seguito per le onde radio di lunghezza minore. Per le onde radio di maggiore lunghezza questo non è stato ancora possibile od opportuno e lo sarà difficilmente: si può parlare di immagini e di visione solo per lunghezze d'onda piccole.

Lunghezze d'onda più grandi possono solo essere rivelate, ma non è possibile per ora ottenere con esse immagini.

La natura che ha creato i nostri organi sensori ha affidato all'occhio umano il compito di essere l'organo a percezione spaziale e gli ha dato una sensibilità limitata ad onde molto piccole e con spiccatissime proprietà direttive il che ci permette con un sistema ottico di piccole dimensioni qual'è quello dell'occhio umano, la formazione di immagini di oggetti di dimensioni non microscopiche, mentre ha dato relativamente meno peso al riconoscimento delle diversità di lunghezza delle onde impiegate nella visione.

Senza voler misconoscere l'importanza del colore nella visione, basta accennare alla diffusione del cinematografo per riconoscere che anche la visione con luce monocromatica non toglie molto alle proprietà ricettive dell'organo della visione.

L'occhio non è però il solo nostro organo sensibile a vibrazioni. L'orecchio è a sua volta l'altro organo che percepisce vibrazioni, non più di natura elettromagnetica, ma di natura elastica. Le vibrazioni sonore sensibili hanno grande lunghezza d'onda, rispetto agli oggetti comuni, e non è possibile quindi la formazione di immagini. Il nostro orecchio infatti non ci dà una percezione acustica spaziale del mondo esterno, è solo un rivelatore. In compenso è sensibile ad una estesa gamma di frequenze e ci permette l'analisi armonica dei suoni complessi.

Sarebbe infatti praticamente annullata l'utilità dell'impiego dell'udito qualora le nostre orecchie fossero sensibili soltanto ad una sola frequenza della gamma acustica. La funzione dell'udito è affidata invece soprattutto al potere di analisi delle frequenze dei suoni che i nostri organi auditivi compiono e modeste sono le nostre possibilità di giovarci nel percepire il mondo esterno delle proprietà direttive delle onde sonore, che del resto sono in generale scarse.

\* Discorso tenuto di M. Ferrario, Ing., Segretario Tecnico del Comitato Nazionale Tecnico di Televisione, via Marconia 72, Milano.

I mezzi tecnici di rivelazione e di formazione delle immagini nel campo delle onde elettromagnetiche e delle onde sonore che hanno creato per noi delle possibilità inaspettate hanno messo in particolare enfasi queste due diverse proprietà dell'occhio e dell'orecchio. Le onde elettromagnetiche di grande lunghezza sono della stessa natura delle onde luminose, ma noi le riveliamo portando l'uscita del ricevitore ad una cuffia perché l'orecchio che è un eccellente mezzo di analisi, ci permette una buona discriminazione fra le diverse lunghezze d'onda. Con le onde elettromagnetiche di piccola lunghezza usate nei radar, noi formiamo un'immagine del mondo esterno che viene percepita dall'occhio che esamina l'immagine che esse danno sul tubo a raggi catodici.

A queste possibilità dateci dalla tecnica, un'altra se ne è aggiunta recentemente, che fa sì che noi possiamo ormai impiegare indifferentemente l'orecchio per analizzare onde elettromagnetiche e l'occhio per vedere immagini di onde sonore e che la distinzione fra i due modi di percezione è dovuta solo alla lunghezza d'onda impiegata e non alla natura dell'onda.

Mi riferisco qui alla tecnica della formazione d'immagini per mezzo degli ultrasuoni.

E' noto che la tecnica di emissione di suoni di elevata frequenza si è andata sempre più perfezionando. Già da molti anni sono state impiegate le proprietà dei quarzi piezoelettrici per la produzione di suoni. Se si applica ad un quarzo piezoelettrico una tensione elettrica oscillante in modo che la direzione del campo coincida con la direzione dell'asse piezoelettrico, il quarzo viene compresso per una semionda e dilatato nell'altra. Si ottengono così delle vibrazioni elastiche che raggiungono un massimo quando la frequenza della tensione applicata coincide con la frequenza di risonanza meccanica del quarzo. La forma più comune che si dà al quarzo è di una piastrina o di un dischetto, fra le superfici opposte del quale è applicata la tensione. Il quarzo vibra allora approssimativamente come una barra la cui lunghezza è eguale allo spessore  $S$  del quarzo. La frequenza di risonanza propria del quarzo e quindi la frequenza  $f$  alla quale è massima l'emissione di energia sonora è facilmente calcolabile con la formula:

$$f = \frac{1}{2S} \sqrt{\frac{c}{d}}$$

dove  $c$  è il modulo elastico caratteristico per la direzione e il modo di oscillazione scelto e  $d$  è la densità del quarzo.

Il valore di  $c$  non è molto distante da  $85 \cdot 10^{10}$  dine/cm<sup>2</sup> ed essendo  $d = 2,65$  g/cm<sup>3</sup> se si è espresso  $S$  in cm:

$$f = \frac{285500}{S} \text{ Hz}$$

Con uno spessore del quarzo sufficientemente piccolo si possono quindi ottenere lunghezze d'onda piuttosto brevi. I primi emettitori basati su questo sistema furono quelli del Langevin che riusciva ad emettere suoni di frequenza intorno a 50 000 Hz, lunghezza d'onda in acqua 3 cm e in aria 0,6 cm circa. Evidentemente è una lunghezza d'onda minore di quelle audibili ma lontanissima da quella della luce.

Con tali lunghezze d'onda è possibile rivelare la presenza di un oggetto immerso inviando su di esso un fascio di raggi ultrasonori e ricevendone l'eco, ma così si constata solo la presenza o l'assenza dell'oggetto, nessuna informazione si può ottenere sulla sua natura.

Un passo avanti è stato fatto quando si è usato un sistema di esplorazione analogo a quello dei radar nei quali il trasmettitore-ricevitore direttivo ruota lentamente emettendo impulsi ultrasonori. Gli impulsi vengono rivelati e condotti ad un tubo a raggi catodici polare nel quale la distanza dello spot dal centro è proporzionale al tempo impiegato dall'eco a ritornare e la coordinata polare alla posizione angolare del trasmettitore-ricevitore. In tale modo si ottiene sullo schermo una rappresentazione polare del piano di esplorazione, quindi un qualcosa che è già affine ad un'immagine.

L'ostacolo principale all'applicazione di tale sistema è rappresentato però dal lungo tempo impiegato dall'eco a tornare indietro. Per un ostacolo distante 1500 m tale tempo è già 2 secondi e ammettendo di avere un fascio esplorativo con un angolo utile di  $10^\circ$  la velocità angolare di esplorazione può essere al massimo  $5^\circ/\text{s}$  e quindi è necessario impiegare 72

secondi per una esplorazione completa. La persistenza del tubo a raggi catodici dovrebbe avere quindi tale valore, ciò che non è molto facile ad ottenere per quanto recenti ricerche su questa direzione abbiano dato buoni risultati.

Successivamente però il limite della lunghezza d'onda minima raggiungibile con i quarzi si è andato sempre abbassando. Si è arrivati a lamette di quarzo di spessore poco inferiore a 0,1 mm che danno una frequenza intorno ai 30 MHz.

Se si opera nell'acqua in cui la velocità del suono è di 1500 m/s ad una frequenza di 30 MHz corrisponde una lunghezza d'onda di 0,05 mm. Si può poi fare vibrare il quarzo su una frequenza, ma usare le armoniche che esso emette per quanto di intensità ridotta e si scende a lunghezze d'onda ancora minori. Lunghezze d'onda di tale valore cominciano ad avvicinarsi a quelle del campo dell'ultrarosso e non sono più lontanissime da quelle luminose visibili. Con esse deve essere possibile quindi riprodurre i fenomeni dell'ottica geometrica. In particolare con tali onde deve essere possibile ottenere la formazione di immagini sonore ed è infatti ciò che è stato ottenuto da diversi sperimentatori.

I mezzi ottenuti sono perfettamente analoghi nel campo acustico a quelli ottici. L'oggetto viene illuminato da raggi acustici provenienti da una sorgente ultrasonora.

I raggi riflessi vengono convogliati sull'equivalente acustico del sistema ottico che ne forma un'immagine.

Tale sistema negli esperimenti fin qui compiuti è ancora piuttosto rudimentale. E' usata un'unica lente che è formata da due pareti curve che la delimitano e che per essere molto sottili e di adatto materiale non assorbono gli ultrasonori.

La cavità che essi racchiudono è piena di un liquido diverso da quello che riempie l'ambiente in cui si fa la misura e con un suo indice di rifrazione di valore opportuno.

Invece della lente si può usare anche un paraboloide od un sistema diffrattivo.

La rivelazione dell'immagine ultrasonora è stata ottenuta con diversi artifici che ne permettono solo l'osservazione immediata sul posto. Così il Pohlmann ha impiegato come rivelatore una sospensione di sottilissime lamelle di alluminio.

Tali lamelle sono normalmente orientate in tutti i sensi in modo che quando il liquido che le contiene è colpito da un raggio di luce, esso appare di colore uniformemente grigiastro. Quando però il liquido stesso è colpito da un ultrasuono le particelle si orientano con le facce normali al cammino dell'ultrasuono e quindi riflettono la luce in modo così spiccatamente che i punti colpiti appaiono chiari sul fondo grigio. Il Giacomin si è servito invece, per mettere in evidenza l'immagine ultrasonora, delle proprietà dei reticolati ultrasonori di deviare la luce e di formare quindi spettri di diffrazione che possono venire opportunamente rivelati su uno schermo.

Trattasi quindi di metodi che permettono di rivelare l'immagine per la visione diretta soltanto nella sua immediata prossimità e in condizioni di laboratorio, mentre sarebbe opportuno ottenere la rivelazione dell'immagine a distanza e poter impiegare rivelatori ultrasonori che trasformino l'energia sonora in elettrica in modo da potere poi amplificare e rivelare anche immagini di intensità così scarsa da non dare più effetti diretti sensibili.

E' qui che, potrebbe venire impiegata con successo la tecnica della televisione.

La realizzazione che si presenta più immediata riproduce i primi dispositivi di televisione a scansione meccanica.

Si dispone un ricevitore ultrasonoro di dimensioni almeno eguali a quelle dell'immagine sul piano di questa, e fra l'immagine e la lente acustica l'equivalente acustico di un disco di Nipkow, cioè un disco che permette di esplorare per punti tutta l'immagine. Il disco dovrebbe ruotare nel liquido e sarebbe quindi opportuno che esso fosse a superficie unita. I fori dovrebbero naturalmente essere di metallo pieno in modo da lasciare passare il suono mentre negli intervalli fra i fori dovrebbe essere posta una intercapedine d'aria impermeabile al suono. Il ricevitore potrebbe essere ancora un disco di Nipkow o meglio un sistema con tubo a raggi catodici. Tale dispositivo presenta il vantaggio di utilizzare un unico ricevitore ma lo svantaggio ben noto, della bassa quantità di energia che riceve.

Un sistema alternativo impiegabile è quello di usare la lente per concentrare sull'oggetto l'energia sonora e dietro alla lente disporre il disco di Nipkow, dietro al quale è il trasmettitore.

Si avrebbe così il vantaggio di aver bisogno di una quantità di energia sonora assai minore mentre d'altra parte il sistema ricevente potrebbe raccogliere luce riflessa da un angolo solido molto più grande.

Ambedue questi sistemi si presentano come impiegabili, ma evidentemente la risoluzione completa del problema richiederebbe un'applicazione dello stesso principio sfruttato nell'Iconoscopio e cioè dell'accumulazione dell'energia ricevuta durante tutto il tempo impiegato per la scansione dell'immagine. Evidentemente si potrebbe pensare di fornire ai singoli elementi di un mosaico l'energia necessaria per elevare il potenziale per messo di un mosaico di quarzo in cui i singoli elementi siano collegati attraverso un raddrizzatore ai singoli elementi del mosaico.

Il mosaico di quarzo agirebbe allora da ricevitore delle onde ultrasonore, e agli estremi di ogni lamina componente del mosaico di quarzo si avrebbe una tensione oscillante della frequenza dell'onda ultrasonora. Questa potrebbe a sua volta venire raddrizzata attraverso un comune raddrizzatore ad ossido di rame o al germanio e la tensione applicata ad una laminetta elementare di dimensioni corrispondenti del mosaico. Supponendo ad esempio che il mosaico avesse dimensioni di  $15 \times 15$  cm e che ogni laminetta avesse le dimensioni di  $2 \times 2$  mm e quindi perfettamente maneggiabile si otterebbe un quadro con una definizione di 75 linee, ciò che sarebbe un risultato non brillante ma certo accettabile.

I due inconvenienti sarebbero la grande complicazione per i passaggi dei fili attraverso il tubo, complicazione non insormontabile, e quello di non poter interporre nessuna amplificazione fra il quarzo e l'elemento sensibile.

Studi al riguardo furono da noi intrapresi durante la guerra e poi abbandonati in seguito alle mutate condizioni nè certo è possibile esporre in questa breve nota considerazioni quantitative sui fenomeni.

Nostro scopo era solo di accennare alle possibilità di estensione dei metodi della televisione che già tanto largo impiego hanno trovato in altre applicazioni, in questo nuovo campo che offre la tecnica.

E' probabile che tali metodi di tale visione a mezzo di ultrasuoni non potrebbero trovare grandi applicazioni nella ricerca di ostacoli subacquei a grande distanza perchè la propagazione di ultrasuoni avviene tanto più difficilmente quanto più ne è elevata la frequenza a causa della mancanza di omogeneità del mezzo.

E' da ritenere però che essi fornirebbero un metodo eccellente per brevi distanze. Così pure l'esame di difetti e falle in elementi costruttivi solidi sarebbe reso assai più completo da un esame visivo del genere di quello accennato.

#### Indirizzo dell'autore:

Prof. Dott. Ing. M. Federici, Docente di Comunicazioni Elettriche al Politecnico, N° 33, Milano.

## Normes de Transmission en Télévision

Par J. L. Delvaux, Paris

389.6 : 621.397.5

La réalisation d'un réseau de Télévision Européen pose un certain nombre de problèmes, que l'on rencontre d'ailleurs quelques que soient les Normes d'exploration que l'on adopte.

On doit avant tout utiliser de manière aussi économique que possible la bande de fréquences disponible, afin de procurer un nombre suffisant de canaux et de réduire ainsi les risques de brouillages mutuels entre stations.

Une telle condition implique tout d'abord bien évidemment que l'on tentera de réduire à une très faible valeur la distorsion résiduelle de phase du système complet, depuis le tube de prise de vues jusqu'au tube cathodique récepteur, afin d'obtenir la rapidité désirée du régime variable du système avec une bande de fréquences aussi faible que possible.

La même condition exige de plus que l'on adopte de manière généralisée le procédé de transmission radioélectrique dit à «bande latérale quasi-unique», selon lequel on ne transmet intégralement que l'une des bandes latérales tandis que l'on atténue progressivement, à partir de la fréquence de l'onde porteuse, les composantes de l'autre bande latérale (fig. 1).

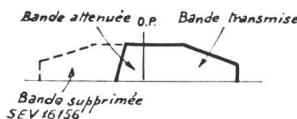


Fig. 1

Ce procédé est d'usage universel aux Etats-Unis d'Amérique. Même en Europe, beaucoup de récepteurs à définition moyenne n'utilisent que l'une des deux bandes latérales rayonnées par l'émetteur (fig. 2).

Rien ne semble donc contre-indiquer l'emploi du procédé en question.

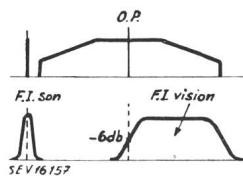


Fig. 2

Considérons maintenant un autre aspect du problème des Normes de Transmission. Il paraît intéressant de disposer, dans chaque canal de Télévision, deux transmissions sonores, toutes les deux soit en Modulation de Fréquence, soit en Modulation d'Amplitude. Bien que la meilleure technique

d'emploi d'une telle disposition ne soit pas complètement déterminée actuellement, on peut en attendre d'importantes facilités d'exploitation dans le cas d'échanges de programmes de Télévision entre groupes linguistiques différents, soit à l'intérieur de pays multilingues soit entre pays distincts.

Dans le cas où l'on adopterait la Modulation de Fréquence, pour les transmissions sonores, il n'est pas nécessaire de dépasser pour la déviation de fréquence une valeur maximum de  $\pm 30$  kc./s, avec une bande de Basse Fréquence s'étendant jusqu'à 8000 c./s. La totalité du spectre d'une telle émission tient dans une bande de largeur au plus égale à 100 kc./s.

On pourra disposer les deux transmissions sonores soit du même côté du signal de vision, soit encore de part et d'autre de celui-ci (fig. 3).

La sélection dans le récepteur de la transmission sonore désirée ne soulève aucune difficulté.

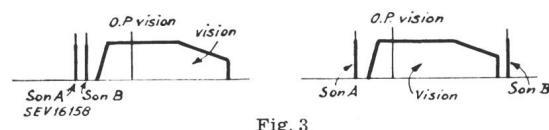


Fig. 3

Si les deux porteuses du son sont adjacentes, et séparées par exemple de 200 kc./s, il suffit de faire varier de la quantité voulue (ici  $\pm 100$  kc./s) la fréquence de l'oscillateur de battement qui sert à produire à partir du signal incident le signal de Fréquence Intermédiaire du son (fig. 4).

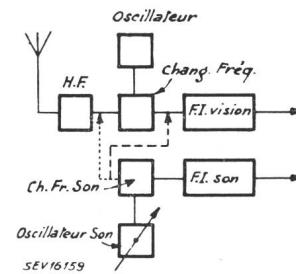


Fig. 4

Si l'oscillateur de battement est commun aux voies du son et de la vision (fig. 5), le signal de vision à Fréquence Intermédiaire est déplacé en fréquence de la même quantité de  $\pm 100$  kc./s et le calage de la porteuse de vision par rapport à la courbe de réponse des circuits de Fréquence Intermédiaire