

NAGRA® IV

TYPE IV D & IV L

MANUEL D'INSTRUCTION

KUDELSKI S.A. CH 1033 CHESEAUX / LAUSANNE SWITZERLAND

Enregistrement et lecture

- Courbe de réponse: lecture d'un ruban étalon ou enregistrement lecture d'un ruban Scotch 203 enregistré à -20 db
Vitesse: 38 cm/s (15"/s)
 - 3. 30-20.000 Hz (±2 db)
- 19,05 cm/s (7,5"/s)
 - 3. 30-15.000 Hz (±2 db)
- 9,525 cm/s (3,75"/s)
 - 3. 30-10.000 Hz (±3 db)
- Niveau d'enregistrement maximum (nominal) par rapport à 200 mMx (valeur normalisée)
 - +4 db
- Distorsion par H³ à 1 kHz à ce niveau (avec ruban Scotch 102)
 - 1. 0,2 %
 - 2. 0,5 %
 - 3. 0,4 %
- Recul du bruit de fond de la chaîne de lecture. Moteur en marche chargé par simulateur de ruban. Mesure avec filtre ASA A
Référence: niveau maximum nominal (+ 4 db)
 - 1. -86 db
 - 2. -79 db
 - 3. -83 db
- Rapport signal/bruit de l'enregistrement + lecture. Ruban Scotch 102. Vitesse 19,05 cm/s. Réf. niveau maximum nominal
 - 3. CCIR -67 db
NAB -69 db
- idem, mais mesuré avec un filtre passe-bande (20-25.000 Hz). Champ magnétique parasite inférieur à 1 mgauss RMS
 - 64 db
- Rapport signal/bruit, mais avec ruban faible souffle Scotch 203. Filtre ASA A
 - 3. -70 db

Entrées

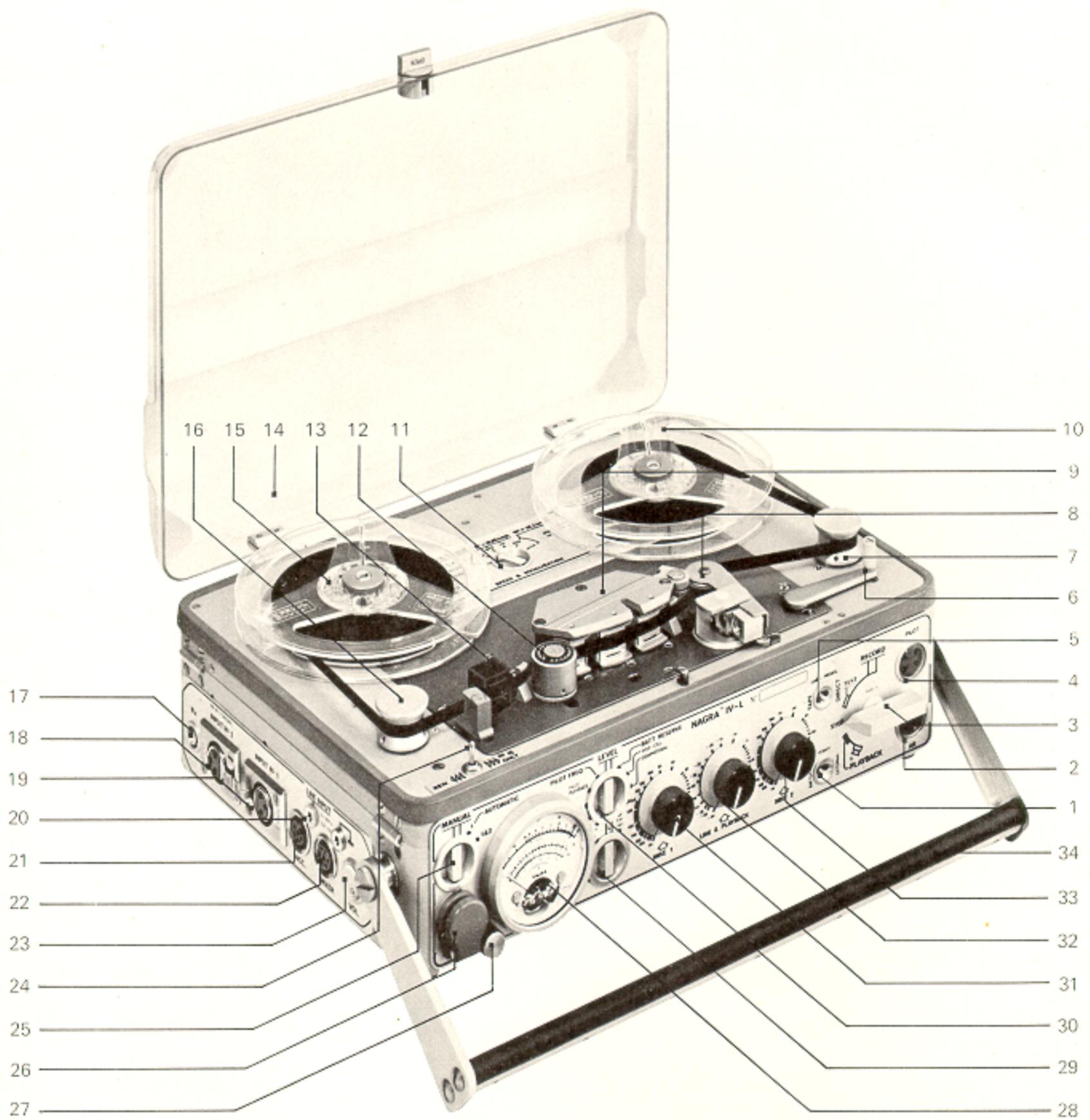
- Valeurs pour un Nagra IV D muni de 2 préamplificateurs type QPSE-200 X0Y0
- Nombre des entrées microphone incorporées
 - 2
 - Niveaux d'entrée pour un microphone 200 Ω
 - 0,2-43 mV
 - Entrée ligne asymétrique, Z = 100kΩ. Tensions admissibles
 - 1. 0,36-120 V
 - 2. 0,38-120 V
 - 3. 0,37-120 V
 - Entrée asymétrique par la prise pour accessoires, courants admissibles
 - 1. 3,6-1200 μA
 - 2. 3,8-1200 μA
 - 3. 3,7-1200 μA
 - Entrée Mixer. Niveau fixe, pour 200 mMx sur ruban. Impédance d'entrée Z = 9 kΩ
 - 560 mV
 - Entrée Pilot (Nagra IV L) Z = 5 kΩ
 - 0,5-25 V

Régulateur automatique de sensibilité RAS (ALC)

- Niveaux d'entrée pour enregistrement au niveau nominal
 - 1. 0,5-15 mV
 - 2. 0,68-17,5 mV
 - 3. 0,6-16 mV
- Distorsion moyenne dans cette plage, 1 kHz. Harmonique 3
 - 1. 0,15 %
 - 2. 0,4 %
 - 3. 0,34 %
- Courbe de réponse 55 à 16.000 Hz
 - 1. ±1,5 db
 - 2. ±2 db
 - 3. ±1,7 db

Filtre « parole » et générateur de référence

- Nombre de positions du filtre d'atténuation des très basses fréquences
 - 4
- Atténuation des filtres à 50 Hz
 - position 1 -5 db
 - position 2 -8 db
 - position 3 -11 db
 - position 4 -17 db



NAGRA IV L

- 1 - Power Selector
- Interrupteur "Batteries-Alimentation externe"
- Batterie-Aussenspeisung Umschalter
- 2 - AR Indicator
- Voyant AR
- AR Schanzeichen
- 3 - Principal Function Selector
- Commutateur principal
- Hauptschalter
- 4 - Pilot Indicator
- Voyant pilote
- Pilotschanzeichen
- 5 - Tape/Direct Switch
- Interrupteur Tape/Direct
- Tape/Direct Umschalter
- 6 - Pinch wheel and Tape Guide Control Lever
- Levier d'engagement du contre-cabestan et des guides
- Einschalthebel der Gegenrolle und der Bandführung
- 7 - Tension Roller
- Tensiomètre
- Tensionmeter
- 8 - Capstan and Pinch Wheel
- Cabestan et contre-cabestan
- Antriebsachse und Gegenrolle
- 9 - Record, Pilot and Playback Heads
- Tête d'enregistrement, tête pilote et tête de lecture
- Aufnahme, Neopilotton- und Wiedergabeköpfe
- 10 - 5" Take-up Reel (7" Reels can also be used with lid open)
- Bobine réceptrice de 13 cm (les bobines de 18 cm peuvent être utilisées avec le couvercle ouvert)
- 13 cm Auffangspule (18 cm Spulen können bei offenem Deckel benützt werden)
- 11 - Speed and Tape Selector
- Commutateur de vitesse et ruban
- Geschwindigkeits- und Bandumschalter
- 12 - Roller Filter and Strobe Disc
- Filtre de scintillation et stroboscope
- Tonhöhenschwankungsfiler und Stroboskoprolle
- 13 - Erase Head
- Tête d'effacement
- Löschkopf
- 14 - Lid
- Couvercle
- Deckel
- 15 - 5" Supply Reel (7" Reels can also be used with lid open)
- Bobine débitrice de 13 cm (les bobines de 18 cm peuvent être utilisées avec le couvercle ouvert)
- 13 cm Ablaufspule (18 cm Spulen können bei offenem Deckel benützt werden)
- 16 - Tension Roller
- Tensiomètre
- Tensionmeter
- 17 - Antenna Socket for Receiver
- Prise antenne pour récepteur
- Empfängerantennendose
- 18 - Mike Input no. 1
- Entrée micro no. 1
- Mikrophoneingang no. 1
- 19 - Mike Input no.2
- Entrée micro no. 2
- Mikrophoneingang no. 2
- 20 - Line Input
- Entrée ligne
- Linieneingang
- 21 - Accessory Input
- Entrée accessoire
- Zubehöreingang
- 22 - Mixer Socket
- Prise Mixer
- Mixerdose
- 23 - Loudspeaker Volume
- Volume haut-parleur
- Lautsprecherstärke
- 24 - Rewind and Fast Forward Switch
- Interrupteur de rebobinage et d'avance rapide
- Rückspul- und raschen vorlaufschalter
- 25 - Manual/Automatic Microphone Selector
- Commutateur micro Manuel/Automatique
- Schalter für Mikrophonhandregulierung oder Automatik
- 26 - Headphone Jack
- Prise casque
- Kopfhörerdose
- 27 - Headphone Volume
- Volume casque
- Kopfhörerstärke
- 28 - Meter
- Galvanomètre
- Galvanometer
- 29 - Low Frequency Roll-off Attenuator and Reference Signal Generator Switch
- Commutateur des filtres d'atténuation des basses fréquences et du générateur
- Bassattenuator und Referenzgenerator
- 30 - Meter Switch
- Commutateur du galvanomètre
- Galvanometerschalter
- 31 - Mike 1 Input Level Control
- Potentiomètre d'entrée micro no. 1
- Potentiometer des Mikrophoneingangs no. 1
- 32 - Line Input Level Control and Playback
- Potentiomètre d'entrée ligne et de lecture
- Linieneingang und Wiedergabepotentiometer
- 33 - Mike 2 Input Level Control
- Potentiomètre d'entrée micro no. 2
- Potentiometer des Mikrophoneingangs no. 2
- 34 - Removable Handle
- Poignée amovible
- Abnehmbarer Traghandgriff

Table des matières

Couverture face	Garantie et vue générale de l'appareil	
Chapitre 1	Différences par rapport au Nagra III PH	3
Chapitre 2	Marche à suivre pour apprendre à connaître le Nagra IV	7
Chapitre 3	Synchronisation son — image	9
Chapitre 4	Précis d'emploi de la partie son Nagra IV D et L	15
Chapitre 5	Les préamplificateurs enfichables du Nagra IV	25
Chapitre 6	Entretien courant	31
Chapitre 7	Préaccentuation et prémagnétisation	35
Chapitre 8	Spécifications — Schéma Bloc — Illustrations du montage des circuits électroniques	37
Chapitre 9	Accessoires	41
Annexe 1	Carte d'abonnement aux nouveautés Nagra et au Bulletin de Service	
Annexe 2	Carte de commande du Manuel de service Nagra IV	
Annexe 3	Carte de commande des schémas électroniques du Nagra IV	
Couverture dos	Services de vente et après-vente Vues générales de l'appareil	

Différences par rapport au Nagra III PH

Ce chapitre intéresse ceux qui connaissent le Nagra III. Les autres peuvent passer directement au chapitre 2.

1.1. Alimentation

Alors que le Nagra III devait être alimenté par une tension continue comprise entre -11 et -25 V, le Nagra IV accepte une tension de -11 à -30 V avec des pointes de -35 V.

La commutation « batteries internes - alimentation externe » était commandée par le sélecteur principal du Nagra III. Pour le Nagra IV, elle se fait par le commutateur à bascule encastré dans le panneau frontal, marqué « Power ». La prise pour l'alimentation externe est identique.

Le contrôle des piles est différent: on peut placer le commutateur du galvanomètre sur « Batt. Réserve ». Si l'appareil est en marche, le galvanomètre affiche non pas la tension des piles, mais la différence entre ce que fournissent les piles (ou l'alimentation externe) et ce dont l'appareil a besoin. Tant que l'aiguille reste sur l'échelle, l'alimentation est suffisante. Avec des piles neuves, l'aiguille ne dévie que de 40 % environ sur l'échelle. Une déviation complète est obtenue avec l'alimentation externe.

Lorsque la tension d'alimentation devient insuffisante, l'indicateur « AR » cesse d'être blanc. Il en est de même quand le sélecteur du galvanomètre est sur « Batt. Réserve ».

La position « Volt/Cell » permet de mesurer directement la tension des piles. L'échelle médiane inférieure du galvanomètre donne la tension par élément. On l'utilise spécialement avec les accumulateurs dont il ne faut pas arrêter la décharge trop bas: 1,1 V par cellule pour les cadmium nickel, en général.

En comparant l'indication « Batt. Réserve » et « Volt/Cell », il est possible de savoir, en cas d'alarme donnée par le « AR », s'il s'agit effectivement d'une tension insuffisante des piles ou d'un besoin de tension anormal (collecteur du moteur sale).

1.2. Transport du ruban

On dégage le ruban au moyen du levier se trouvant sur la droite de la platine. En position extrême, ce levier engage l'embrayage du retour rapide. Cependant, ce dernier ne s'enclenche que si le Nagra est en marche et le commutateur à bascule, à gauche sur la platine, se trouve en position « REW ». On peut opérer ainsi en « Test » et rebobiner le ruban tout en surveillant le signal micro (pendant les pauses). Lorsqu'on ferme le levier d'engagement, le ruban est mis en place sans être pincé.

Pour cela le sélecteur principal doit alors être en position « Lecture » (Playback) ou « Enregistrement » (Record). Avec le sélecteur principal sur « Lecture en haut-parleur » et le commutateur de marche rapide positionné à droite, on obtient l'avance rapide du ruban.

1.3. Entrées du signal son

Le Nagra III avait deux entrées son: une micro et une ligne convertible en entrée micro par un accessoire externe.

Le Nagra IV L a quatre entrées son. Leurs signaux se mélangent pour donner le signal « Direct ». Ces entrées sont:

- Entrée pour microphone n° 1 (potentiomètre de gauche).
- Entrée pour microphone n° 2 (potentiomètre de droite).
- Entrée ligne asymétrique disponible également sur la prise pour accessoires (potentiomètre du milieu).
- Entrée « Mixer » à niveau fixe 560 mV pour niveau nominal 0 db.

Toutes ces entrées se trouvent sur le côté gauche de l'appareil.

Les entrées « micro » aboutissent à des préamplificateurs enfichables dont il existe un grand nombre de modèles répondant aux besoins les plus divers.

L'entrée « ligne » est utilisable comme entrée « micro » avec l'accessoire BS.

1.4. Réglage de sensibilité des entrées

L'entrée « Mixer » est à sensibilité fixe et le réglage se fait dans le mixer externe.

L'entrée « ligne » est réglée par le potentiomètre du milieu.

Par contre, les entrées « micro » peuvent être réglées manuellement ou automatiquement. Le choix du mode de réglage se fait par le commutateur « Mode de réglage de la sensibilité micro » situé sur le panneau frontal, en haut à gauche. Nous avons les possibilités suivantes:

- « Manual » = réglage manuel par les potentiomètres respectifs. Classique.
- « 1 Automatic » = seule l'entrée n° 1 est utilisée. Le réglage de la sensibilité est entièrement automatique et le potentiomètre est hors circuit. L'entrée n° 2 est réglée manuellement par son potentiomètre (utile pour le bruit d'ambiance).
- « 1 et 2 Automatic » = le réglage de sensibilité des deux entrées micro est automatique.

Le régulateur automatique de sensibilité du Nagra IV est un dispositif très élaboré et parfaitement utilisable pour le son « artistique ».

Si le sélecteur du galvanomètre est en position « Compression », l'échelle inférieure basse donne la compression, c'est-à-dire le nombre de db dont le gain a été diminué par le régulateur automatique de sensibilité.

1.5. Mesure du niveau d'enregistrement

Quand le sélecteur du galvanomètre est sur « Level » (Niveau), le galvanomètre affiche le niveau de modulation. Le modulomètre du Nagra IV est du type « crête », à intégration très rapide. Il donne une indication exacte, que le son soit long ou bref. Il mesure les deux pointes du signal (la positive et la négative) et donne la plus forte des deux. Si l'on module de manière que l'aiguille vienne jusqu'au 0 db, l'enregistrement se fait au niveau nominal. Cependant, avec le Nagra IV, on peut dépasser ce niveau de 4 db, sans distorsion grave, en modulant de manière que les pointes atteignent le +4. On améliore ainsi le rapport signal/bruit. Mais ceci n'est intéressant que si les autres maillons de la chaîne par laquelle le son passera ultérieurement conservent ce rapport et si, pour des raisons de normalisation, on peut utiliser un niveau supérieur à la normale. Sinon, en modulant au 0 db, on profitera d'une distorsion beaucoup plus faible que celle des appareils conventionnels.

1.6. Limiteur

Si le niveau de modulation excède accidentellement +4 db, un limiteur se met automatiquement en marche et diminue très rapidement cet excès, évitant ainsi une distorsion désastreuse. Le gain normal se rétablit immédiatement après la surcharge.

1.7. Filtres parole

Le sélecteur des filtres se trouve sur le panneau frontal, en bas, entre le galvanomètre et le potentiomètre n° 1 micro. Les différentes positions de ce sélecteur sont :

- Position L = linéaire, pas de filtre;
- Positions 1, 2, 3 et 4 = atténuation croissante des très basses fréquences, rendant le son plus clair et compensant l'accentuation des basses produites par certains micros ou la résonance de la pièce dans laquelle l'enregistrement est fait.
- Position « réf. » = référence. Un oscillateur se met alors en marche, envoyant un signal de - 8 db, soit 0 v.u. sur le « Direct ». En enregistrant un tel signal au début d'une séquence, on facilite le réglage des sensibilités de la chaîne de lecture-transfert.

1.8. Signaux « Direct » et « Tape »

Le Nagra III PH n'avait qu'une seule chaîne d'amplification, alimentée soit par les microphones, soit par le préamplificateur de lecture. Elle aboutissait à la sortie ligne et au modulomètre. Pendant l'enregistrement, la tête enregistreuse était également branchée sur cette chaîne. La tête enregistreuse du Nagra IV L est alimentée par un

amplificateur très spécialisé pour obtenir la réduction de distorsion. Ceci nous donne un schéma général tout différent :

L'amplificateur ligne, qui alimente également la prise pour le casque, peut être alimenté soit par le signal « Direct », soit par le signal « Tape ».

Le signal « Tape » (ruban) provient toujours des amplificateurs de lecture. Que l'on soit en enregistrement ou en lecture, le signal « Tape » vient du ruban.

Le signal « Direct » provient du mélange obtenu par les potentiomètres (après amplification). Il se compose donc des signaux venant des microphones et, si l'appareil est en enregistrement, de l'entrée ligne. Si l'appareil est en lecture, le potentiomètre du milieu (ligne) dose non pas le signal « Ligne », mais le signal « Tape » provenant de la lecture. Nous aurons donc toujours, en lecture, le signal lu à la sortie « Ligne ». Toutefois, si le commutateur « Lines & Phones » est sur « Tape », nous n'obtiendrons que le signal lu, sans pouvoir en modifier le niveau.

Un ruban enregistré au niveau nominal donnera à la sortie « ligne » un signal nominal. Si le commutateur est en position « Direct », le signal de sortie sera fait :

- des signaux provenant des microphones, dosés par leur potentiomètre ou automatiquement,
- du signal lu sur le ruban, dosé par le potentiomètre du milieu,
- et éventuellement signal provenant du mixer.

Le signal « Direct » est donc réglable. En plaçant le commutateur « Lines & Phones » sur « Direct », on peut utiliser le Nagra IV comme amplificateur de reportage et effectuer des mixages fort complexes.

Remarque: les filtres mentionnés sous paragraphe 7 sont insérés dans la chaîne du direct, mais seulement sur les signaux provenant des microphones. Les entrées « Ligne » et « Mixer » sont toujours linéaires.

Lors d'un enregistrement, le signal qui va être enregistré est le « Direct ». Il alimente l'amplificateur d'enregistrement et le modulomètre. Le signal « Tape » est celui que l'on vient d'enregistrer. Il provient du ruban. En comparant le « Direct » au « Tape », on peut évaluer la qualité d'enregistrement. Si le ruban est mal placé, le signal « Direct » n'en sera pas affecté, mais le « Tape » oui.

1.9. Sélecteur principal

Pour arrêter l'appareil, placer le sélecteur principal en position horizontale (Stop). L'alimentation de l'appareil est alors coupée, sauf sur la prise « Mixer ». On peut donc alimenter le mixer sans mettre le Nagra en marche.

En tournant le sélecteur principal vers la droite, nous rencontrons les positions suivantes :

Test: Les amplificateurs du Nagra sont en marche, mais pas le moteur (sauf en retour rapide). On peut alors régler les sensibilités ou utiliser l'appareil comme amplificateur.

Position sans marque: Le moteur se met en marche et l'enregistrement se fait, toutefois avec le signal extrêmement atténué.

Record: Cette atténuation disparaît progressivement. Le signal apparaît en « fade-in », sans bruit parasite.

Important: Ne pas laisser le sélecteur en position intermédiaire, car on n'obtiendrait ainsi qu'un ruban effacé. Afin de limiter ce risque, le voyant AR est noir quand le sélecteur principal est dans cette position intermédiaire.

En tournant le sélecteur principal vers la gauche, nous avons:

Playback

(Lecture): Le Nagra lit, mais son haut-parleur est débranché.

Lecture en

haut-parleur: Symbolisée par un H. P. Cette position se différencie de la précédente par:

- le haut-parleur branché. Le volume sonore est réglé par un potentiomètre situé sur le côté gauche, près de la prise mixer;
- l'avance rapide possible;
- la vitesse contrôlée par le circuit synchronisateur SLI si ce dernier est installé.

1.10. Dispositifs de synchronisation Pilote

Dispositifs standards

L'entrée du signal pilote est sur le côté droit. Alors que le Nagra III PH devait recevoir un signal pilote de 1 V eff. à $\pm 20\%$, le Nagra IV est équipé d'un régulateur automatique du niveau pilote et il accepte un signal de 0,5 à 25 V eff. (normalement de 1 à 2 V).

Un filtre atténue les inconvénients résultant d'un signal distordu.

L'enregistrement se fait, comme c'était le cas pour le Nagra III, par le procédé Neopilotton. Cependant, dans les appareils standards, nous avons baissé de 6 db le niveau

d'enregistrement, afin de diminuer le bruit de modulation que le signal pilote introduit dans le canal son, lorsqu'on utilise certains rubans à dos dépoli.

Si l'on utilise pour le transfert notre synchronisateur SLO, ce niveau réduit est tout à fait suffisant. Toutefois, le Nagra IV peut être, sur demande, réglé à l'ancien niveau, pour les personnes utilisant des installations de transfert qui ne s'adaptent pas au nouveau niveau. Le rapport signal/bruit sera alors moins élevé. Cette dégradation dépend essentiellement du ruban et, pour les applications normales, elle n'a rien de catastrophique.

En lecture, un signal pilotton lu est disponible sur la prise « Power pack » (côté droit du Nagra IV L). Il est de 350 mV si l'accessoire SLI n'est pas installé, sinon il est de 1 V.

Accessoires enfichables à l'intérieur

Le Nagra IV peut être équipé des accessoires suivants:

- QFM: Fréquence-mètre du signal pilote « entrant ».
 - QSLI: Synchronisateur asservissant la vitesse du Nagra de sorte qu'en lecture, le signal pilote lu soit synchrone avec le signal pilote entrant par la prise « Pilot in ».
Ceci permet de filmer en « Playback ». Le QSLI permet également la mesure de l'amplitude du signal pilote lu.
 - Horloge au quartz donnant un signal pilote à fréquence constante pour filmer sans liaison Nagra-caméra.
 - Récepteur radio des signaux de début de séquence et d'identification de séquence.
- Tous ces dispositifs sont nouveaux et décrits en détail dans les chapitres suivants.

Marche à suivre pour apprendre à connaître le Nagra IV L

Chapitre destiné aux non-familiers des magnétophones autonomes professionnels.

2.1. Alimentation

Le Nagra IV L fonctionne soit avec des batteries incorporées, soit avec une alimentation externe. Les batteries sont placées dans le fond de l'appareil et leur compartiment peut être ouvert en tournant les deux vis de fermeture avec une pièce de monnaie. On place les batteries toutes dans le même sens, comme indiqué sur le fond du boîtier.

L'alimentation externe se branche à la prise « Power pack », sur le côté droit de l'appareil. Une boîte spéciale, appelée ATN, doit être placée entre le Nagra et le secteur.

2.2. Choix de la vitesse et du standard

Sur la platine (partie supérieure du Nagra) se trouve un commutateur « Speed & Equalisation ». Il détermine la vitesse de fonctionnement et le type de ruban à utiliser. Pour un travail normal, on choisira une vitesse de 7,5"/sec, soit 19,05 cm/sec et un ruban STD.

2.3. Mise en place du ruban

Pour charger l'appareil, dégager les guides et le contre-cabestan (galet en caoutchouc qui presse le ruban contre l'axe du moteur appelé « cabestan »). On obtient ce dégagement en tirant vers soi le levier d'engagement placé sur la platine, à droite.

La bobine pleine est placée à gauche et la vide à droite. Elles sont fixées par leurs poulets (écrous molletés). Le ruban passe de la bobine pleine à la vide en contournant les tensiomètres (poulies baladeuses de gauche et droite). On engage le ruban en replaçant le levier d'engagement dans sa position première, soit vers l'intérieur de la platine. Une butée franche doit être perçue.

2.4. Connexion du signal entrant

On introduit le câble du microphone dans la prise « Input n° 1 » sur le côté gauche de l'appareil.

2.5. Sélecteur des filtres

Doit être en position « L » (à droite du galvanomètre, en bas).

2.6. Opération

A droite du panneau frontal se trouve un grand bouton flèche. Il commande le sélecteur principal qui détermine le fonctionnement du Nagra et sa mise en marche. Le placer d'abord en position « Test ». Les amplificateurs se mettent à fonctionner, mais pas le moteur. Placer le sélecteur du galvanomètre (en haut à droite de l'instrument de mesure appelé « galvanomètre ») sur « Batt. Reserve ». L'aiguille doit dévier, indiquant ainsi que l'appareil est correctement alimenté. La fonction de cette aiguille est similaire à celle d'une jauge à essence: à droite, c'est le plein = alimentation abondante; à gauche c'est le réservoir vide = piles à plat. Avec des piles normales, l'aiguille n'avance que jusqu'à la moitié du cadran. Elle n'atteint l'extrémité droite du cadran qu'avec une alimentation externe.

Une fois l'alimentation contrôlée, placer le sélecteur du galvanomètre en position « Level » (= niveau d'enregistrement ou de modulation).

Le microphone peut recevoir des sons d'une intensité très variable. Il faut que le ruban soit enregistré aussi fort que possible, mais sans toutefois que les « forte » ne dépassent une valeur limite appelée « saturation ». Le modulomètre (galvanomètre avec sélecteur en position « Level ») indique le niveau de la modulation. L'aiguille peut aller jusqu'au trait « Max » à droite du cadran, mais ne doit pas dépasser cette limite. Si l'aiguille dévie moins, l'enregistrement sera moins fort.

On règle la sensibilité, c'est-à-dire le niveau d'enregistrement pour un son donné, soit manuellement, soit automatiquement. Le choix de ce réglage est fait par le sélecteur « Mode de réglage de la sensibilité micro » situé en haut à gauche du panneau frontal. En position « Manual », ce sélecteur confie le réglage au potentiomètre n° 1 (bouton rond au centre-gauche du panneau frontal, marqué Mike 1). Ce bouton doit être tourné manuellement afin d'obtenir la sensibilité requise: vers la gauche, on diminue la sensibilité, vers la droite, on l'augmente.

En position « Automatic », ce sélecteur confie le réglage du niveau au régulateur automatique de sensibilité. Le modulomètre dévie au rythme de la parole, sans atteindre l'extrême droite du cadran. On peut alors passer à l'enregistrement.

Placer le sélecteur principal sur « Record » (enregistrement). La bande doit se mettre en marche. A la fin de l'enregistrement, placer le sélecteur principal en position « Stop ».

Pour le rebobinage de la bande, il faut la dégager à l'aide du levier d'engagement, puis placer le commutateur des marches rapides (à gauche de la platine, près du panneau frontal) sur « REW ». Enfin, placer le sélecteur principal en position « Playback en haut-parleur » (dernière position sur la gauche du sélecteur, indiquée par un dessin symbolisant un haut-parleur). Le ruban doit alors se rebobiner.

Pour arrêter le rebobinage, le plus simple est de placer en position verticale le commutateur des marches rapides. Les bobines s'immobilisent et on engage le ruban. L'appareil passe alors en lecture. Le volume du son se règle à l'aide d'un petit bouton marqué « Vol », situé sur le côté gauche.

A la fin de la lecture, placer le sélecteur principal en position « Stop ».

2.7. Travail avec le casque

Si l'on dispose d'écouteurs, on les branchera dans la prise située en bas à gauche du panneau frontal. Pour introduire le Jack, tirer à soi le couvercle basculant de la prise. Le petit bouton, placé immédiatement à la droite de cette prise, règle le volume du son dans le casque.

Pendant l'enregistrement, on peut entendre dans le casque soit le signal provenant des microphones et que l'on va enregistrer (signal appelé « Direct »), soit le signal lu sur la bande (signal appelé « Tape »). En effet, sur le Nagra IV, la chaîne d'enregistrement et celle de lecture fonctionnent simultanément. La tête de lecture se trouve en aval de la tête d'enregistrement, ce qui permet de lire le ruban que l'on vient d'enregistrer. Cette lecture se fera donc avec une fraction de seconde de retard sur le signal « Direct ». La sélection du signal que l'on va écouter s'effectue à l'aide du commutateur « Line & Phones » placé à droite du panneau frontal.

Pendant la lecture, on peut également écouter avec le casque. En « Tape » on n'entendra que le signal provenant de la bande. En « Direct », on aura un mélange des signaux provenant des microphones et de la bande. Le

dosage de ces signaux est fait par les potentiomètres Mike 1, Mike 2 et Line & Playback (Playback = lecture). Si l'on désire écouter l'enregistrement sur une installation amplificateur - haut-parleur externe, on branchera celle-ci sur la sortie ligne (« Line Output », côté droit de l'appareil). Cette sortie reçoit le même signal que celui transmis aux écouteurs. Il faut donc éviter d'y envoyer un signal provenant des microphones. En effet, ce signal passerait par le haut-parleur et les micros le transmettraient à nouveau. Il circulerait ainsi en rond, en s'amplifiant, produisant un hurlement connu sous le nom d'« Effet Larsen ». Pour éviter cela, on placera le commutateur « Line & Phones » en position « Tape », ou on fermera les potentiomètres, ce qui n'est efficace que si l'on travaille en manuel, bien entendu.

Pour une lecture au casque ou avec une installation externe, on choisira la position « Playback » du sélecteur principal. Le haut-parleur incorporé est alors débranché. Un déroulement rapide de la bande s'obtient en mettant l'appareil en « Lecture en haut-parleur » et en basculant vers la droite le commutateur des marches rapides.

2.8. Précautions diverses

Le contre-cabestan est dégagé automatiquement en position « Stop » du sélecteur principal. On peut donc ranger l'appareil avec le levier d'engagement en position engagée. Si ce levier est en position dégagée, on ne peut pas fermer le couvercle de l'appareil.

Eviter de stocker l'appareil avec le sélecteur principal sur une autre position que « Stop » (éventuellement « Test » si les piles sont débranchées). Pour éviter l'usure des piles due à une mise en marche accidentelle, placer le commutateur « Power » sur « External », ce qui débranche les piles.

Si l'appareil doit être stocké longtemps, enlever les piles. Les piles usées peuvent se percer et laisser s'échapper un liquide corrosif.

Dans certains pays, la loi exige le branchement de l'appareil à une masse, si l'on travaille avec l'alimentation secteur ATN, afin d'éviter un accident au cas où l'isolation de l'alimentation placée entre le secteur et l'appareil serait défectueuse.

Synchronisation son-image. Procédé à signal pilote

3.1. Introduction

Le Nagra IV L est équipé du système Neopilotton qui permet d'enregistrer, en plus du son, un signal de repérage appelé signal pilote, provenant normalement de la caméra de prises de vues.

La tête d'enregistrement et de lecture de ce signal est amovible; il est possible d'équiper le Nagra d'autres systèmes de synchronisation.

3.2. Généralités

Pour obtenir un film avec le son synchrone, il est nécessaire de garder l'image et le son continuellement asservis l'un à l'autre. La tolérance acceptable est de l'ordre de 40 ms.

« Single System »

Un procédé simple consiste à enregistrer le son directement sur le même support que l'image, déjà à la prise de vues. Mais la qualité du son ainsi obtenue n'est pas très bonne et le montage pose des problèmes, aussi ce procédé n'est-il utilisé que dans les cas où le son n'a pas beaucoup d'importance.

« Double System »

La caméra ne prend que l'image. Le son est enregistré sur une machine séparée, mais sur un support permettant la synchronisation ultérieure. Ce peut être directement un film perforé, optique autrefois, magnétique aujourd'hui, ou encore un ruban lisse avec une « perforation magnétique » constituée par l'enregistrement, sur un canal spécial, d'un signal de synchronisation (pilote). Dans le cas de l'enregistrement sur film, ce dernier défile en synchronisme avec le film image. Par exemple, la caméra et l'enregistreur peuvent comporter des moteurs synchrones alimentés par une source commune.

Ruban lisse et signal pilote (Pilotton, Rangerton, Neopilotton, etc.)

Le montage se fait donc de préférence sur un film magnétique perforé. Or, il serait dangereux de « monter » l'original, toute erreur devenant irréparable. Il est donc nécessaire d'enregistrer un original, d'en faire une copie et de travailler sur cette copie. Or, un magnétophone sur ruban lisse, comme le Nagra IV, a des performances sensiblement meilleures qu'une machine sur film perforé,

par suite des difficultés liées au support perforé. Il est donc judicieux d'enregistrer l'original sur un appareil Nagra ou similaire et de ne recourir au film perforé que pour la copie de montage.

Toutefois, la longueur d'un ruban lisse peut subir des variations et pour assurer le synchronisme absolu, il est nécessaire d'enregistrer des repères. Pratiquement, voici comment on procède:

L'enregistreur a deux canaux: un pour le son et un pour le signal de synchronisation appelé signal pilote. Ce signal provient de la caméra. Quand celle-ci tourne exactement à sa vitesse nominale (par exemple 24 images par seconde), ce signal a exactement la fréquence de 50 Hz (60 aux Etats-Unis et au Canada). Donc, à 24 images correspondent exactement 50 cycles de signal pilote.

Lors de la copie sur film perforé, un dispositif électronique, appelé synchronisateur, corrige soit la vitesse du magnétophone lecteur, soit celle de l'enregistreur, selon le système, de manière que, de nouveau, à chaque 50 cycles du signal pilote correspondent 24 perforations du film perforé (cas de 16 mm).

Tout se passe comme si l'enregistrement avait été fait directement sur le film perforé synchrone.

Les divers procédés (Pilotton, Rangerton, Fairchild, Perfectone et Neopilotton) ne se différencient entre eux que par la méthode utilisée pour obtenir le second canal. Ce dernier n'a en fait que très peu d'information à transmettre et il serait dommage de gaspiller une piste complète, analogue à celle du son, pour l'enregistrement du signal pilote.

A l'origine (système Pilotton), l'enregistrement du signal pilote se faisait en travers du ruban, sans prémagnétisation. L'installation du système était facile, mais les résultats discutables, par suite de la détérioration du rapport signal sur bruit du canal son. Néanmoins, ce système fut très répandu et quand nous avons créé le procédé Neopilotton, notre objectif était d'éliminer les défauts du Pilotton original, tout en obtenant un système compatible avec lui.

Cas de la caméra à moteur non synchrone

Un moteur synchrone a un mauvais rendement. S'il est alimenté par le secteur, cela n'est pas grave. Mais lors du travail hors studio, un moteur à courant continu est nettement plus intéressant.

Or, en couplant à une caméra mue par un moteur à courant continu un petit alternateur produisant du 50 ou 60 Hz quand la caméra tourne à sa vitesse nominale, on obtient un signal pilote équivalant à celui que fournirait une caméra à moteur synchrone. La suite des opérations demeure inchangée. Toutefois, il faut que le moteur à courant continu de la caméra ait une vitesse suffisamment exacte. Le son et l'image sont en effet asservis l'un

à l'autre. La vitesse de projection est fixe. Donc, si la caméra a une vitesse incorrecte lors de la prise de vues, il faudra modifier la vitesse du ruban son pour garder le synchronisme: la hauteur du son s'en trouvera également faussée.

En pratique, une précision de $\pm 1\%$ est suffisante et assez facile à obtenir. Le Nagra IV L peut recevoir, comme accessoire, un fréquencemètre de signal pilote permettant de surveiller la vitesse de la caméra. Il est prudent de le faire, car il nous est arrivé d'observer des caméras dont la vitesse était faussée de plus de 10 %.

Synchronisation sans fil

Les procédés décrits plus haut nécessitent un fil entre la caméra et le magnétophone. Pour l'éliminer, plusieurs procédés furent inventés, dont un basé sur la transmission du signal pilote par radio. Malheureusement, il est difficile d'obtenir une liaison sûre à 100 %, par suite des « trous » de transmission liés au phénomène d'ondes stationnaires.

Finalement, l'expérience montra que le procédé de loin le meilleur était celui dit « au quartz ». Le moteur de la caméra est asservi par un oscillateur au quartz (ou à diapason). Sa vitesse devient alors exacte à $\pm 0,001\%$ pour un appareil de qualité. Le signal pilote est fourni par un second oscillateur au quartz, de précision similaire au précédent, contenu dans le magnétophone autonome. Pratiquement, tout se passe comme si le magnétophone recevait le signal pilote de la caméra. L'erreur possible est de l'ordre de 0,002 %, soit une image par 30 minutes environ.

Travail à plusieurs caméras et à plusieurs magnétophones

Avec le procédé « au quartz » cité ci-dessus, le nombre de caméras et de magnétophones travaillant en synchronisme peut être quelconque. Cela donne de nouvelles possibilités pour le tournage d'un seul jet de séquences importantes ou pour le reportage d'événements uniques. Il est à remarquer qu'une caméra peut démarrer pendant qu'une autre filme. Avec le procédé traditionnel de caméras mues par des moteurs synchrones alimentés par une source commune, des perturbations de la source étaient à craindre lors d'un démarrage.

Claquette et identification de séquence

Pour obtenir un son synchrone, il ne suffit pas que les supports son et image défilent à une même vitesse. Leurs débuts doivent également coïncider.

La méthode traditionnelle consiste à commencer chaque prise de vues par une « claquette ». Sur une planchette, on inscrit les signes permettant d'identifier la séquence et on les annonce au micro. Puis on produit un bruit sec en tapant cette planchette sur une autre, cela devant la caméra. Il est facile de faire coïncider, au montage, l'image des planchettes qui se frappent et le bruit produit.

Claquette électrique à sifflement

La claquette traditionnelle n'est pas commode en reportage et inutilisable en cas de tournage à plusieurs caméras. Aussi celles de reportage sont-elles en général équipées d'une claquette électrique: une petite ampoule placée sur le trajet du film voile ce dernier pendant le démarrage

de la caméra. Simultanément, un signal (généralement la tension d'alimentation) est transmis par fil au magnétophone et enclenche un oscillateur produisant un sifflement qui s'enregistre par-dessus le son. Le repérage ultérieur est facile, mais le son est perturbé par ce sifflement. En cas de travail avec une seule caméra, cela n'a pas d'importance; tout au plus, on ne pourra utiliser l'enregistrement dans sa totalité dans d'autres buts.

Claquette électrique à suppression de signal pilote

Ce dispositif comporte également l'ampoule, mais au lieu d'enregistrer un sifflement, il coupe, pendant le démarrage du moteur, le signal pilote. Notre synchronisateur SLO convertit l'absence de ce signal pilote en un sifflement qui peut être enregistré sur une piste auxiliaire du magnétophone à film perforé.

Claquette par radio

Lors du travail « au quartz », c'est-à-dire sans fil, il faut ou bien se passer de claquette, ou utiliser la claquette traditionnelle (clapperboard) ou encore transmettre le signal de départ par radio. Nous n'avons pas voulu utiliser la radio pour le signal pilote, la transmission ne pouvant être garantie à 100 %. Mais pour la claquette, la radio est acceptable: une éventuelle non-transmission n'a pas de conséquences graves.

Cependant, le rôle de la claquette n'est pas seulement de permettre un repérage du début de séquence, mais aussi son identification. Nous avons prévu, dans notre émetteur se plaçant sur la caméra, un dispositif à cet effet. Après le signal de départ, l'émetteur envoie une série d'impulsions codées qui permettent de donner à chaque prise de vues un numéro allant de 0 à 999 pour le petit modèle et jusqu'à 99 999 pour le grand modèle.

Transfert du son du ruban lisse sur ruban perforé (repiquage)

Pour pouvoir monter le son du film par les méthodes classiques, il faut le transférer du ruban lisse sur un ruban perforé. Pour cela, il faut disposer d'un magnétophone lecteur sur ruban lisse (Nagra) et d'un magnétophone enregistreur sur ruban perforé. Le synchronisme sera assuré si à 50 cycles du signal pilote correspondent 24 images ou perforations (dans le cas du film 16 mm à 24 images par seconde et avec un signal pilote de 50 Hz). Nous donnons exprès cet exemple pour montrer que la relation perforation/cycles peut ne pas être simple.

Nous avons deux possibilités:

a) Méthode de l'enregistreur asservi:

Le ruban lisse est lu à sa vitesse nominale par une machine qui peut être à cabestan non asservi. Elle fournit deux signaux: le son, qui est expédié vers l'enregistreur, et le signal pilote qui, amplifié, fait tourner le moteur synchrone ou à impulsions, entraînant le ruban perforé.

b) Méthode du lecteur asservi:

L'enregistreur est alimenté directement par le secteur. Le lecteur, qui doit alors être un Nagra III ou IV, voit sa vitesse légèrement corrigée par le synchronisateur SLO, de manière que le signal lu soit verrouillé en phase avec le secteur.

La méthode a) est la plus ancienne. Elle permettait d'utiliser comme lecteur un magnétophone à moteur non asservi et elle pouvait rattraper de très grandes erreurs de vitesse, ce qui était nécessaire au temps où les magnéto-

phones autonomes n'avaient que des moteurs à ressort. Mais cette méthode nécessite un amplificateur de puissance coûteux et des dispositifs complexes, pour ne pas être perturbée par de courtes interruptions du signal pilote comme celles que nous utilisons pour identifier les prises de vues. La méthode b) est parfaite avec les caméras modernes et un Nagra III ou IV.

Tournage en « Playback »

Dans les cas où l'enregistrement du son pendant la prise de vues est difficile, il est possible de recourir au « Playback ». Le son est enregistré préalablement et, pendant le tournage, on le diffuse en synchronisme avec la caméra, les acteurs miment alors leurs rôles. Cette méthode est particulièrement commode pour des séquences de chansons avec danse: l'artiste chante en chœur avec lui-même.

Techniquement deux méthodes sont possibles:

a) Lecture et enregistrement pendant la prise de vues: Un magnétophone lecteur envoie le son simultanément dans le haut-parleur et vers un second magnétophone qui le réenregistre ainsi que le signal pilote classique.

b) Lecture asservie:

Le magnétophone lecteur et la caméra sont asservis l'un à l'autre. Par exemple, il peut s'agir d'un magnétophone à ruban perforé, alimenté par le même courant alternatif que la caméra. Mais le Nagra IV L peut recevoir l'accessoire de synchronisation QSLI qui modifie sa vitesse de manière à verrouiller le signal pilote lu avec le signal pilote provenant de la caméra.

Bien entendu, il est encore plus commode de disposer d'une caméra à vitesse contrôlée par quartz et d'un Nagra IV L équipé du générateur au quartz QGX et du synchronisateur QSLI.

3.3. Prise de son synchrone avec le Nagra IV L (et dérivés)

Tout ce qui suit concerne ces modèles et lorsque nous parlons d'un Nagra, il faut entendre les versions IV L, AL, ML, MEL.

Signal pilote transmis par fil

La caméra doit fournir, quand elle tourne à sa vitesse nominale, un signal de 0,5 à 25 V eff. et de 50 Hz (60 Hz aux Etats-Unis et au Canada). La valeur idéale de la tension est de 1 à 2 V. Le signal provenant de la caméra peut être légèrement distordu (20 %), car le Nagra reconstitue une sinusoïde pure.

On introduira le signal pilote par la prise femelle à 4 pôles qui se trouve sur le côté droit du Nagra, broches n° 1 et 4, la broche n° 1 étant le point de masse.

Un générateur de sifflement pour claquette électrique est incorporé au Nagra. On le met en marche en alimentant la broche n° 2 de cette même prise par une tension continue de +6 à +14 V. Les caméras professionnelles courantes fournissent pendant leur démarrage une tension permettant d'alimenter cette broche (voir plus loin).

Parasites de caméra

Certaines caméras ont des moteurs non déparasités et fournissent, en plus du signal pilote, une énergie haute fréquence non négligeable. Le Nagra relié directement à une telle caméra se trouve à un potentiel HF par rapport au sol. Tant que les câbles micro, leurs fiches et les micros eux-mêmes sont parfaitement blindés, il n'en résultera pas d'inconvénients. Mais au moindre défaut de blindage, des parasites s'introduiront et pourront passer dans le son. Au cas où un déparasitage de la caméra se révélerait impossible, nous recommandons l'emploi de notre coupleur photoélectrique QCP qui transmet le signal par un faisceau de lumière modulée. Ce coupleur doit être alimenté par du 220 V, signal fourni par les moteurs « Multi-duty » des caméras Mitchell avec lesquelles ce problème s'est posé.

Fréquence-mètre (accessoire optionnel, code: QFM)

Ce dispositif permet de surveiller la vitesse de la caméra par la mesure de la fréquence du signal pilote fourni. Si le sélecteur du galvanomètre est sur « Pilot Freq. », ce dernier affichera cette fréquence. L'échelle va de +4 % (à gauche) -4 % (à droite). La précision est de l'ordre de $\pm 0,1$ % au centre de l'échelle. De plus, le fréquence-mètre donne l'alerte si la fréquence dévie de plus de 5 % de sa valeur nominale: le voyant « Pilot » redevient noir. Le QFM existe en deux versions, respectivement pour 50 et pour 60 Hz (QFM-50 et QFM-60).

Horloge au quartz (accessoire optionnel, code: QGX)

Ce dispositif est destiné à la prise de son synchrone sans fil entre la caméra et le Nagra. Il fournit un signal dont la fréquence est de 50 Hz à $\pm 0,001$ % et dont la courbe en fonction de la température reste très plate.

Le signal de l'horloge est disponible sur la broche n° 3 de la prise pilote. Pour l'enregistrer, il faut le réintroduire dans le Nagra en établissant un pont entre cette broche n° 3 et la broche n° 4. On utilisera pour cela le bouchon fourni avec l'horloge ou, à défaut, une simple fiche pontée. Nous avons préféré cette solution du bouchon à celle du commutateur pour réduire les risques de fausses manœuvres. Le QGX-50 fournit du 50 Hz et le QGX-60 du 60 Hz.

Récepteur de signaux de départ et d'identification (accessoire optionnel, code: QRR)

Pour mettre en fonction ce dispositif, il faut ponter les broches n° 1 et n° 2 de la prise pilote. Quand le récepteur reçoit de la caméra le signal codé, il interrompt le signal pilote fourni par l'horloge au quartz. Cette interruption, mise en évidence lors du transfert par le SLO ou un dispositif équivalent, permet la synchronisation des débuts de séquence.

Si l'émetteur de la caméra est équipé de l'identificateur, les coupures de numérotation seront également transmises par le récepteur à l'horloge.

Voyant « Pilot »

Ce dispositif se trouve sur le panneau frontal (à droite en haut). Il affiche une croix blanche si le Nagra est en marche, s'il reçoit un signal pilote d'amplitude suffisante

et s'il n'y a pas de signal d'alarme dans le système pilote. Or, voici dans quelles conditions le signal d'alarme apparaît et rend noir le voyant :

- a) si la fréquence du signal pilote reçu est incorrecte (à condition que le fréquencemètre QFM soit installé);
- b) si le signal pilote ne parvient pas à la tête pilote (à condition que le synchronisateur QSLI soit installé).

Ceci se produit en particulier en position « Test » du sélecteur principal. Il est donc normal, si le QSLI est installé, que le voyant « Pilot » reste noir en position « Test ». Si cela est gênant, nous pouvons débrancher cette inhibition.

Quand le Nagra est en lecture, il faut que le voyant « Pilot » affiche la croix, qu'un signal pilote lui parvienne et qu'un signal pilote soit lu sur le ruban. Si un de ces deux signaux manque, le voyant reste noir. Cela est très important pour l'emploi du QSLI.

Synchronisateur incorporé (accessoire optionnel, code : QSLI)

Ce dispositif a deux fonctions :

- a) Il mesure l'amplitude du signal pilote lu sur le ruban. Avec le sélecteur du galvanomètre sur « Pilot Playback », ce dernier affiche cette amplitude. Valeurs normales entre 1 et 2 V de l'échelle médiane inférieure.
- b) Il peut modifier la vitesse de défilement du Nagra pour rendre synchrone le signal pilote lu avec le signal pilote entrant par la prise pilote du côté droit. Pour que cette modification de vitesse intervienne, il faut que le Nagra soit en lecture avec haut-parleur (position SL du sélecteur principal) et il faut que le voyant « Pilot » affiche la croix blanche. Or, ce voyant n'affiche cette croix que s'il reçoit un signal pilote correct de l'extérieur et si un signal pilote est lu sur le ruban.

Il nous a fallu mettre toutes ces conditions pour que le QSLI intervienne pour éviter des perturbations de la vitesse du Nagra en lecture normale.

Le sélecteur du galvanomètre comporte une position « SL ». Elle branche le galvanomètre sur le QSLI et lui fait afficher la différence de phase entre le signal pilote provenant de l'extérieur et le signal pilote lu sur le ruban. Donc, si ces signaux n'ont pas la même fréquence, l'aiguille oscille. On peut observer cela en lecture sans haut-parleur (sélecteur principal sur « Playback »). Une oscillation complète, gauche-droite-gauche, par 2 secondes correspond à un écart de vitesse de 1 %. C'est une valeur que peut rattraper le QSLI.

En mettant le sélecteur principal sur « SL » (lecture en haut-parleur), on enclenche le QSLI. L'aiguille doit s'immobiliser. Si elle continue d'osciller, c'est que l'écart des fréquences excède la capacité du QSLI (voir plus loin).

En revanche, si notre Nagra comporte le fréquencemètre, si l'aiguille reste immobile et si le voyant « Pilot » affiche la croix blanche, nous sommes pratiquement sûrs d'être synchrones.

Il y a toutefois une exception : si la fréquence lue sur le ruban est nettement incorrecte (100 Hz au lieu de 50), l'aiguille n'arrivera plus à suivre le battement et restera immobile au centre du cadran. S'il y a des raisons de suspecter ce phénomène, repassez en « Playback ». L'aiguille doit osciller. Au besoin dérangez la vitesse du ruban en immobilisant le tensiomètre gauche. Si l'aiguille reste toujours au centre, c'est que la fréquence enregistrée est tout à fait fautive.

Le variateur de vitesse QSV est très utile dans ces cas-là.

En tentant de modifier la vitesse (en lecture asservie), on oblige le QSLI à empêcher la vitesse de varier. L'aiguille du galvanomètre le montre et c'est preuve que le synchronisme est correct.

Transfert sur ruban perforé avec le QSLI

Le Nagra muni d'un QSLI peut servir de lecteur asservi dans le procédé de transfert décrit précédemment. L'enregistreur sur ruban perforé sera alimenté par le secteur. Le signal pilote de référence proviendra de ce même secteur (après atténuation à 1 ou 2 V, l'alimentation ATN fournit un tel signal). L'opération sera similaire au tournage en « Playback ». Toutefois, le Nagra avec le QSLI ne permet pas de convertir les interruptions du signal pilote qui servent de claquette et d'identificateur de séquence en un signal audible. Le QSLI est donc utilisable pour le transfert, à condition d'avoir employé soit une claquette traditionnelle (clapperboard), soit une claquette à sifflement.

Transfert sur ruban perforé avec le SLO

Le SLO est un appareil spécialement conçu pour permettre ce transfert. Son emploi est beaucoup plus commode que celui du QSLI, car le SLO comporte un oscilloscope qui permet de suivre clairement l'opération. Les chances de fausses manœuvres s'en trouvent nettement réduites.

Le SLO comporte un dispositif convertissant les interruptions du signal pilote lu (inaudible) en un signal de 2000 Hz que l'on peut superposer au son sur le ruban perforé. En cas de tournage à plusieurs caméras et « au quartz », on transférera ce sifflement sur une piste auxiliaire du ruban perforé : le démarrage d'une caméra au milieu de la séquence d'une autre ne doit pas perturber le son.

Le SLO comporte également une sortie pour « crayon marqueur ». Il fournit du 24 V durant les interruptions du signal pilote. Ce 24 V peut actionner un dispositif inscrivant un trait visible sur le ruban perforé, rendant alors le montage particulièrement commode.

Le SLO se relie au Nagra IV à l'aide de l'adaptateur spécial QCL. Le Nagra est alors alimenté directement par le SLO qui est, lui, branché sur le secteur.

Variateur de vitesse QSV

Il s'agit d'un accessoire externe du Nagra IV. On le branche dans le « jack » miniature marqué « Speed » sur le côté droit de l'appareil. Il permet de faire varier manuellement la vitesse de défilement de $\pm 11\%$. Voici ses applications :

a) Transfert d'un ruban dont le signal pilote provenait d'une caméra à vitesse hors tolérance.

Les synchronisateurs QSLI et SLO permettent de rattraper automatiquement des erreurs de vitesse de l'ordre de $\pm 2\%$. Il peut arriver qu'une caméra ait une vitesse hors de cette tolérance. Le variateur de vitesse permet de décaler la vitesse centrale (qui sera légèrement modifiée par le synchronisateur) de manière à correspondre à la vitesse de la caméra. Bien entendu, la hauteur du son s'en trouvera altérée, mais cela est inévitable.

b) Transfert d'un ruban dont le signal pilote comporte des interruptions.

Nous avons vu précédemment qu'une manière très commode de marquer les débuts de séquences (ou les

fins) ainsi que leur identification consiste à produire de brèves interruptions du signal pilote. Pendant ces interruptions, l'asservissement entre le Nagra et l'enregistreur à ruban perforé est supprimé. Il ne faut pas qu'un décalage notable puisse se faire pendant cette suppression, car le rattrapage lors de la réapparition du signal serait brutal et pourrait causer du pleurage. Pour éviter ce genre d'accident, il suffit de faire le gros de la correction à l'aide du variateur de vitesse et de ne laisser au synchronisateur que la dernière retouche, pour assurer l'asservissement.

Voici comment procéder :

Méthode A

1. Lire le ruban à transférer sans l'asservissement. Pour cela, tourner le bouton « Locking range/asservissement » du SLO tout à gauche ou, si l'on travaille avec le QSLI, placer le Nagra en « Playback », c'est-à-dire en lecture sans haut-parleur.
2. Ajuster la vitesse à l'aide du variateur de manière que le signal pilote lu et le secteur soient à peu près synchrones. La figure sur l'oscilloscope du SLO reste alors immobile. L'aiguille du galvanomètre du Nagra (sélecteur sur SL) ne balance plus.
3. Rebobiner le ruban et faire le transfert en asservi. Si, pendant la marche en non-asservi, le ruban et le sélecteur étaient déjà pratiquement synchrones, les corrections de vitesse ultérieures resteront très petites.

Méthode B

Transférer le ruban d'une manière classique et ajuster le variateur de vitesse de manière que l'aiguille (en SL) reste au milieu (cas du QSLI) ou que la figure sur l'oscilloscope reste carrée (cas du SLO). Cette méthode est moins précise mais suffisante en pratique pour les opérateurs ayant une certaine expérience. Remarquons toutefois que, les interruptions du signal pilote arrivant au début de la séquence, il est pratiquement toujours nécessaire de commencer une lecture pour « essai », d'ajuster la vitesse, puis de revenir en arrière et de faire le transfert.

Emploi du variateur de vitesse lors du tournage en « Playback »

Lors d'un tournage en playback, il se peut que la caméra ait une vitesse incorrecte. Il faut alors réajuster cette caméra, si possible, pour éviter une modification de la hauteur du son final.

En cas d'impossibilité, recourir au variateur de vitesse (cf. paragraphe précédent).

Niveau du signal pilote

Le Nagra IV enregistre le signal pilote à un niveau de 6 db inférieur à celui du Nagra III P. Nous nous sommes en effet aperçus que cet ancien niveau ne se justifiait plus aujourd'hui, la séparation des canaux étant excellente. Or, un signal pilote à l'ancien niveau provoque sur certains rubans un bruit de modulation perceptible. Toutefois, nous pouvons calibrer sans autre les Nagra IV à l'ancien niveau, pour les personnes qui nous le demandent.

Enregistrement de signaux de fac-similé et similaires

Le Nagra équipé de l'horloge au quartz et du synchronisateur QSLI restitué, à la lecture, les fréquences avec une précision de l'ordre de 0,001 %, car le glissement et les

variations de longueur du ruban sont automatiquement compensés. Nous parlons de fréquences moyennes, car les inévitables tolérances mécaniques et les vibrations longitudinales du ruban en affectent évidemment la vitesse instantanée (pleurage et scintillation).

L'expérience montre que la précision obtenue est amplement suffisante pour l'enregistrement et la reproduction de signaux de fac-similé. D'autres applications dans le domaine de la télémesure sont bien entendu possibles.

3.4. Liaison Nagra-enregistreur sur film perforé (transfert)

Signaux pilotes fournis par le Nagra

Le Nagra III P (et PH) ne comportait pas de régulateur automatique de niveau du signal pilote. Celui-ci variait donc comme le signal fourni par la caméra et une tolérance de ± 3 db peut être envisagée en plus de la tolérance du ruban, des chaînes d'enregistrement et de lecture, soit en tout ± 6 db au maximum.

Le Nagra IV L et modèles dérivés comportent le régulateur automatique et seules les tolérances du ruban et des chaînes sont à envisager, soit ± 3 db. En revanche, le Nagra IV enregistre à un niveau de 6 db inférieur à celui du Nagra III.

Le Nagra III délivre un signal non filtré, c'est-à-dire comportant une composante importante de bruit de fond de fréquence élevée. Le Nagra IV délivre directement un signal propre.

Le Nagra IV peut contenir l'accessoire QSLI qui amplifie le signal lu.

Lecture faite par le Nagra III P (et PH)

Impédance de sortie: 3000 Ω env.

Impédance de charge: de zéro à infini.

Tension fournie lors de la lecture d'un ruban enregistré sur Nagra III: 100 μ V nominal, donc avec une tolérance de ± 6 db.

Tension fournie lors de la lecture d'un ruban enregistré sur un Nagra IV L: 50 μ V nominal, avec une tolérance de ± 3 db.

Lecture faite par le Nagra IV L (et dérivés ML, AL et MEL) non équipé du synchronisateur QSLI

Impédance de sortie: 47 k Ω ± 20 %.

Impédance de charge: de zéro à infini.

Tension fournie lors de la lecture d'un ruban enregistré sur un Nagra III: 660 mV ± 6 db.

Tension fournie lors de la lecture d'un ruban enregistré sur un Nagra IV = 330 mV ± 3 db.

Lecture faite par un Nagra IV L (et dérivés) muni du synchronisateur QSLI

Impédance de sortie: 10 k Ω ± 20 %.

Impédance de charge: de zéro à infini.

Tension fournie lors de la lecture d'un ruban enregistré sur un Nagra III P: 1,7 V nominal.

Tension fournie lors de la lecture d'un ruban enregistré sur un Nagra IV L: 0,85 V nominal (± 3 db).

Le Nagra IV muni du QSLI permet de mesurer le niveau pilote lu. Le 0,85 V de sortie correspond à une déviation de l'aiguille sur 1 V sur l'échelle arbitraire allant de 0 à

2 V du cadran et prévue normalement pour la mesure de la tension par élément des piles. Le 1,7 V fait aller l'aiguille jusqu'au bout du cadran.

Connecteurs

Le connecteur du Nagra III sur lequel le signal pilote est disponible est une prise Tuchel type T 3402, donc à 6 pôles (mâle sur le Nagra). La broche n° 3 est la masse et la n° 5 délivre le signal. Il est donc souhaitable que le récepteur de ce signal ait une entrée flottante pour éviter des inductions dans la boucle de masse.

Sur le Nagra IV (et dérivés), le signal pilote lui est disponible sur le connecteur « Power Pack » de la face droite. C'est une prise Tuchel miniature type T 3403, donc à 6 pôles (femelle sur le Nagra). La broche n° 2 est la masse et le signal pilote sort sur le n° 3.

Interruptions du signal pilote

– Travail avec fil entre la caméra et le Nagra

Si la caméra est équipée de la claquette électrique, le signal pilote va être absent durant le démarrage de la caméra. Donc le ruban ne portera pas de signal pilote. Celui-ci va apparaître avec la première image non voilée et ne s'arrêtera qu'à la fin de la marche de la caméra. Donc, la présence du signal pilote peut être utilisée pour télécommander l'enregistreur sur ruban perforé.

– Travail sans fil, « au quartz », sans claquette par radio

Dans ce cas, tout le ruban comportera un signal pilote, sans interruption.

– Travail sans fil, « au quartz », mais avec la claquette par radio

Le ruban comportera toujours le signal pilote sauf pendant la durée du démarrage de la caméra. A ce moment, en effet, l'émetteur de radio de la caméra transmettra au récepteur incorporé dans le Nagra un ordre d'interruption du signal pilote.

– Travail sans fil, « au quartz », mais avec la claquette par radio et l'identificateur de scène

Comme précédemment, le démarrage de la caméra provoquera une interruption du signal pilote. Mais après cela, d'autres interruptions, destinées à l'identification de la scène, vont suivre.

La durée d'une interruption d'identification est de 40 m/s et la distance entre les interruptions est de $N \times 80$ m/s dans le cas du travail à 25 images par seconde. N va de 1 (qui correspond à 0) à 10 (qui correspond à 9).

Normalement, l'interruption de démarrage est suivie de 3 interruptions d'identification, mais un modèle à 5 interruptions est également prévu.

Nous recommandons, dans ces cas, de procéder au transfert par asservissement du lecteur à l'aide de notre

synchronisateur SLO qui n'est pas dérangé par ces interruptions.

– Crayon marqueur

Le synchronisateur SLO délivre, pendant ces interruptions, un signal destiné à actionner un dispositif de marquage incorporé à l'enregistreur sur film perforé.

Ce dispositif doit écrire sur le film, à l'aide d'un crayon gras, d'un stylet ou de tout autre moyen approprié, une trace qui corresponde aux interruptions du signal pilote, donc aux parties du film image portant le voilage sur son bord.

– Signal pour piste d'édition

Si vous ne disposez pas du crayon marqueur, vous pouvez enregistrer le signal de 2000 Hz délivré pendant les interruptions du signal pilote par le SLO, sur une piste auxiliaire de la machine à film. Un marquage manuel ultérieur est alors possible.

– Connexions du SLO, pour le crayon marqueur

La sortie pour le crayon marqueur se trouve sur la face gauche du SLO. C'est une prise Tuchel miniature, type T 3303, donc à 4 pôles (femelle sur le SLO).

Broche n° 1 = masse.

Broche n° 2 = +13 V pendant les interruptions du signal pilote. Peut être chargée par 1000 Ω et plus. Sur 1000 Ω , la tension descend à 12 V.

Broche n° 3 = +13 V quand le signal pilote est présent. Mêmes conditions de charge.

Broche n° 4 = +22 V ± 15 % toujours présent. Débit possible: 0,5 A, la tension chute alors à 20 V.

– Connexions du SLO pour le 2 kHz de marquage

Sur le côté gauche du SLO, nous avons deux douilles bananes de 4 mm. Elles sont connectées au secondaire d'un transformateur, donc leur circuit est absolument flottant. Pendant les interruptions du signal pilote, une tension de 1 V eff. ± 20 % de 2 kHz environ apparaît à leurs bornes. L'impédance interne de cette source est de l'ordre de 10 Ω . Il est ainsi possible de l'insérer en série avec une sortie ligne normale.

– Sortie « son » du Nagra IV

Nous disposons principalement de la sortie ligne placée sur la face droite du Nagra. L'impédance de charge doit être égale ou supérieure à 600 Ω . Lorsque le commutateur « Line & Phones » est sur « Tape », nous avons à la sortie ligne une tension de 4,4 V (sur 600 Ω) lors de la lecture d'un ruban enregistré à 200 m/m. Le Nagra IV peut enregistrer 4 db plus haut, donc la tension maximum que l'on peut y trouver sera de 7 V. A vide, ces tensions seront supérieures de 10 %.

La sortie ligne utilise deux douilles bananes de 4 mm. Elle est constituée par le secondaire d'un transformateur. Elle est donc flottante. Une douille banane de masse est disponible à côté.

Précis d'emploi de la partie son du Nagra IV D et L

Ce chapitre s'applique aux dispositifs autres que « Pilote » du modèle Nagra IV L et, avec certaines restrictions, aux types dérivés suivants: Nagra IV A, AL, M, ML, ME et MEL.

4.1. Alimentation

Le Nagra IV peut être alimenté soit par ses piles ou accumulateurs internes soit par une source externe. Le choix se fait par le commutateur « Power » du panneau frontal (à droite, en bas).

Piles et accumulateurs

Le Nagra IV peut contenir 12 cellules de 1,5 V chacune (nominal), de diamètre max. de 33,5 mm et de longueur comprise entre 59,5 et 62,5 mm. Les éléments faits selon les normes CEI R-20 ou ASA « D » ou L 90 conviennent généralement, mais la norme admet un diamètre maximum légèrement supérieur.

Le compartiment à piles se trouve dans le fond de l'appareil. Son couvercle s'enlève après la rotation à l'aide d'une pièce de monnaie des deux « vis » de fermeture.

Les piles doivent être placées toutes dans le même sens, en respectant la polarité dessinée sur le fond. Généralement, le téton des piles est positif, mais il y a des exceptions: ce sont les signes + et - qui sont essentiels. Les piles à polarité inversée (mercure) portent une désignation claire + et -.

Le bruit des piles qui ballottent peut gêner; il est alors conseillé de les caler avec du coton hydrophile sans toutefois empêcher leur mouvement longitudinal nécessaire aux bons contacts. Il arrive que des piles épuisées « coulent » et laissent échapper un liquide corrosif. Le coton, en l'absorbant, limitera les dégâts.

Si des piles sont trop courtes, placer entre elles des pièces de monnaie en nickel ou en bronze (pas en aluminium). Il faut alors isoler (avec du carton ou du ruban collant) le couvercle du compartiment, sous peine de courts-circuits. Cette isolation est également à faire si vous avez des piles dont l'isolement externe vous semble suspect.

Alimentation externe

Sur le côté droit, nous avons un connecteur Tuchel type T 3403, donc femelle, à 6 pôles. Il est marqué « Power Pack ». La fiche correspondante allant sur le câble est la T 3400/1 (mâle).

Voici ses connexions:

- Broche n° 2 = masse = positif de l'alimentation externe.
- Broche n° 5 = alimentation externe, le négatif.

- Broche n° 1 = connectée dans le Nagra au négatif des piles ou des accumulateurs. Permet la recharge de ces derniers sans les sortir de l'appareil.
- Broche n° 6 (au centre) = sortie du -10,0 V stabilisé du Nagra. Cette tension n'est présente que lorsque l'appareil fonctionne. Le débit maximum autorisé est de 100 mA. Il est limité par le Nagra à moins de 500 mA. En cas de court-circuit, le stabilisateur du Nagra se déclenche. Le déclenchement se fait par une mise sur stop du sélecteur principal.
- Broche n° 3 = sortie du signal pilote lu (sur les modèles L, etc.).
- Broche n° 4 = entrée du signal de correction de vitesse.

Tension d'alimentation

Les piles neuves fournissent -18 V. Le fonctionnement est encore correct avec -12 V à la grande vitesse et avec -10,5 V aux petites. Ces valeurs correspondent à un appareil en parfait état et à température normale.

Le stabilisateur interne de tension rend le fonctionnement du Nagra indépendant de la tension d'alimentation (dans les limites autorisées) sauf lors des rebobinages rapides dont la vitesse est directement proportionnelle à celle-ci. La tension d'alimentation maximum admise est de -30 V avec des pointes occasionnelles à -35 V. L'ondulation ne doit pas dépasser 3 V crête à crête à 100 Hz et doit être réduite proportionnellement avec la fréquence. De plus, la tension instantanée ne doit jamais descendre en dessous de -12 V (bruit) ni dépasser -35 V (danger de panne).

Il faut se méfier des « pointes » de tension que l'on rencontre dans les réseaux de bord de certains véhicules.

Dangers de l'inversion de l'alimentation

Une alimentation inversée (positive par rapport à la masse) endommagerait le Nagra. Pour diminuer ce risque, nous avons placé en parallèle sur l'alimentation une diode qui la court-circuite en cas d'inversion.

Si l'accident s'est produit avec des piles, celles-ci seront rapidement épuisées, mais les dommages se limiteront à cela. En revanche, certains accumulateurs sont capables de débiter un courant suffisant (plus de 8 A) pour que les fils intérieurs du Nagra deviennent assez chauds pour décomposer leur isolation. Celle-ci libère alors de l'acide chlorhydrique qui provoque des dégâts importants. Pour limiter ceux-ci, un fusible est intercalé dans le câblage des Nagra IV produit ultérieurement à juillet 1969. Si après une inversion le Nagra ne fonctionne plus, même correctement alimenté, il faut remplacer ce fusible (valeur 3 à 5 A).

Mesure de l'état des piles et de la tension d'alimentation

– « Batt. Reserve » ou réserve des batteries

Lorsque le sélecteur du galvanomètre est sur « Batt. Reserve », celui-ci affiche la différence entre la tension d'alimentation disponible et celle dont le Nagra a besoin. Souvent ces deux tensions « fluctuent ». Notre dispositif prend en considération la plus basse valeur instantanée et la met en mémoire. Ce détail est important, car la tension moyenne d'une alimentation peut être suffisante, mais par moment des « creux » peuvent se produire et alors la tension peut être inférieure au minimum requis. En pratique, le « Batt. Reserve » s'utilise un peu comme une jauge d'essence de voiture; tant que l'aiguille dévie, l'alimentation est suffisante. Elle ne l'est plus quand l'aiguille arrive au bout de l'échelle, à gauche. Des piles neuves ne donnent que 18 V, tandis que le Nagra peut encore être alimenté par 30 V. Cela fait que même avec des piles neuves l'aiguille de « Batt. Reserve » ne dévient que de 40 % environ.

– Indicateur AR

A l'extrême droite et en bas du panneau frontal, nous avons un indicateur marqué AR (comme all right). En fonctionnement normal, une croix blanche doit y apparaître. Elle disparaît quand:

- la tension d'alimentation devient insuffisante. Le dispositif est branché sur la « Batt. Reserve » et il est normal que la croix disparaisse quand le sélecteur du galvanomètre est sur « Batt. Reserve »;
- le courant du moteur atteint sa valeur maximum. Autrement dit, le stabilisateur de vitesse voudrait que le moteur aille plus vite, mais cela n'est pas possible car le limiteur de courant de sécurité agit déjà. Donc, il y a de fortes chances que la vitesse ne soit plus correcte;
- le sélecteur principal est sur la position « Fading ». Nous avons fait cette connexion pour diminuer les risques d'oubli.

En résumé, si vous voyez la croix blanche de l'indicateur AR, vous êtes sûrs que l'alimentation est suffisante et que le moteur tourne correctement. Cela n'implique pas que la vitesse du ruban est correcte, car le contre-cabestan, par exemple, pourrait ne pas être en ordre.

– « Volt/Cell » ou tension par cellule ou par pile

Le sélecteur du galvanomètre en cette position fait travailler celui-ci en simple voltmètre. La graduation à utiliser est celle graduée de 0 à 2 V (ou 0 à 1,6 V). Elle se rapporte au $\frac{1}{12}$ de la tension totale, autrement dit à 1 pile.

La position Volt/Cell est essentiellement destinée à surveiller la tension de certains accumulateurs dont il ne faut pas continuer la décharge au-dessous d'une valeur limite, sous peine de les endommager. Cette valeur est de 1 V/cellule pour certains modèles alcalins.

Il est également possible de surveiller, dans cette position, la tension d'une alimentation externe. Si le « Batt. Reserve » vous montre que le Nagra ne reçoit pas suffisamment de tension tandis que le « Volt/Cell » vous informe que la tension d'alimentation est correcte, vous pouvez en conclure que le besoin en tension du Nagra est anormal. Examinez alors en priorité le collecteur du moteur et le moteur lui-même.

– Mesure du courant du moteur

Le galvanomètre mesure ce courant quand son sélecteur est sur la position « MOT ». Il n'y a pas d'échelle spéciale pour cette mesure et nous utilisons celle du « Volt/Cell » comme échelle arbitraire servant uniquement à un repérage.

Une déviation complète correspond à environ 250 mA. En marche à vide, c'est-à-dire sans ruban et avec le contre-cabestan écarté (mais sans que le rebobinage ne soit enclenché), l'aiguille doit être sur 0,2 à 0,3 V. Si cette valeur est dépassée, voir le paragraphe 6.2.

Piles et accumulateurs

Les informations qui suivent ont été tirées des notices de certains fournisseurs. Si nous citons quelques marques ou fabricants, cela ne veut pas dire que nous les avons jugés meilleurs, mais simplement que leur documentation était à notre disposition. Certains chiffres peuvent être plus optimistes que d'autres et nous ne prenons aucune responsabilité quant à leur exactitude.

En général, les performances d'une pile ou d'un accumulateur dépendent sensiblement des conditions et de la durée du stockage précédant leur mise en service. Choisissez vos sources d'approvisionnement en conséquence.

Pour pouvoir faire quelques comparaisons entre les diverses sources, nous avons supposé deux régimes d'emploi du Nagra:

- Régime A: courant moyen 160 mA, soit 50% du temps en Test et 50 % en Record (enregistrement).
- Régime B: courant moyen 240 mA, soit enregistrement continu avec rebobinages.

– Piles « Leclanché » classiques (Carbone-Zinc)

Elles sont légères, peu coûteuses et en vente partout. Leur capacité varie énormément selon le rythme d'utilisation; elle est médiocre lors de débits forts (500 mA), excellente pour les débits faibles et acceptable pour des débits moyens (Nagra) si les périodes de service sont entrecoupées de périodes de repos, pendant lesquelles la pile peut récupérer (par exemple 2 heures de service par 24 heures).

Les températures admissibles en service vont de 0°C à +50°C. Les performances aux basses températures dépendent des modèles particuliers et il existe des versions spéciales, militaires, pour basse température.

La durée de conservation, c'est-à-dire la période au bout de laquelle la capacité résiduelle est encore de l'ordre de 75 à 90 %, est normalement supérieure à 12 mois si le stockage a été fait à 20°C ou en dessous. Elle peut être réduite à 3 mois et même moins si la température était de 40°C. En revanche, la conservation au froid et même la congélation semblent excellentes. On cite le cas de piles laissées en Antarctique qui ont fourni, après sept ans et demi, leur capacité intégrale. Nous manquons de précisions sur le mode optimum de décongélation. Il semble qu'un processus lent soit préférable. Au-dessus de 50°C, la pile se détruit rapidement.

Estimations de capacité. Abréviations: 2/24 veut dire 2 heures de marche par 24 heures (donc 22 heures de repos). S = 18 h veut dire: durée totale de service égale à 18 heures. Nous considérons la pile comme épuisée quand sa tension en charge tombe à 0,9 V par élément, donc à 10,8 V pour les 12.

Pile Eveready (Ucar) n° 950. Poids: 1,02 kg les 12.

Régime A. 2/24, S = 18 h
4/24, S = 13,5 h
24/24, S = 8,4 h

Régime B. 2/24, S = 8,5 h
4/24, S = 6 h
24/24, S = 4,5 h

Pile Eveready D 99. Poids: 1,12 kg les 12.

Régime A. 2/24, S = 22 h
4/24, S = 17 h
24/24, S = 14 h

Régime B. 2/24, S = 11 h
4/24, S = 7,5 h
24/24, S = 7,4 h

Pile Eveready n° 1150. Poids: 1,12 kg les 12.

Régime A. 2/24, S = 32 h
4/24, S = 23 h
24/24, S = 21 h

Régime B. 2/24, S = 18 h
4/24, S = 12 h
24/24, S = 10 h

Pile Wonder (France) types Export et Marin. Poids 0,96 kg les 12.

Régime B. 24/24, S = 7,75 h

Pile Pertrix 222.

Régime A. 2/24, S = 35 h
Régime B. 2/24, S = 17,3 h
24/24, S = 7,5 h

Pile Pertrix 232.

Régime B. 2/24, S = 13 h
24/24, S = 10,7 h

Pile Leclanché Suisse, n° 800. Poids: 1,02 kg les 12.

Régime B. 24/24, S = 10,5 h

Malgré toutes sortes de précautions prises par les fabricants, il arrive que ce genre de piles « coulent » une fois épuisées.

Ne laissez donc pas de piles déchargées dans votre Nagra.

– Piles alcalines au bioxyde de manganèse

Ces piles sont de conception récente. Leur capacité, aux courants qui nous intéressent, est nettement plus forte que celle des « Leclanché » classiques. Elles sont utilisables entre -20°C et $+71^{\circ}\text{C}$ et leur temps de conservation semble supérieur à 24 mois à 20°C et même à 12 mois à 45°C d'après Mallory.

Mais leur poids est supérieur (1,53 kg au lieu de 1 kg environ) et elles coûtent (aux USA) 3,75 fois plus cher. Leur emploi est intéressant dans les cas suivants:

- température hors des limites des piles ordinaires;
- nécessité d'un long stockage;
- restrictions de poids et volume par heure d'enregistrement (expédition);
- enregistrement pendant de longues durées sans interruption. La capacité des piles ordinaires diminue sensiblement lorsqu'on ne leur laisse pas le temps de « récupérer ».

Certains types de ces piles peuvent être rechargés dans une certaine mesure. Wonder donne les indications suivantes:

- Il est possible d'obtenir plusieurs dizaines de cycles si l'on arrête la décharge quand 70 à 80 % de la capacité est encore dans la pile. La tension par élément sera alors de 1,25 V.

- On rechargera avec un courant de C/15 au maximum, soit 0,5 A pour un élément de 7,5 Ah et 0,67 A pour l'élément de 10 Ah et la recharge sera arrêtée dès que la tension par élément atteint 1,68 à 1,7 V. Il est très important pour la durée de vie de l'élément de ne pas continuer la recharge au-delà de cette limite.

Une recharge par un courant plus faible est évidemment possible.

- Il est possible de recharger une pile complètement déchargée, mais peut-être une ou deux fois seulement.

Estimations de capacité. Abréviations: voir précédemment.

Pile Eveready E 95. Poids 1,53 kg les 12.

Régime A. 24/24, S = 38 h

Régime B. 24/24, S = 26 h

Pile Mallory Mn-1300. Poids: 1,7 kg les 12.

Régime A. 24/24, S = 50 h probablement, information incomplète

Régime B. 24/24, S = 34 h probablement, information incomplète

Pile Wonder Amiro, 1,5. Poids: 1,08 kg les 12.

Régime A. 24/24, S = 38 h probablement, information incomplète

Régime B. 24/24, S = 26 h probablement, information incomplète

Pile Wonder Judit 1,5 V. Poids: 1,37 kg les 12.

Régime A. 24/24, S = 50 h probablement, information incomplète

Régime B. 24/24, S = 34 h probablement, information incomplète

Attention: Wonder autorise la recharge de ses piles. Mallory la défend et met en garde contre un danger d'explosion. Eveready a un modèle spécial destiné à être rechargé, malheureusement non livrable pour le moment dans la dimension convenant au Nagra.

Nous avons donné ici des informations puisées dans les publications de nos fournisseurs. Nous le faisons sous toutes réserves et ne prenons aucune responsabilité. Consultez les fabricants de ces piles pour des instructions d'emploi plus précises.

– Piles au mercure

La capacité, le poids et le prix de ces éléments sont tous trois supérieurs à ceux des piles au manganèse. Leur conservation est également excellente. Mais la polarité de ces piles est inverse de celle des cellules classiques, c'est le boîtier qui constitue le pôle positif. A part un modèle spécial qui a été mis dans un second boîtier pour rétablir la polarité normale (Wonder Pilat), leur emploi dans le Nagra exige un adaptateur. Vu ces dangers d'inversion, nous recommandons la plus grande attention lors de l'emploi des piles au mercure.

Le fonctionnement aux basses températures des piles au mercure habituelles est mauvais (limite $+10^{\circ}\text{C}$), mais il existe des modèles spéciaux qui descendent plus bas.

Capacité: Wonder Pilat 1,3 V. Poids: 2,04 kg les 12.

Régime A. 24/24, S = 112 h

Régime B. 24/24, S = 75 h

Il est à noter que la tension des piles au mercure reste pratiquement constante et égale à 1,2 V durant la décharge. Il est par conséquent impossible de connaître la capacité résiduelle en mesurant leur tension.

– Accumulateurs étanches nickel-cadmium

Il existe un assez grand nombre de modèles et les conditions d'emploi que proposent les fournisseurs varient considérablement. Il ne faut pas conclure automatiquement que le produit dont les performances semblent les plus modestes est le moins bon: il se peut simplement que son fabricant soit moins optimiste.

Voici toutefois quelques caractéristiques générales communes.

■ Durée de vie:

L'avantage essentiel des accumulateurs est l'économie. Même si seulement 100 cycles étaient obtenables (cité par Eveready), le prix de l'heure serait de $\frac{1}{10}$ de celui des piles, très approximativement. Or, NIFE estime pouvoir obtenir 1000 cycles.

■ Bon fonctionnement au froid et au chaud:

NIFE donne: stockage -40°C à $+50^{\circ}\text{C}$. Service: -30°C à $+40^{\circ}\text{C}$. Recharge: 0°C à $+40^{\circ}\text{C}$.

Eveready donne pour le service: -20°C à $+40^{\circ}\text{C}$ avec possibilité de $+71^{\circ}\text{C}$ pour de courtes périodes. Mais tous sont d'accord que le stockage à plus de 20°C abrège leur durée.

■ Charge:

Selon NIFE, un accumulateur RC 40 peut subir une charge rapide (1 heure à 4 A) mais à condition d'avoir été bien déchargé auparavant. Une prolongation de la charge au-delà du nécessaire avec un courant aussi élevé est très préjudiciable à l'accumulateur.

En revanche, un dépassement de charge avec 0,5 ou mieux 0,25 A ne produit pas de dommage. Un Nagra utilisé pendant 8 heures en enregistrement, sans interruption, aura consommé environ 1,9 Ah, soit le 47,5 % de la capacité du RC 40. Notre PAR (avec un ATN) rechargera les accumulateurs avec un courant de 250 mA. Il faudrait 26 heures pour recharger un RC 40 complètement épuisé mais 12 seront suffisantes pour remettre le 1,9 Ah consommé. Les RC 40 supportant sans mal 250 mA, même quand ils sont chargés, il est possible de mettre le Nagra en charge chaque nuit sans avoir à s'occuper de la capacité résiduelle.

Les capacités des Leclanché Suisse 32 A 60 et des Eveready C 2 sont plus faibles (2,5 et 2 Ah). Elles suffisent néanmoins largement pour une journée de travail. La recharge sera également faite à 250 mA (sauf pour le C 2 qui doit être chargé à 200 mA seulement, version PAR-200) pendant 12 à 14 heures.

■ Décharge complète d'accumulateurs mis en série, inversion:

Dans le Nagra, les 12 cellules sont connectées en série. Inévitablement il s'en trouvera une dont la capacité sera un peu plus faible que celle des autres et elle se déchargera la première. Le courant des autres la traversera et l'inversera.

La C 2 d'Eveready est construite de manière à ne pas être gênée par cet accident: elle accepte sans mal un courant inverse de 200 mA pendant 5 heures, ce qui est largement suffisant. C'est peut-être là la raison de sa plus faible capacité.

Les accumulateurs des autres fournisseurs sont probablement aussi protégés dans une certaine mesure contre les inversions, mais nous n'avons pas d'information précise à ce sujet. De toute manière, l'inversion d'une cellule produit une baisse de tension totale de l'ordre de 1,2 V, soit 0,1 V par élément. En arrêtant la décharge à 1,1 V/Cell, vous avez peu de chance d'inverser sérieusement un élément.

De toute manière, aussi bien la capacité d'inversion

d'Eveready que la méthode du 1,1 V sont inopérantes si des cellules bien chargées ont été mélangées avec des cellules épuisées. Il est essentiel de considérer le jeu des 12 accumulateurs comme un tout: chargez-les, déchargez-les, toujours ensemble. En cas de nécessité, déchargez les cellules séparément, une à une, en plaçant à leurs bornes une résistance de quelques ohms ou une lampe. Contrairement aux accumulateurs au plomb, les nickel-cadmium n'en souffrent pas. Puis rechargez-les ensemble.

■ Stockage prolongé:

Il semble que les accumulateurs alcalins étanches qu'on laisse se décharger tous seuls, lentement, subissent une réaction chimique défavorable. Divers fabricants conseillent de stocker ces accumulateurs déchargés. Eveready conseille la procédure suivante pour recharger des éléments que l'on aurait laissés se décharger d'eux-mêmes pendant plusieurs mois: commencer par accélérer la décharge (si C est la capacité en ampère-heure, ce courant de décharge peut être compris entre C:10 et C:2, valeurs en ampères), puis recharger avec un courant moitié du courant normal, soit C:20. La durée de la recharge doit être de 28 à 30 heures. Les éléments ne recouvreront pas du premier coup leur capacité complète, mais seulement après la seconde recharge. Si toute la capacité était indispensable immédiatement, la recharge à C:20 doit durer 48 heures. Si nous extrapolons cette règle aux NIFE, le courant deviendra 250 mA, soit le débit normal du PAR.

De toute manière, le stockage à moins de 21°C est recommandé. Le froid ralentit toutes les réactions chimiques. Il semble que le congélateur soit l'endroit idéal.

■ Dangers d'explosion:

Les accumulateurs étanches, comme certaines piles, peuvent présenter un danger d'explosion. Si des gaz se forment à l'intérieur, leur pression peut devenir considérable. Les produits modernes comportent des soupapes de sécurité, mais nous pensons qu'il est plus prudent d'éviter toutes conditions dans lesquelles des gaz peuvent se dégager. A notre connaissance, elles sont trois:

- Recharge avec un courant supérieur à la capacité /10 au-delà du besoin de l'accumulateur (pour le Nife, courant supérieur à 0,35 A, pour le Leclanché 0,25 A et pour Eveready 0,2 A).
- Recharge inversée de la cellule. Cela peut se produire par suite d'un branchement faux ou par le fait du courant des autres cellules précédemment.
- Mise au contact du feu.

Conclusion

Prenez des piles « Leclanché » classiques (carbone-zinc):

- si vous utilisez votre Nagra sur piles quelques heures par semaine.

Prenez des piles « au manganèse » :

- si vous utilisez votre Nagra sur piles pendant de nombreuses heures d'affilée mais occasionnellement, ce qui rend les accumulateurs non rentables;
- si vous ne travaillez sur piles que très rarement. Les piles au manganèse se conservent plus longtemps et ont moins tendance à couler. Autrement, déchargez le Nagra de ses piles pendant les périodes de repos (mois);
- si vous devez opérer au grand froid ou par temps très chaud.

Prenez des accumulateurs :

- si vous travaillez tous les jours « sur piles » et si le poids des accumulateurs n'est pas un inconvénient. Vous devez bien entendu avoir à disposition une source de courant pour les recharges.

4.2. Chaines du « Direct » et du « Tape »

Vue d'ensemble

Les signaux parvenant aux entrées micro, ligne et mixer, une fois amplifiés, filtrés, dosés et mélangés, forment le signal « Direct » qui sera enregistré sur le ruban.

Le signal lu sur le ruban fournit, après amplification et égalisation, le signal « Tape ». Pendant l'enregistrement, le signal « Tape » provient donc déjà du ruban et permet d'examiner non ce que l'on va enregistrer, mais ce qui vient d'être enregistré.

Le modulomètre mesure le niveau du « Direct ». Il dévie donc même en l'absence du ruban. Par contre, il n'y aura pas de signal « Tape » dans ce cas.

Quand le Nagra est en lecture, le potentiomètre du milieu est également branché sur le signal « Tape ». Le « Direct » est alors constitué non seulement par les signaux d'entrées micro, etc., mais aussi par le signal lu. Ceci permet par exemple de superposer un commentaire au signal provenant du ruban. En revanche, le « Tape » sera toujours constitué exclusivement par le signal lu.

L'amplificateur de sortie ligne, qui alimente également les écouteurs, peut être connecté soit sur le « Direct », soit sur le « Tape ». Le choix se fait par le commutateur « Line & Phones » du panneau frontal.

Par contre, l'amplificateur du haut-parleur n'est alimenté que par le signal « Tape ». Même si les microphones sont en fonction l'effet Larsen n'est pas à craindre, sauf bien entendu si on les place près des écouteurs.

Les entrées « Son »

Les Nagra IV D et L comportent 4 entrées « son » :

- 2 entrées micro;
- 1 entrée ligne asymétrique transformable en 3^e entrée micro à l'aide d'un préamplificateur externe;
- 1 entrée « Mixer » à niveau fixe.

Les Nagra IV A et AL ne comportent qu'une seule entrée micro, à réglage automatique uniquement.

Les Nagra M, ML et MEL ne comportent que l'entrée « Mixer ».

Les entrées micro

Les deux connecteurs micro du côté gauche du Nagra aboutissent à des préamplificateurs enfichables, donc facilement interchangeables. Il en existe un certain nombre de types pour répondre aux besoins les plus divers. Voir chapitre 5.

Les signaux provenant de ces deux entrées sont dosés par les potentiomètres « Mike 1 » et « Mike 2 » du panneau frontal. L'échelle de ces potentiomètres est en décibels. Elle donne approximativement le niveau sonore en phones (pour 1 kHz) qui permet d'obtenir le niveau nominal d'enregistrement (0 db sur le modulomètre) avec un microphone de sensibilité habituelle (0,2 mV/ μ bar) et un préamplificateur normal.

Entrées ligne

Les entrées micro sont convertibles en entrées ligne symétriques et flottantes par l'installation, à la place du préamplificateur micro, du dispositif type QPM-6 (voir chapitre 5).

De plus, les Nagra IV D et L comportent une entrée asymétrique contrôlée par le potentiomètre central du panneau frontal (marqué « Line & Playback »). Cette entrée peut être attaquée de deux manières différentes :

1. Par la douille banane de la face gauche. Impédance: 100 k Ω . Tension minimum pour une modulation au niveau nominal 0 db avec le potentiomètre complètement ouvert: 0,37 V précis. Tension maximum: jusqu'à 150 V. C'est la valeur supportée par la résistance d'entrée, mais normalement on ne dépasse pas 10 V, car une certaine diaphonie est à craindre pour des tensions supérieures. Si 150 V ont été prévus, c'est pour permettre le raccordement occasionnel à un système de distribution de son à 100 V nominal.
2. Par le connecteur « Acc. » de la face gauche. Dans ce cas, l'attaque doit se faire non en tension, mais en courant. 3,73 μ A efficace modulent au 0 db avec le potentiomètre ouvert. La source doit avoir une impédance si possible supérieure à 20 k Ω . Une valeur plus petite provoque une baisse du rapport signal sur bruit. Nous devons insister sur cette particularité d'attaque: si votre source fournit une tension, il faut la convertir en un courant, en insérant une résistance. Si votre tension est de 0,37 V, la résistance sera de 100 k Ω . Une résistance de 20 k Ω nécessitera 74 mV. A la rigueur, en descendant à 10 k Ω , une tension de 37 mV peut suffire. Mais si vous disposez d'un signal plus faible, le raccordement doit se faire à l'aide d'un adaptateur à transistors ou éventuellement d'un transformateur suivi de la résistance.

Nos anciens mixers BM sortaient en tension (10 mV). L'adaptateur type QCB est indispensable. En revanche, les préamplificateurs pour microphone supplémentaire type BS II sortent déjà en courant et peuvent être raccordés directement.

L'attaque en courant permet le mélange facile de plusieurs signaux. Son avantage essentiel consiste toutefois en l'atténuation des signaux parasites induits magnétiquement dans les lignes: ces tensions sont en série avec une impédance très grande (source de courant pure) et ne donnent naissance qu'à des signaux-courant négligeables. Le connecteur sur le Nagra est une prise Tuchel n° T 3403, donc à 6 pôles femelles. Sur le câble vient le n° T 3400/1, donc mâle. La borne n° 2 est la masse commune. Le n° 3 est l'entrée 3,73 μ A. Le n° 6 fournit du =10 V stabilisé et filtré permettant d'alimenter un accessoire. On peut en tirer un courant de 100 mA.

Entrée « Mixer »

Elle est à sensibilité fixe: 560 mV modulant le Nagra au niveau nominal 0 db. Si l'on veut enregistrer jusqu'à +4 db, on peut donc y envoyer jusqu'à 885 mV eff., soit $\pm 1,25$ V crête.

L'impédance de l'entrée est de 9,38 k Ω . Elle est purement ohmique. Le connecteur sur le Nagra est une prise Tuchel n° T 3478, donc à 7 pôles femelles. Sur le câble vient le n° T 3475/1, donc mâle. Voici le brochage:

- N° 1 = entrée signal dont il était question plus haut.
- 2 = sortie d'alimentation =10 V, 50 mA, avec une tension de bruit inférieure à 5 μ V eff., mesurée avec le filtre ASA A.
- 3 = sortie du « Direct ». Niveau nominal 560 mV. Impédance de charge: supérieure à 5 k Ω . Cette sortie permet le retour d'écoute sur le mixer.
- 4 = brut, c'est-à-dire la tension d'alimentation non stabilisée, telle qu'elle alimente le Nagra. Cette tension est prise avant l'interrupteur principal du Nagra. Elle est donc présente même si le Nagra

est sur « Stop ». Ceci permet de faire fonctionner le mixer sur les piles du Nagra, même quand celui-ci n'est pas en marche. Le commutateur « Power » décide si le — brut provient des piles ou de l'alimentation externe. Le courant que l'on peut débiter de cette borne dépend soit des piles utilisées, soit de l'alimentation externe.

5 = sortie du « Tape ». Niveau nominal: 560 mV. Impédance interne: 3,5 k Ω .

Le fait de charger cette sortie par une impédance provoque une baisse correspondante du niveau. Comme on n'y prélève qu'un signal destiné à contrôler le bon fonctionnement des chaînes enregistrement-lecture, cette baisse est sans inconvénient.

6 = borne « Stop ». En la reliant au —10 V, on provoque l'arrêt du moteur du Nagra si celui-ci est en enregistrement ou en lecture. En revanche, cette télécommande n'agit pas lors de l'avance ou du retour rapide. Cela permet de télécommander les départs et arrêts depuis le mixer, mais n'empêche pas de rebobiner le ruban. Cette borne est également à utiliser lorsqu'on veut faire démarrer le Nagra à distance, par exemple par l'apparition du signal pilote. Il n'est pas bon, en effet, d'opérer cette télécommande en coupant et en rétablissant simplement l'alimentation générale, le Nagra étant laissé en « Record ». En effet, le sélecteur principal placé sur « Record » connecte la tête d'enregistrement aux circuits enregistreurs. Pendant l'établissement de l'alimentation, ces circuits délivrent des signaux transitoires qui peuvent aimanter la tête d'enregistrement et détériorer le rapport signal sur bruit, sur le ruban enregistré. Il faut alors désaimanter la tête enregistreuse pour retrouver les performances normales.

En revanche, il n'y a pas d'inconvénient à télécommander le Nagra par l'alimentation s'il est en lecture.

7 = Masse

Générateur de référence (Nagra IV D et L)

Sur le panneau frontal, en bas, à droite du galvanomètre, nous avons le sélecteur des filtres. En le plaçant sur « Ref », nous mettons en marche un oscillateur stabilisé en amplitude qui injecte sur le « Direct » un signal de 400 Hz au niveau -8 db. Le modulomètre affichera donc -8 db. En revanche, si l'appareil est équipé d'un v.u.-mètre, l'indication sera de 0 v.u.

Il est commode d'enregistrer au début d'une bobine une courte plage de ce signal. Sa lecture facilitera le réglage des appareils devant utiliser ultérieurement l'enregistrement. Mais il ne faut pas oublier l'effet de copie. Avec le temps, un enregistrement se copie dans une certaine mesure sur les spires adjacentes de la bobine. Cela produit une sorte d'écho perceptible lors des silences précédant ou suivant un son fort. Le signal de référence se copiera également, mais étant un son pur, sa présence sera plus perceptible que celle d'un son ordinaire. Il faut donc observer une pause d'un ou deux tours de bobine entre l'enregistrement du signal de référence et le début de l'enregistrement. Ce sont les tours de la bobine débitrice qui comptent, car c'est sur elle que le ruban sera rebobiné et stocké.

Oscillateur de claquette (Nagra IV L, AL, ML et MEL)

Cet oscillateur injecte également son signal sur le « Direct ». Voir au chapitre 3, les paragraphes 3.2 et 3.3.

Réglage de la sensibilité d'entrée (Modulation)

Dynamique, rapport signal sur bruit, décibels

Nous appelons dynamique le rapport entre un fortissimo et un pianissimo. Elle est très grande pour un orchestre symphonique et petite pour un speaker lisant un bulletin d'informations.

Le rapport signal sur bruit est apparenté à la dynamique. Il faut qu'un pianissimo soit nettement plus fort que le bruit. Donc un son à dynamique élevée exige un rapport signal sur bruit élevé. Toutefois, ce rapport peut être pratiquement égal à la dynamique dans le cas où le bruit est proche du seuil de perception: le pianissimo sera entendu, mais le bruit sera en dessous du seuil.

La perception subjective du niveau sonore suit une loi plus ou moins logarithmique. C'est pour cela que l'usage s'est établi d'utiliser une unité logarithmique pour mesurer le niveau sonore. C'est le décibel (db). Chaque fois que la puissance sonore est multipliée par 10, le nombre de décibels qui la représente est augmenté de 10. Donc une augmentation de 100 fois égale 20 db. 1000 fois correspondent à 30 db, etc. Il faut encore remarquer que la puissance est proportionnelle au carré de l'amplitude. La tension que fournit un microphone est proportionnelle à l'amplitude. Autrement dit, si la tension augmente de 10 fois, la puissance augmente de 100 fois et cela correspond à 20 db.

Le décibel mesure donc un rapport de puissances et non une valeur absolue. En prenant comme référence un son correspondant à une variation de pression de 2×10^{-4} μ bar (valeur considérée comme seuil de l'audition à 1 kHz), nous obtenons une échelle en valeur absolue. Un son de 90 db veut dire de 90 db supérieur à 2×10^{-4} μ bar. La courbe de réponse de notre oreille varie avec la fréquence. Pour tenir compte de cela, la mesure du niveau sonore peut se faire avec des filtres simulant ces variations de sensibilité de notre oreille. Alors les décibels par rapport 2×10^{-4} μ bar deviennent des phones.

Les échelles des potentiomètres du Nagra IV sont graduées en décibels par rapport à 2×10^{-4} μ bar. A 1 kHz, ces décibels se confondent avec les phones, mais le Nagra ne comportant pas ces filtres (appelés psophométriques), il ne faut pas le considérer comme un phone-mètre. Le repère du bouton du potentiomètre placé sur X db, un son de X db capté par un microphone normal (0,2 mV/ μ bar sur 200 Ω) et attaquant un préamplificateur de sensibilité normale, produit un enregistrement au niveau nominal. Le modulomètre affichera 0 db.

Compression de dynamique

Nous pourrions imaginer une installation d'enregistrement et de reproduction qui restitue exactement les niveaux sonores qu'elle a captés. L'auditeur entendrait exactement ce qu'a entendu le microphone. Notre oreille a une dynamique de plus de 120 db. Le Nagra IV a un rapport signal sur bruit exceptionnellement élevé. Or, ce rapport atteint péniblement 70 db. Un magnétophone d'amateur doit, d'après les normes DIN, arriver à 45 db. Il est clair que l'installation dont nous parlions n'est pas réalisable sans une compression à l'enregistrement et une décompression à la reproduction.

Mais l'écoute avec une dynamique de 120 db pose des problèmes pratiques: le bruit ambiant d'un appartement ou d'une salle de cinéma est nettement supérieur à 0 phone. 120 phones deviennent pénibles à entendre et posent de sérieux problèmes avec les voisins! Donc, sauf dans des cas tout à fait exceptionnels, la dynamique d'écoute doit être réduite. Le choix de cette dynamique et, par conséquent, le degré de compression sont une des tâches essentielles de l'ingénieur de son.

Le disque de musique classique destiné à être écouté sur une chaîne de haute fidélité peut avoir une dynamique très élevée. Un orchestre de chambre pourra être enregistré pratiquement sans compression. Un orchestre symphonique devra être légèrement comprimé: ce travail se fait partition devant les yeux et exige une grande culture musicale.

Une émission destinée à être écoutée en voiture ou sur un « transistor » en milieu bruyant doit avoir une dynamique très restreinte. Pratiquement, tout sera au niveau maximum. En télévision, la dynamique peut être assez grande, du moins dans les pays où l'habitation en maisons individuelles est dominante. Les immeubles locatifs limitent la puissance maximum. Dans tous les cas, les émissions de la soirée doivent avoir une dynamique moins grande: le volume d'écoute étant fortement baissé pour ne pas réveiller les enfants, les pianissimi doivent être encore perceptibles. Il est vrai que le soir le niveau du bruit ambiant est réduit également.

En cinéma, la dynamique dépend du public auquel le film est destiné. Dans certains pays, les salles sont très bruyantes: on y mange, on entre, on sort, on bavarde, etc. Un film comique provoque le rire (on l'espère du moins...) et il faut en tenir compte: les répliques suivant un gag doivent avoir un niveau considérable, sinon elles deviennent noyées dans le bruit de salle. En revanche, une scène à suspense permet l'emploi de sons très faibles.

D'une manière générale, pour le dialogue, on peut obtenir un effet non par le niveau absolu du son, mais par le contraste: un éclat de voix sera beaucoup plus effectif s'il est précédé d'un passage de niveau modéré. Cette astuce est bien connue des « mixers » du cinéma: on baisse le niveau avant un forte.

Quand la compression doit-elle se faire ?

- a) Enregistrement destiné à être reporté sur disque. Le rapport signal sur bruit du disque actuel est excellent. Il ne faut donc pas que le ruban introduise du bruit de fond supplémentaire. Si une compression est décidée, elle doit se faire lors de la prise de son, sinon une remontée des pianissimi amènerait une remontée correspondante du bruit du ruban. Il peut être difficile d'utiliser toute la dynamique de l'enregistreur sans risquer de dépasser, lors d'un fortissimo, le niveau maximum. Pour cette raison, il est prudent de travailler simultanément avec deux ou trois magnétophones mis en parallèle, mais dont les sensibilités d'entrée sont décalées de quelques décibels. On utilisera le ruban enregistré le plus fort, mais sans que le niveau maximum ait été dépassé. Il sera également possible de choisir lors de l'édition certains passages sur le ruban n° 1, d'autres sur le ruban n° 2, etc.
- b) Enregistrement destiné à être radiodiffusé tel quel. La compression devra évidemment se faire à la prise de son. Pour un reportage, etc., l'usage du régulateur automatique de sensibilité peut être intéressant. Il tend à obtenir toujours le niveau maximum, c'est-à-dire qu'il comprime fortement.
- c) Enregistrement destiné à être radiodiffusé, mais qui sera retravaillé en studio. Dans ce cas, deux méthodes sont possibles. Le rapport signal sur bruit du Nagra IV dépassant celui de la radiodiffusion, il n'est pas essentiel d'utiliser toute la dynamique du Nagra. On peut par exemple ajuster la sensibilité de manière que les fortissimi prévus arrivent à 0 db. Le niveau maximum du Nagra IV étant +4 db, nous disposons ainsi d'une marge de sécurité. La compression pourra se faire selon les besoins en studio, lors du travail final.

d) Cinéma et télévision. Là, le son est toujours retravaillé lors du « mixage » final. L'important est de mettre en conserve le maximum de l'information sonore. La très grande dynamique du Nagra IV permet de tenir les fortissimi assez loin du niveau maximum et d'éviter des accidents lors d'un éclat. Dans bien des cas, il sera même intéressant de travailler en automatique, mais cette décision dépend des circonstances et ceux qui ont à la prendre n'ont pas besoin de nos conseils. Mais il faut encore considérer le problème du bruit de fond du microphone et de son amplificateur. Très souvent, le bruit de fond de l'enregistrement n'est pas dominé par celui du ruban, mais par celui du microphone. Dès lors, il est inutile d'augmenter la sensibilité à l'enregistrement. Le niveau général serait plus fort, mais également celui du bruit. Nous ne gagnerions rien en information, mais les risques de saturation par un éclat seraient inutilement augmentés.

Le « point au-delà duquel il est inutile d'aller » se situe vers 80 db de l'échelle des potentiomètres. Vous pouvez le vérifier facilement: remplacez le microphone par une résistance égale à l'impédance nominale du micro, pour éviter que les bruits ambiants ne dérangent votre mesure. Enregistrez et lisez simultanément (commutateur Line & Phones sur « Tape »). Ecoutez avec de bons écouteurs. Augmentez la sensibilité micro. Même avec le potentiomètre fermé, vous entendrez un bruit de fond. Ouvrez le potentiomètre. Jusqu'à 90 db de l'échelle, le bruit de fond ne variera guère. Mais dès 80 db, le bruit de la résistance remplaçant le microphone et du préamplificateur deviendra prédominant.

Ce point varie selon la qualité du ruban employé: avec un mauvais ruban, il sera peut-être à 78 dB et avec un excellent, à 82 db. Il suppose également que la lecture se fasse sur le Nagra IV ou un appareil de performances similaires. Si une machine ordinaire devait être utilisée, n'ayant pas une chaîne de lecture aussi silencieuse, il pourrait alors être indiqué d'augmenter la sensibilité d'entrée au-delà de 80 db.

En revanche, le problème est tout différent si le ruban produit doit être diffusable sans « retravail ». Alors il faut comprimer selon les besoins, même si le bruit de fond du micro dépasse nettement celui du ruban. Pour ces applications, nous avons créé des préamplificateurs à gain augmenté (voir chapitre 5).

Réglage manuel de sensibilité

Ce travail consiste à placer les potentiomètres des microphones en service à une valeur telle que le plus fort des sons à enregistrer ne dépasse pas le niveau maximum.

Les potentiomètres correspondant aux entrées non utilisées doivent évidemment être fermés.

Les potentiomètres actifs sont donc également utilisés pour effectuer une éventuelle compression. On augmentera la sensibilité durant les passages pianissimi et vice versa.

Limiteur

Les Nagra IV D, L, M et ML sont munis d'un limiteur de sécurité qui diminue instantanément le gain de l'amplificateur d'enregistrement dans le cas où un signal dépassant le niveau maximum lui parviendrait. Cette limitation est évidemment une altération du signal original, mais elle est moins nuisible qu'une saturation du ruban. Normalement, le limiteur ne doit entrer en action que lors d'accidents de prise de son.

Mais il arrive qu'au milieu d'un dialogue, on ait un son bref mais fort qui dépasse le niveau maximum. On préfé-

rait le voir saturé car, vu sa brièveté, cette saturation serait sans conséquence. Or, le limiteur limite et met un certain temps à retrouver sa sensibilité normale. Cette variation de sensibilité affecte le son ambiant et peut être plus nuisible que la saturation par le son bref.

Pour éviter ce phénomène, il faut raccourcir le temps de recouvrement du limiteur. Nous enverrons volontiers les instructions à ceux qui auraient ce problème. Les Nagra IV produits depuis le n° 1956903 ont ce temps raccourci d'office.

Régulateur automatique de sensibilité (RAS)

Les Nagra IV D et L sont munis d'un régulateur automatique de sensibilité. Il se substitue au potentiomètre manuel quand le sélecteur placé à gauche du galvanomètre est sur « Automatic ».

En « 1-Automatic », seul le micro n° 1 a sa sensibilité réglée automatiquement. Le micro n° 2 est toujours contrôlé par le potentiomètre n° 2. En « 1 & 2-Automatic », les deux microphones sont branchés sur le régulateur automatique.

Le fonctionnement du RAS est complexe. Pour mieux l'assimiler, il est commode de placer le sélecteur du galvanomètre sur « Compression ». Alors l'aiguille affiche de combien la sensibilité de l'appareil a été réduite. La position extrême gauche correspond au gain maximum. La position extrême droite a une réduction de gain ou compression de 30 db environ.

Lorsqu'un signal dont l'amplitude est suffisante pour que le niveau d'enregistrement maximum soit dépassé parvient au micro, le RAS diminue instantanément le gain pour éviter une surmodulation (comme le limiteur). Si le signal est bref, le RAS conclut qu'il est accidentel et l'oublie rapidement, c'est-à-dire retrouve sa sensibilité antérieure. En revanche, un signal long est considéré comme utile. La sensibilité est alors mise en mémoire, donc maintenue. Cela évite les remontées du bruit ambiant entre les mots.

Toutefois, il peut arriver qu'un signal perturbateur soit long. Il provoque alors une réduction de sensibilité durable. Pour éviter cela, le RAS comporte un circuit de recouvrement rapide qui entre en action si le niveau reste inférieur à -10 db pendant environ 1,5 seconde. Donc, si un bruit fort et long vous a dérangé, en se taisant pendant une seconde et demie l'appareil se remet en sensibilité normale.

Les expériences nous ont montré que le RAS permet l'enregistrement absolument automatique de reportages, interviews, etc., d'une qualité difficilement atteignable avec un réglage manuel.

Les diverses constantes de temps du circuit sont modifiables. Nous sommes partis avec des valeurs qui nous sont apparues optimales, mais il est possible, après plus d'expériences, de les modifier encore. Le circuit du RAS étant enfichable, cela est très simple à faire en pratique.

Mesure du niveau du signal

Les Nagra IV D et L sont équipés d'un dispositif de mesure du niveau du signal. Normalement, c'est un modulomètre, mais sur demande, un v.u.-mètre est également disponible.

Ce dispositif est branché sur le « Direct ». Pendant l'enregistrement, il mesurera donc le niveau de celui-ci. Si l'amplificateur de ligne est branché sur le « Direct » (commutateur « Line & Phones » sur « Direct »), nous mesurerons donc également le signal envoyé sur la ligne. En revanche, si le « Line & Phones » est sur « Tape »,

le niveau envoyé sur ligne sera indépendant du « Direct » et par conséquent non mesuré. Mais ce niveau n'est de toute façon pas réglable: un ruban enregistré au niveau nominal fournit un signal ligne de niveau nominal.

■ Modulomètre ou v.u.-mètre:

Pour mesurer le niveau d'un signal électrique représentant un son, nous avons essentiellement deux dispositifs possibles: le modulomètre et le v.u.-mètre. Tous deux sont en fait des voltmètres à aiguille, dont la position représente le niveau. Mais leur construction et par conséquent leur fonctionnement sont assez différents.

■ Modulomètre:

Le modulomètre mesure la valeur crête du signal. Quelle que soit la forme ou la durée de celui-ci, le modulomètre prend en considération la valeur la plus forte, positive ou négative. Il est doté d'une mémoire: le signal peut être très bref; il faut laisser à l'aiguille le temps de monter et à l'opérateur le temps de l'apercevoir.

L'avantage essentiel du modulomètre vient de ce qu'il mesure la grandeur qui intéresse directement le ruban magnétique: c'est une pointe de signal qui risque de le saturer. La valeur moyenne du signal, si elle concerne l'auditeur, n'a pas d'importance pour le ruban. En particulier lors d'un enregistrement de bruits, les indications du modulomètre sont toujours exactes, quelle que soit la durée du son.

L'échelle d'un modulomètre peut être logarithmée, c'est-à-dire linéaire en décibels. Dans le cas du Nagra, elle pourrait avoir par exemple une étendue de 70 db. Cela permettrait d'apprécier exactement même les pianissimi. Toutefois, nous avons jugé préférable de la limiter à -30 et +5 db pour tenir compte des habitudes prises avec les v.u.-mètres qui ne sont pas logarithmés du tout: l'opérateur voyant l'aiguille bouger sait que son niveau est supérieur à -20 db. Or, avec un modulomètre de 70 db, il pourrait être à -60 par exemple.

■ v.u.-mètre:

Du temps des lampes, un modulomètre coûtait très cher et souvent on lui préférait un appareil beaucoup plus rudimentaire, le v.u.-mètre. Plus tard, on s'aperçut que le v.u.-mètre n'était pas dépourvu d'intérêt et les habitudes prises, les normalisations aidant, beaucoup de radio-diffusions l'ont adopté.

Un v.u.-mètre est un simple voltmètre à redresseur mais dont le temps de réponse a été normalisé. Si le signal à mesurer est continu (sifflement par exemple), le v.u.-mètre en affichera la valeur, comme le modulomètre. Mais si le signal est intermittent (parole par exemple) le v.u.-mètre ne donnera que sa valeur moyenne, c'est-à-dire nettement inférieure aux valeurs instantanées maximales.

Pour la parole, on s'est aperçu que cette valeur moyenne était grosso modo de 8 db inférieure à la valeur maximale. En rendant le v.u.-mètre plus sensible de 8 db, on obtenait, pour la parole, une indication 0 v.u. quand les pointes atteignaient la valeur maximale. réelle. Ceci paraît assez cavalier, mais fonctionne relativement bien en pratique. Pour des bruits, les indications du v.u.-mètre deviennent évidemment très inexactes, le rendant pratiquement inutilisable.

Cependant, le v.u.-mètre a également certains avantages:

- Prix: Ceci était vrai autrefois, à l'époque des lampes.
- Equilibre parole-musique. Si vous modulez de la parole et de la musique avec un modulomètre, c'est-à-dire de manière que les pointes des signaux ne

dépassent pas le niveau maximum, la musique semblera subjectivement plus forte. Ceci est dû au caractère plus continu des signaux musicaux. Donc, dans un programme mixte, il faut moduler la parole plus fort que la musique. Cela peut se faire en modulant la musique correctement et en surmodulant la parole ou, au contraire, en sous-modulant la musique.

Il faut remarquer qu'une légère surmodulation de la parole n'est pas catastrophique: on munit l'émetteur d'un limiteur (comme celui du Nagra IV) qui coupe les rares pointes dépassant le niveau maximum. La détérioration subjective de la qualité du son reste minimum. En revanche, une modulation forte augmente la portée de l'émetteur, ce qui intéresse directement les postes commerciaux.

Or, un v.u.-mètre sous-affiche la parole. En modulant le programme au 0 v.u., on surmodule donc la parole et sous-module la musique. De ce point de vue, le v.u.-mètre semble donc intéressant pour les émissions mixtes dont la qualité n'a pas une très grande importance, mais dont la portée doit être aussi grande que possible.

En revanche, lors d'une émission purement musicale, le v.u.-mètre conduit à mal utiliser la dynamique de l'émetteur qui est alors souvent sous-modulé.

- c) Le v.u.-mètre a une échelle non logarithmique. Pour que l'aiguille bouge, il faut que le niveau dépasse -20 db. Ceci amène l'opérateur à comprimer davantage, c'est-à-dire à relever fortement les pianissimi. Cela est préjudiciable à la qualité d'une transmission musicale, mais augmente la portée. En revanche, cela est favorable si l'écoute doit se faire par exemple dans une voiture ou une salle de cinéma particulièrement bruyante.

■ Conclusions

Le problème qui nous intéresse ici est de savoir si le Nagra doit être muni d'un modulomètre ou d'un v.u.-mètre. Le modulomètre permet d'utiliser au maximum la dynamique de l'appareil, que l'on ait à enregistrer des bruits, de la parole ou de la musique. L'équilibre sonore se fait de toute manière lors de « retravail » du son (cinéma, etc.).

Si, par hasard, une émission parole-musique doit être enregistrée sur le Nagra et diffusée telle quelle, l'opérateur doit simplement moduler la parole à +2 ou même +4 db, le limiteur se chargeant des pointes éventuelles, et la musique à 0 ou même -2 db.

Le v.u.-mètre ne se justifie que pour des organismes de radiodiffusion où il est normalisé, étant donné les habitudes des opérateurs.

■ Remarques sur le calibrage

Nous appelons « niveau d'enregistrement nominal » celui qui est considéré d'habitude comme le niveau maximum (200 mV). Nous utilisons le mot « nominal » et non « maximum », car dans le Nagra IV ce niveau peut être dépassé de 4 db grâce à notre procédé d'enregistrement spécial.

C'est l'indication 0 db au modulomètre qui correspond à ce niveau. Il n'est pas mesurable avec un v.u.-mètre, car l'aiguille va alors au bout du cadran, la sensibilité du v.u.-mètre ayant été augmentée de 8 db pour compenser sa lenteur de réponse.

Donc un signal à -8 db, c'est-à-dire de 8 db inférieur au niveau nominal, produit sur un Vu-mètre une indication 0 v.u., alors que sur le modulomètre nous obtenons -8 db sur l'échelle.

Le générateur de calibrage des Nagra IV D et L fournit un signal de -8 db. Il correspond au 0 v.u. d'un v.u.-mètre.

■ Mise en garde pour les opérateurs habitués au Nagra III

Le modulomètre du Nagra III allait jusqu'à +2 db. Celui du Nagra IV va jusqu'à +5 db. Ceux qui ont pris l'habitude de moduler de manière que l'aiguille aille jusqu'au bout du cadran surmodulent alors le Nagra IV. Il faut respecter la limite +4 (trait « Max »).

Il existe des Nagra III ajustés pour un niveau d'enregistrement inférieur au niveau nominal, ceci sur demande de certaines radiodiffusions qui, utilisant le v.u.-mètre, ont dû abaisser leur point de travail. Les opérateurs de ces Nagra III se sont aperçus que, même en surmodulant selon leur instrument, ils obtenaient des résultats corrects, car en fait ils travaillaient alors seulement au niveau maximum. Nous les mettons en garde de ne pas utiliser de cette manière le Nagra IV, car le point +4 db correspond réellement au niveau maximum.

Filtres d'atténuation des basses fréquences

Pourquoi filtrer ?

Il est bien connu des preneurs de son que, dans certains cas, une atténuation des basses fréquences peut améliorer la qualité subjective du résultat. En voici les raisons:

- Certains microphones (à ruban par exemple) ont une courbe de réponse très linéaire mais seulement s'ils se trouvent suffisamment éloignés de la source sonore. Placés près de celle-ci (10 cm) ils accentuent les basses. Cela donne par exemple une voix très chaude, phénomène mis à profit par certains chanteurs, mais diminue l'intelligibilité.
- Un studio de prise de son est construit et traité de manière à réfléchir dans une même proportion les sons graves et aigus. Mais quand la prise de son est faite dans un local quelconque, souvent nous constatons une accentuation des basses fréquences, les tapis, rideaux et autres absorbants atténuant essentiellement les aigus. Les basses sont réfléchies intégralement.

Dans ces cas a) et b) l'atténuation des basses ne fait que rétablir la linéarité. Dans le cas a) cela est clair, mais en b) la réalité n'est-elle pas ce que nous aurions entendu si notre oreille se trouvait à la place du microphone? Mais notre oreille a la faculté de sélectionner les sons en fonction de leur direction et d'atténuer subjectivement les sons réfléchis. Lors d'une prise de son mono (et même en stéréo telle qu'elle est pratiquée aujourd'hui, c'est-à-dire dans un seul plan), le microphone capte sans discrimination tout ce qui lui parvient. Bien sûr, nous pouvons utiliser ses propriétés directionnelles, mais les basses réfléchies peuvent l'être derrière la source sonore et parvenir au microphone exactement de la même direction que le son utile.

Mais en plus du souci de rétablir la linéarité, il se révèle que, dans certains cas, une atténuation des basses peut, tout en faussant la réalité, améliorer le résultat subjectif. En particulier elle augmente l'intelligibilité. D'autre part, on est parfois obligé d'y recourir pour atténuer les bruits du plateau, cherchant alors le moindre mal.

A quelle étape filtrer ?

Deux solutions sont possibles: filtrer à la prise de son ou lors de l'édition. Comparons ces méthodes:

- En filtrant lors de l'édition (dubbing) on peut facilement recommencer. En revanche, si l'on filtre exagérément lors de la prise de son, les dégâts sont pratiquement irréparables.

- b) Mais en enregistrant linéairement on charge le ruban de signaux qui produisent un certain bruit de modulation. Ces signaux seront éliminés ultérieurement mais le bruit restera.
- c) Avant de passer au dubbing, il est nécessaire de faire écouter le son lors des « rushes ». Un son non filtré est pénible et le producteur juge mal le résultat.

Conclusion: Nous recommandons de filtrer lors de la prise de son, mais un peu moins que ce qui paraît nécessaire. Il y a peu de chances alors de surfiltrer. Le filtrage sera achevé lors de l'édition.

De toute manière, l'emploi d'un très bon casque est vivement recommandé. Il faut se méfier des casques qui coupent les basses: ils jouent le rôle du filtre et trompent l'opérateur.

Les préamplificateurs enfichables du Nagra IV

5.1. Introduction

La technologie des microphones n'est pas encore stabilisée et chaque année de nouveaux modèles sont mis sur le marché. Beaucoup d'entre eux doivent être alimentés en énergie et il existe plusieurs modes d'alimentation. Les tensions de sortie peuvent varier, suivant les types, dans un rapport de 1 à 20. Tout cela fait qu'il n'est pas judicieux de munir un magnétophone d'un seul type de dispositif d'entrée (préamplificateur micro). Nous avons préféré rendre ces organes facilement interchangeable. Actuellement, un certain nombre de ces préamplificateurs sont déjà disponibles et des modèles nouveaux seront conçus au fur et à mesure des besoins futurs.

5.2. Les microphones

Un microphone convertit les ondes acoustiques en un signal électrique. Divers phénomènes physiques ont été mis à profit pour réaliser cette conversion et nous avons ainsi des micros à condensateur, électrodynamiques à bobine mobile, électrodynamiques à ruban, piézo-électriques, etc. Il n'existe pas encore de microphone parfait, ni de micro universel. Chacun a ses défauts et ses qualités propres et le choix dépend des qualités que l'on recherche en priorité, d'où la grande variété des micros disponibles.

Caractéristiques d'un microphone

– Sensibilité

Placé dans un champ acoustique donné (par exemple 1 μbar eff.), un microphone fournit un signal de X mV eff. X représente sa sensibilité ou, en quelque sorte, son rendement. Pour que cette valeur ait un sens, il faut encore préciser l'impédance interne du microphone et l'impédance par laquelle on peut le charger (impédance de charge).

Un microphone électrodynamique classique a une sensibilité de 0,2 mV/ μbar sur 200 Ω d'impédance interne. Un modèle donnant 0,25 mV est considéré comme sensible, tandis qu'un modèle fournissant 0,1 mV est insuffisant pour la prise de sons faibles.

Les microphones à condensateur sont toujours couplés à un préamplificateur se trouvant dans le boîtier même du micro, car leur grande impédance ne permet pas de véhiculer le signal par un câble.

A la sortie du préamplificateur, nous obtenons 1 à 4 mV/ μbar , avec une impédance de charge de 200 à 1000 Ω . Il est difficile de réaliser un préamplificateur à très faible

bruit de fond, capable de recevoir les signaux aussi forts que ceux que fournit un microphone à condensateur placé dans un champ acoustique fort (100 μbar).

Pour cette raison, il vaut mieux avoir des préamplificateurs spécialisés pour les micros à condensateur. L'emploi d'un atténuateur entre un microphone à condensateur et un préamplificateur conçu pour un micro électrodynamique est mauvais, car il détériore le rapport signal/bruit.

– Courbe de réponse

Cette courbe représente la sensibilité du micro en fonction de la fréquence. Elle peut ne pas être la même selon la direction d'où provient le son. Ce point est très important et nous y reviendrons par la suite.

Les constructeurs de microphones se sont beaucoup attachés à la courbe de réponse et, en général, la majorité des micros professionnels disponibles ont cette caractéristique suffisante, du moins pour les sons les frappant de face.

– Coloration. Reproduction de transitoires. Réverbération

Cette caractéristique est importante et fort mal connue. Nous pensons utile d'entrer dans les détails. Voici d'abord un exemple qui facilitera la description du problème:

Prenons une chambre de réverbération artificielle. Elle peut avoir une courbe de réponse, une distorsion et un rapport signal/bruit excellents. Or, on ne saurait prétendre qu'elle ne modifie pas le signal qui la traverse. Elle ajoute de la réverbération. Ceci veut dire que la courbe de réponse, la distorsion et le rapport signal/bruit ne suffisent pas à décrire les performances d'un dispositif électro-acoustique.

Un microphone électrodynamique à bobine mobile utilise des résonances pour rendre sa courbe de réponse plate. En ondes sinusoïdales continues, son fonctionnement est parfait. Mais lorsqu'un signal apparaît brusquement, le dispositif résonnant a besoin d'un certain temps pour se mettre en mouvement. Quand le son disparaît brusquement, le résonateur continue à produire un signal. Il en résulte qu'une transitoire (par exemple un bruit sec) sera colorée par les résonances propres du micro. Ceci explique les différences constatées « à l'oreille » entre des microphones dont les caractéristiques sur papier semblent identiques.

En général, les microphones à condensateur n'utilisent les phénomènes de résonance que dans les extrêmes aigus où les phénomènes de coloration ont peu d'importance. Par conséquent, ils sont très fidèles. Les microphones à ruban peuvent colorer dans le bas du spectre. Les électrodynamiques à bobine mobile colorent le plus.

Mais il ne faut pas croire que cette coloration soit toujours indésirable. Elle peut améliorer certaines voix et le preneur de son expérimenté n'hésite pas à y recourir. Il utilise également les défauts de courbe de réponse comme filtres, etc.

– Fonctionnement aux niveaux sonores élevés

Les microphones à ruban ou à condensateur bidirectionnels peuvent être endommagés par les déplacements d'air importants.

Pour enregistrer une explosion, un microphone à bobine mobile ou, mieux, un condensateur omnidirectionnel pur est à utiliser. Un microphone commutable (uni, bi ou omnidirectionnel) court les mêmes dangers qu'un bidirectionnel normal. Bien entendu, un micro peut être endommagé qu'il soit en service ou non. Placez donc vos micros bidirectionnels et cardioïdes dans des boîtes étanches, si une explosion doit se produire.

Indépendamment du dommage que peut subir un microphone, il ne peut pas fonctionner correctement à des niveaux dépassant une certaine limite. Au-delà, le signal sera distordu. Les niveaux maxima sont spécifiés par les constructeurs. En général, ce sont les micros à bobine mobile qui supportent les plus forts niveaux. Certains micros à condensateur peuvent recevoir des atténuateurs entre leur capsule (micro proprement dit) et le préamplificateur.

– Rapport signal sur bruit de fond

La prise de sons faibles est gênée par le bruit de fond de l'ensemble microphone-préamplificateur d'entrée. Nous disons bien « ensemble », car il serait faux de croire que le bruit de fond ne provient que du préamplificateur. Prenons le cas d'un micro électrodynamique. Son impédance est de 200 Ω . N'étant pas au zéro absolu (-273°C), l'agitation des électrons dans cette impédance produira un signal bruit. Le préamplificateur ajoute à ce bruit dit « thermique » un peu de son bruit propre, mais dans un appareil comme le Nagra IV, le bruit thermique est de loin le plus important.

Nous mesurons les bruits acoustiques en phones. Les phones sont des décibels dont le zéro a été fixé par convention à 0,0002 μbar . De plus, le dispositif de mesure n'est pas linéaire, mais il a une courbe de réponse qui imite celle de l'oreille. Pour les bruits faibles, cette courbe s'appelle ASA A. Nous pouvons chercher à quel bruit acoustique équivaut le bruit de fond d'un microphone et de son préamplificateur. Prenons par exemple un micro de 200 Ω ayant une sensibilité élevée (0,25 mV/ μbar). Son bruit de fond rapporté à l'entrée sera de -126 dbm ASA A (les dbm sont des db dont le zéro a été fixé à 1 mW). Or, 0,0002 μbar équivaut à 0,05 μV , soit -139 dbm env. Donc, le bruit équivaut de ce micro sera de $139 - 126 = 13$ phones.

Ceci est juste si l'impédance du micro est réellement de 200 Ω . Souvent, certains micros nominalement de 200 Ω ont une impédance supérieure, dans certaines parties du spectre du moins. Cela en augmente bien entendu le bruit équivalent.

Un microphone à condensateur peut également être caractérisé par un bruit de fond équivalent. Il est ainsi possible d'en comparer les performances à celui des électrodynamiques.

– Caractéristiques directionnelles

Souvent, lors d'une prise de son, nous désirons atténuer soit des bruits indésirables, soit le son qui revient au micro après s'être réfléchi sur les parois. Or, un micro-

phone peut avoir une sensibilité variant fortement selon la direction d'où lui proviennent les ondes. En effet, celles-ci comportent un aspect pression et un aspect vitesse. Nous pouvons donc prendre en considération la pression de l'air en un point donné. Le micro travaille alors comme un manomètre. Nous appelons micro pression. La direction des ondes ne modifie pas cette pression, sauf aux fréquences très élevées où le micro se fait ombre à lui-même.

Mais nous pouvons également prendre en considération la vitesse des molécules d'air. Qui dit vitesse, déplacement, dit direction. Un micro de vitesse comporte une membrane très légère qui suit les déplacements d'air. Il sera sensible aux ondes qui frappent perpendiculairement cette membrane, donc qui lui viennent de l'avant et de l'arrière. Les ondes venant de côté ne seront pas prises en considération. Nous obtenons ainsi un micro de vitesse ou bidirectionnel. Un tel micro élimine une partie importante de la réverbération et si la source de bruits indésirables est bien localisée, nous pouvons essayer de la placer dans la zone morte du micro.

En combinant un micro de pression avec un micro de vitesse, nous obtenons un micro unidirectionnel ou cardioïde. Les deux éléments sont bien entendu contenus dans une boîte commune et interconnectés entre eux.

– Caractéristiques secondaires liées à la directionnalité

Les microphones omnidirectionnels (de pression) sont beaucoup moins affectés par le vent que les bidirectionnels (de vitesse) ou les cardioïdes (à cause de leur élément de vitesse). Les membranes légères des microphones de vitesse ont tendance à flotter au vent.

Nous avons vu que les micros de vitesse sont facilement endommagés par un brusque déplacement d'air (explosion).

La courbe de réponse d'un microphone omnidirectionnel est assez indépendante de la direction. Tout au plus les sons venant de l'arrière seront assourdis. Les bidirectionnels atténuent les sons latéraux d'une manière relativement uniforme. Mais les cardioïdes, surtout électrodynamiques, peuvent avoir des courbes de réponse fort mauvaises dans les directions « mortes ». Autrement dit, l'atténuation peut être très différente selon la fréquence. Si vous utilisez un micro cardioïde pour éliminer des bruits indésirables, ce phénomène ne vous gênera pas trop. Mais si vous essayez d'équilibrer votre prise de son en plaçant une source forte dans le secteur peu sensible de votre micro, vérifiez bien le résultat, car vous pouvez avoir des surprises.

L'impédance interne des micros électrodynamiques omnidirectionnels est bien constante. Vous pouvez donc attaquer un préamplificateur aussi bien en courant qu'en tension (voir paragraphe 5.4). En revanche, la majorité des micros cardioïdes ont une impédance variant fortement avec la fréquence. Seule l'attaque en tension est recommandée.

Les microphones directionnels ne fonctionnent bien que s'ils sont suffisamment éloignés d'autres objets qui pourraient perturber le champ acoustique. Or, un obstacle perturbe moins la pression que la vitesse.

Conseils pratiques quant au choix du microphone

– Micros omnidirectionnels (pression)

Robustes, peu sensibles au vent, reproduisant aussi bien les ambiances, leur prix est moins élevé que celui des directionnels.

Emploi principal: reportage.

Emplois spéciaux: micro cravate. Pour cet usage, des unités spéciales ont été créées, dont la courbe de réponse compense les perturbations provoquées par la présence du corps et qui tiennent compte des sons très graves rayonnés directement par la poitrine.

Enregistrement de musique en plein air. La réverbération ne gêne pas et il existe un micro très fidèle tout en étant fort robuste (Beyer M 100), pratique pour cet usage. Le M 100 est peu sensible ($0,1 \text{ mV}/\mu\text{bar}$), mais cela n'est pas gênant, vu le niveau sonore élevé dans ces cas-là. Enregistrement dans lequel le micro se trouve au milieu de la source sonore (par exemple à l'intérieur d'un orchestre).

– Micros bidirectionnels (vitesse)

Très bonne atténuation de la réverbération. Bonne fidélité pour les sons des directions « mortes ». Très sensibles au vent. Accentuent les basses si la source sonore se trouve près et donnent par cela une voix très « chaude », phénomène exploité par divers chanteurs de « charme ». Emplois principaux: musique. Dialogue dans le cas où le micro se trouve entre deux interlocuteurs.

Remarque: Les microphones bidirectionnels électrodynamiques, c'est-à-dire à ruban, sont ou très peu sensibles, ou très encombrants. Ils rayonnent un champ magnétique capable d'effacer un ruban mis en contact avec eux. Les unités à condensateur ont une sensibilité normale.

– Micros cardioïdes

Malgré tous leurs défauts, ce sont les plus utilisés.

– Micros commutables

Certains microphones à condensateur peuvent fonctionner en omni, bi ou unidirection par simple commutation.

– Choix entre les micros à condensateur, électrodynamiques ou piézo-électriques

Les microphones à condensateur sont les plus fidèles. En particulier, leur reproduction des transitoires est excellente. Mais ils sont plus chers et moins robustes que les électrodynamiques. Ils doivent être alimentés par le Nagra ou par un dispositif auxiliaire.

Il en existe deux types: à polarisation continue et à polarisation haute fréquence. Les performances et la fiabilité dépendent finalement plus de la compétence du constructeur que du système choisi.

Les microphones électrodynamiques sont réputés plus robustes. Mais ici encore, le niveau technologique du fabricant nous semble plus important que le système choisi. La coloration que donnent certains microphones à bobine mobile peut être recherchée.

Les microphones piézo-électriques subissent actuellement une éclipse dans le domaine professionnel, mais certains progrès récents font que nous ne serions pas surpris de les revoir bientôt.

5.3. Parasites

Pour obtenir un bon rapport signal sur bruit, il ne suffit pas de bien placer le microphone. Il faut encore éviter que des parasites puissent s'introduire dans le système. Nous allons examiner par quelles voies cela leur est possible, ce qui nous permettra d'élaborer les parades.

Inductions électrostatiques

Le microphone, le câble qui le relie au Nagra et les fiches utilisées doivent être bien blindés. Si ces conditions sont respectées, aucune induction électrostatique ne peut se produire.

Cependant, certaines parties du micro peuvent être mises à la masse par simple contact non protégé contre la corrosion. Souvent les corps des fiches sont dans le même cas. Enfin, certains câbles ont un blindage symbolique.

Dans ces cas-là, tout champ électrostatique peut induire des tensions parasites. En particulier si le Nagra n'est pas mis à la masse, mais est relié à une caméra non déparasitée, il est tout entier sous tension et toute masse vue par un câble est sous tension pour lui. Autrement dit, à la moindre défaillance de blindage, des parasites passeront. Ces parasites peuvent avoir une fréquence acoustique, ou encore avoir des fréquences élevées et être détectés quelque part dans l'appareil.

Parades contre les inductions électrostatiques

1. Blindages sérieux. Il faut surtout surveiller les fiches.
2. Eviter d'avoir le Nagra sous tension parasite. Eventuellement utiliser le coupleur photo-électrique pour caméra. On évite évidemment tous ces ennuis en travaillant « au quartz ».
3. Dans le cas où les conditions précédentes se révéleraient impraticables, il est possible d'atténuer ces inconvénients en:
 - a) utilisant des entrées à transformateur blindé qui atténue le passage des parasites indirects;
 - b) utilisant des entrées symétriques (avec milieu à la masse) qui atténuent le passage des parasites directs;
 - c) dans les cas désespérés (station de radio très proche) en ajoutant des filtres extérieurs.

Il faut remarquer que les préamplificateurs micro du Nagra IV sont déjà munis de filtres antidétection, mais leur action ne commence que vers 500 kHz, car ils sont surtout dirigés contre les parasites à très haute fréquence qui passent par les blindages.

Inductions magnétiques

Certains microphones sont sensibles aux champs magnétiques et il faut les placer loin de tout moteur, transformateur, etc. Les câbles étant doubles et torsadés, les tensions induites s'annulent que l'entrée soit symétrique ou non. Mais, bien entendu, il est essentiel que le microphone soit flottant, c'est-à-dire qu'aucun de ses fils de sortie ne soit mis à la masse (sauf son blindage qui doit être mis au blindage du câble).

Le seul cas où une induction magnétique est à craindre est celui du câble micro longeant un câble à courant fort. Ce dernier rayonne un champ magnétique fortement non homogène et des irrégularités de torsadage peuvent suffire pour ramasser des tensions parasites.

Préamplificateurs avancés

Il apparaît peu judicieux de devoir prendre de telles précautions pour pouvoir transporter un signal aussi faible que celui fourni par le microphone quand il serait si facile de l'amplifier près du microphone et de transporter une tension plus élevée.

C'est ce que nous faisons avec nos préamplificateurs avancés. Ces accessoires se placent directement vers le microphone électrodynamique et fournissent une tension similaire à celle des micros à condensateur. Leur alimentation est également similaire, ce qui fait que l'on peut interchanger sans autre un micro à condensateur et un micro électrodynamique muni de son préamplificateur avancé. Le Nagra, lui, doit être muni du préamplificateur enfichable, pour micro à condensateur. Comme il existe divers modes d'alimentation de microphones à condensateur et par conséquent divers préamplis enfichés, il existe plusieurs types de préamplis avancés correspondants.

5.4. Attaques en tension ou en courant

Par le jeu de la contre-réaction, il est possible de donner à l'entrée d'un amplificateur une impédance apparente quelconque. Si celle-ci est élevée, le microphone ne débitera pas de courant, mais seule sa tension transmettra le message. Nous parlerons d'une attaque en tension. Si l'impédance vue par la source est très basse, la tension à ses bornes restera négligeable, mais le microphone débitera un courant qui véhiculera le message. Nous aurons une attaque en courant.

Un microphone électrodynamique, dont l'impédance est constante en fonction de la fréquence, peut attaquer indifféremment en courant ou en tension. Or, l'attaque en courant offre certains avantages: les performances du transformateur d'entrée ont beaucoup moins d'influence sur le résultat, le bruit de fond est minimum quand l'entrée est ouverte, etc. Ce dernier point rend moins désastreux l'oubli de fermer un potentiomètre d'une entrée sans micro. Aussi, quand nous avons le choix, nous préférons l'attaque en courant.

Malheureusement, de plus en plus, les microphones cardioïdes présentent une impédance interne variant fortement avec la fréquence et doivent attaquer en tension. Aussi nous a-t-il fallu adopter ce mode d'attaque pour nos préamplificateurs standards et n'utiliser l'attaque en courant que dans des cas spéciaux.

5.5. Préamplificateurs filtrants

Dans un grand nombre de cas, il est désirable d'atténuer les signaux de très basse fréquence captés par le microphone. En particulier, la voix humaine ne contient pratiquement rien en dessous de 50 Hz. Une courbe de réponse plate depuis 20 Hz est non seulement inutile, mais nuisible, car des bruits infrasonores peuvent perturber la chaîne d'enregistrement.

Habituellement, le filtrage se fait au moment du mélange final (au cinéma), mais si l'on sait que de toute façon les très basses fréquences devront être éliminées, autant les atténuer tout de suite dans le préamplificateur.

Divers modèles de nos préamplificateurs enfichables opèrent cette correction.

Dans la désignation « code » de nos préamplificateurs filtrants figure la lettre « Y » suivie d'un chiffre qui correspond à l'atténuation en décibels du signal de 50 Hz.

5.6. Gain maximum de la chaîne d'enregistrement ou sensibilité des entrées micro

En général, le Nagra est utilisé pour enregistrer des « mastertape », c'est-à-dire des originaux dont on exploite une copie. Par conséquent, le niveau d'enregist-

rement peut être dans certains cas plus faible que normal, la correction se faisant lors du transfert.

Supposons que nous enregistrons un son fort. Sur le ruban, le bruit de fond se composera essentiellement du bruit propre du ruban, celui du micro lui restant inférieur, vu le faible gain de la chaîne d'enregistrement. Dans ces conditions, nous avons intérêt à enregistrer le ruban fortement pour obtenir un rapport signal sur bruit aussi bon que possible.

Supposons maintenant que le son à enregistrer devient plus faible. Nous augmentons le gain et à un moment donné, le bruit de fond du microphone et de son préamplificateur devient notable par rapport aux bruits du ruban. Dès lors, nous n'avons plus intérêt à enregistrer le ruban fortement.

Si le son à enregistrer devait encore faiblir, il vaudrait mieux limiter le gain au point où le bruit du micro prédomine nettement et sous-enregistrer le ruban. De toute manière, une augmentation de gain n'améliorerait plus le rapport signal sur bruit, tandis que les inconvénients des enregistrements forts subsisteraient: distorsion et marge de sécurité réduite en cas de brusque augmentation du niveau sonore.

Ces considérations nous ont amenés à limiter la sensibilité des entrées micro à 0,2 mV sur 200 Ω pour un enregistrement au 0 db.

Toutefois, il existe des applications du Nagra où l'on doit obtenir un ruban enregistré à un niveau nominal pour pouvoir le diffuser tel quel, sans refaire le réglage des niveaux. Dans ces cas-là, il peut être judicieux de pouvoir disposer d'un gain plus élevé. Nous avons fait pour cela des préamplificateurs à gain augmenté. Leur nom de code est suivi de la lettre « X » et d'un chiffre qui indique de combien de décibels le gain a été majoré.

5.7. Préamplificateurs du Nagra IV

Nous avons trois types de préamplificateurs « micro »:

- les préamplificateurs enfichables, donc contenus à l'intérieur du Nagra IV, mais facilement interchangeables;
- les préamplificateurs avancés qui se placent près du microphone et qui attaquent un préamplificateur enfiché destiné aussi aux microphones à condensateur;
- les préamplificateurs auxiliaires qui transfèrent l'entrée ligne en une troisième entrée micro. Ces accessoires sont placés sur le câble reliant l'entrée n° 3 au microphone.

Changement des préamplificateurs enfichables

Ces dispositifs sont reliés au reste du Nagra par une fiche ou connecteur. Ils sont maintenus en place par une petite vis accessible sur le fond du Nagra.

En retournant le Nagra, c'est-à-dire en le posant sur le couvercle, le compartiment à piles tourné vers soi, nous avons à gauche, en direction du panneau frontal, la vis du préamplificateur n° 1, puis, à sa droite, la vis n° 2.

Une fois ces vis enlevées, il faut ouvrir le Nagra. Pour cela, il suffit de dévisser les deux vis qui assurent le blocage de la platine au boîtier (flanc droit de l'appareil). Dévisser en suivant le sens marqué « OPEN » jusqu'à obtenir le désengagement de la platine. Ouvrir le Nagra en faisant attention de ne pas laisser tomber la platine, car cela endommagerait la charnière. Retirer alors les préamplificateurs se trouvant immédiatement derrière le galvanomètre, par une simple traction.

Préamplificateurs enfichables

« STANDARD 200 » Code: QPSE-200-XOY1,5

Ce préamplificateur convient à tous les microphones électrodynamiques (à bobine mobile ou à ruban) dont l'impédance est de l'ordre de 200 Ω . Il est filtrant: il atténue très légèrement les basses fréquences.

Type: à attaque en tension, par transformateur toroïdal à entrée symétrique avec milieu à la masse (déconnectable pour les mesures). Comporte un filtre antidétection HF. Sensibilité: normale (0,2 mV donne, avec le potentiomètre au maximum, le niveau nominal 0 db sur le ruban). Signal maximum admissible: supérieur à 40 mV. (La distorsion reste alors inférieure à 1 %. Elle est négligeable pour les niveaux plus faibles.)

Courbe de réponse: atténuation de 1,5 db à 50 Hz. A part cela, dans le décibel jusqu'à 20 kHz.

Bruit de fond: le bruit d'une source de 200 Ω plus le bruit de ce préamplificateur donnent typiquement -127,3 dbm ASA A.

« STANDARD 50 » Code: QPSE-50-XOY1,5

Identique au précédent, mais destiné aux microphones de 50 Ω d'impédance. La sensibilité est donc de 0,1 mV et la tension maximum de 20 mV.

« STANDARD LINÉAIRE 200 » Code: QPSE-200-XOY0 et « STANDARD LINÉAIRE 50 » Code: QPSE-50-XOY0

Ces préamplificateurs sont similaires au « Standard » mais ne sont pas filtrants. Leur courbe de réponse s'étend plate jusqu'à 30 Hz et l'atténuation à 20 Hz est de l'ordre de 2 db.

« STANDARD HAUT GAIN 200 » Code: QPSE-200-X6Y3 et « STANDARD HAUT GAIN 50 » Code: QPSE-50-X6Y3

Ces préamplificateurs sont similaires au « Standard » mais leur gain est double (+6 db) tandis que leur atténuation des basses est légèrement plus forte (3 db à 50 Hz).

La tension maximum qu'ils peuvent recevoir est de 20 mV pour le 200 Ω et de 10 mV pour le 50 Ω .

« CONDENSATEUR INDÉPENDANT 200 » Code: QPCE-200

Ce préamplificateur est destiné à recevoir le signal provenant de microphones à condensateur ayant une alimentation indépendante. Il ne les alimente donc pas. Il est caractérisé par sa gamme de tensions acceptables. Sensibilité: 1 mV donne 0 db quand le gain est maximum. Tension maximum: 300 mV. Impédance: supérieure à 1 Ω . Entrée symétrique avec le milieu à la masse, déconnectable.

« LIGNE HAUT NIVEAU » Code: QPM-6

Ce dispositif transforme l'entrée micro en entrée symétrique et flottante. Niveaux: 0,1 à 24 V eff. Impédance: 10 k Ω .

« STATIQUE 5 » Code: QPM-3-5

Ce préamplificateur est destiné à recevoir le signal des microphones à condensateur transistorisés Sennheiser de types MKH 105, 405 et 805; Neumann types KM 73, 74, 76; il assure également l'alimentation de ces micros. Ce préamplificateur est également destiné à recevoir les signaux de notre préamplificateur avancé QPLE qui se place près d'un microphone électrodynamique. L'ensemble micro électrodynamique, plus le QPLE, équivaut électriquement à un micro MKH 105, etc. Il est donc possible, quand le Nagra est équipé du « Statique 5 », de placer au bout du câble micro indifféremment un condensateur ou un électrodynamique avec le QPLE.

Sensibilité: 2 mV donnent 0 db quand le gain est maximum.

Atténuation des basses fréquences: ajustable par bond de 3 en 3 db à 50 Hz jusqu'à -15 db par un commutateur incorporé. Il faut donc, pour actionner ce commutateur, ouvrir le Nagra.

Tension maximum: 200 mV, soit similaire à celle du micro.

Distorsion et bruit de fond: négligeables vis-à-vis de ceux du microphone.

Températures: -55 à +71°C (attention: le micro Sennheiser n'est spécifié que de -10 à +70°C).

Préamplificateurs enfichables spéciaux

Versions filtrantes du QPSE

Sur demande, nous pouvons dériver de nos préamplificateurs « Standard » des unités ayant une atténuation de basses allant jusqu'à 18 db à 50 Hz ou encore des unités dont le gain est différent de la valeur normale.

« SENNHEISER STATIQUE 4 » Code: QPM-3-4

Ce préamplificateur est destiné aux microphones Sennheiser de types MKH 104, 404 et 804. Il n'a pas d'atténuation ajustable des très basses fréquences.

« COURANT-200 » et « COURANT-50 » Code: QPSI-200 et QPSI-50

Ces préamplificateurs sont à attaque en courant (voir 5.4). Ils sont destinés respectivement aux microphones de 200 et 50 Ω d'impédance.

Type: à attaque en courant, par transformateur toroïdal à entrée symétrique avec milieu à la masse (déconnectable). Comporte un filtre antidétection HF.

Sensibilité: 1 μ A eff. (soit 0,2 mV sur 200 Ω) donne 0 db. Le modèle 50 Ω demande 2 μ A (soit 0,1 mV sur 50 Ω). Signal maximum admissible: 125 μ A, soit 25 mV sur 200 Ω ou 250 μ A, soit 12,5 mV sur 50 Ω .

Courbe de réponse: \pm 1 db de 30 à 20.000 Hz de -55 à +71°C.

Bruit de fond: -126 dbm ASA A.

Applications: La mise au point du nouveau type QPSE (« Standard ») limite les applications des QPSI. Ils sont intéressants dans le cas où l'on travaille avec des microphones omnidirectionnels ou à ruban, dont l'impédance reste constante avec la fréquence. Ils peuvent alors en améliorer les courbes de réponse. Un autre point intéressant est leur excellente indépendance de la température: la courbe de réponse aux très basses fréquences est encore bonne à -55°C.

Préamplificateurs avancés

Ces préamplificateurs se placent près d'un microphone électrodynamique. Ils sont alimentés par le même câble qui transmet leur signal de sortie au Nagra. Celui-ci est équipé d'un préamplificateur pour microphone à condensateur (voir précédemment).

« AVANCE 5-200 » Code: QPLE-200 et « AVANCE 5-50 » Code: QPLE-50 (pour micro 50 Ω)

Ces préamplificateur fonctionnent en liaison avec les « STATIQUE 5 » incorporés au Nagra. Ils se comportent vis-à-vis du microphone comme les « STANDARD 200 et 50 » (voir précédemment).

L'ajustage de l'atténuation des très basses fréquences se fait sur le « STATIQUE 5 » incorporé.

Entretien courant du Nagra IV

6.1. Têtes magnétiques

Nettoyage

Le contact entre une tête magnétique et le ruban doit être excellent. Or, certains rubans laissent sur les têtes des dépôts, heureusement bien visibles.

Une tête de lecture encrassée donnera une lecture sourde, c'est-à-dire manquant d'aiguës. Ce manque sera d'ailleurs constant. Si les aiguës apparaissent et disparaissent à un rythme rapide (une à dix fois par seconde), il faut incriminer l'azimut.

Une tête d'enregistrement encrassée enregistrera à un niveau anormalement bas et le son sera distordu.

Une tête d'effacement, dans ces conditions-là, effacera mal.

Pour enlever ce dépôt, il faut le ramollir à l'aide d'un solvant. Le plus simple est de prendre du coton hydrophile ou simplement un chiffon, imbibé d'alcool, d'eau ou de trichloroéthylène et de frotter légèrement. Il ne faut pas abuser des solvants chlorés comme le trichloroéthylène qui attaque légèrement les résines entrant dans la fabrication de la tête.

Pendant cette opération, il faut se garder de déplacer la tête qui est pressée sur sa base de réglage par des ressorts.

Réglage de l'azimut des têtes

– Théorie

L'enregistrement et la lecture du ruban magnétique se font le long des entrefers des têtes d'enregistrement et de lecture. Ces entrefers doivent faire, avec le ruban, un certain angle, arbitraire en soi, mais qui doit être le même à l'enregistrement et à la lecture. Toute erreur angulaire entre l'enregistrement et la lecture se traduit par une perte du niveau lu. Le phénomène est d'autant plus accentué que la longueur d'onde (c'est-à-dire le rapport entre la vitesse du ruban et la fréquence du signal enregistré) est petite. En pratique, cela veut dire qu'un azimut incorrect rend les enregistrements sourds, c'est-à-dire sans fréquences aiguës.

Pour assurer l'interchangeabilité des rubans, l'azimut est normalisé: l'angle entre l'entrefers et le ruban doit être droit. Des enregistreurs spéciaux, dont les têtes ont été alignées optiquement, ont été construits. Ils ont servi à produire des rubans étalons qui permettent le réglage en exploitation.

Il est à remarquer que si un appareil ayant servi à enregistrer avait son azimut faux, il est parfaitement possible de sauver les enregistrements: il suffit de dérégler en

conséquence la tête de lecture. On peut procéder à l'oreille en orientant cette tête pour obtenir le son le plus riche en aiguës possible. Cette méthode est évidemment applicable aussi aux rubans qui ont été déformés par un enroulement défectueux ou par des conditions climatiques. Si le ruban est « sabré », c'est-à-dire non droit, la notion d'azimut devient délicate et dépend de la position relative des têtes et des guides. C'est d'ailleurs ces problèmes qui limitent l'emploi des très petites vitesses: en dessous de 19 cm/sec, il est difficile d'assurer une précision d'azimut suffisante, à moins de travailler non pas sur toute la largeur du ruban, mais sur une piste étroite. En effet, la tolérance d'erreur d'azimut augmente comme l'étréoussesse de la piste.

Mais, en réduisant la largeur de piste, on diminue le rapport signal sur bruit. Aussi la solution de petite vitesse et piste étroite est-elle surtout réservée aujourd'hui aux machines d'amateurs.

– Variation du niveau des aiguës avec l'erreur d'azimut

Quand nous dérégions l'azimut, très doucement, les aiguës ne baissent d'abord que très lentement. Puis leur atténuation s'accélère au fur et à mesure que nous nous éloignons de l'azimut correct. La courbe qui représente cette atténuation en fonction de l'angle d'erreur a le sommet arrondi et les flancs de plus en plus raides.

Ceci est important, car si nous réglons l'azimut en cherchant simplement un maximum, nous pouvons très bien être au sommet de la courbe, mais aussi bien près d'un des bords. Si les erreurs de la tête de lecture et de la tête d'enregistrement s'ajoutent, le ruban peut être enregistré hors tolérance. Car, à l'aide du ruban étalon, nous ajustons la tête de lecture puis nous enregistrons un ruban et ajustons la tête d'enregistrement par référence à la tête lecture. Donc, l'azimut de la tête d'enregistrement compte la somme des erreurs: celle que nous avons faite en réglant la tête de lecture et celle du réglage de la tête d'enregistrement.

Il résulte de cela qu'il faut essayer de se mettre sur le sommet de la courbe. On y parvient en cherchant deux points, autour du maximum, qui correspondent à une certaine atténuation des aiguës et on se met au milieu.

– Maxima secondaires

Si nous continuons à dérégler l'azimut en observant la lecture d'un signal aigu, nous nous apercevons qu'après être passé par un minimum, ce signal augmente pour passer par un maximum dit secondaire. Mais si le maximum principal correspondait à l'angle juste et s'appliquait à toutes les fréquences, le maximum secondaire est lié à une fréquence de signal bien précise. Si cette fréquence change, la position du maximum secondaire se déplace.

Autant dire que le maximum secondaire correspond à un réglage inutilisable et doit être évité.

Si notre appareil est, grosso modo, en ordre et qu'il nous faut simplement parfaire le réglage, nous nous contenterons de petites modifications d'azimut et ne risquons pas de tomber dans un maximum secondaire. En revanche, si par suite d'un démontage l'azimut est entièrement à refaire, il sera prudent de procéder d'abord avec une fréquence pas trop élevée (1 puis 3 kHz) pour obtenir un ajustage grossier. A ces fréquences, en effet, les maxima secondaires se trouvent bien en dehors de la plage de réglage.

– Orientation des têtes sur le Nagra IV

Les têtes du Nagra IV reposent sur une rondelle en forme de came. En tournant cette rondelle, on varie l'azimut des têtes. A l'extérieur de la rondelle se trouve un engrenage attaqué par un pignon visible devant chaque tête. On le fait tourner à l'aide d'une clef « Allen » ou « Imbus » de 2,5 mm.

Pendant cette opération, il est bon de presser avec les doigts sur la tête pour rattraper les jeux éventuels, ceci du moins dans les Nagra IV dont les têtes sont fixées par des ressorts à lames.

Il est recommandé de bien désaimanter la clef « Allen » avant de s'en servir: une clef aimantée induit, dans la tête lecture, des signaux de très basse fréquence qui gênent l'opération.

– Hauteur de la tête Neopilotton

La tête du milieu des Nagra IV L, etc., sert à enregistrer et lire le signal pilote. Son azimut n'est pas critique, mais sa hauteur doit être correcte. Aussi, la came de cette tête n'agit-elle pas sur son angle, mais sur sa hauteur. Avant de procéder à l'azimut, vérifiez et ajustez au besoin cette tête. Elle comporte pour cela deux rainures qui doivent encadrer symétriquement le ruban. L'œil est suffisamment précis pour ce réglage.

– Azimutage de la tête de lecture

Lisez le ruban étalon à 19 cm/sec. Placez le « Line & Phones » sur direct. Le modulomètre indiquera alors le niveau lu. Fermez bien entendu les potentiomètres micro et ouvrez celui du milieu pour avoir une lecture commode. Les rubans étalons étant enregistrés entre -10 et -20 db, il faudra en général ouvrir ce potentiomètre entièrement, ou presque, pour avoir une lecture vers -10 db.

Introduisez la clef dans le pignon de la tête de lecture et cherchez d'abord le maximum de lecture. Puis, cherchez à gauche et à droite les points où le signal baisse de 1 à 2 db et placez le pignon entre ces points.

Un réglage correct correspond également à une lecture stable. Les erreurs dues au sabrage du ruban sont peu perceptibles au sommet de la courbe et deviennent importantes quand on se trouve sur son flanc.

Une fois la tête de lecture azimutée, n'y touchez plus.

– Azimutage de la tête d'enregistrement

Deux méthodes sont possibles:

■ Méthode classique

Pour l'employer, il faut disposer d'un générateur basse fréquence pouvant fournir du 1, 3, 10 et 15 kHz, et d'un voltmètre BF ou d'un oscilloscope. Eventuellement, un second Nagra peut servir de voltmètre: on introduira

le signal sortant de l'appareil à régler dans l'entrée ligne du second et l'on utilisera le modulomètre comme voltmètre.

Procédure:

- Introduire le signal du générateur dans l'entrée ligne du Nagra et ajuster le niveau à -15 db sur le modulomètre.
- Brancher le voltmètre à la sortie ligne. Le signal à mesurer aura environ 0,8 V eff. Le commutateur « Line & Phones » sera sur « Tape ».
- Placer un ruban et enregistrer. Sur le voltmètre, nous observerons le signal lu.
- Commencez avec du 1 kHz et augmentez la fréquence. Quand le signal lu commencera à diminuer de quelques décibels, commencez à orienter la tête d'enregistrement. Parfaire le réglage à 15 kHz en cherchant toujours les deux points d'atténuation.

■ Méthode du « Mille rectangulaire »

La méthode classique exige la possession d'instruments encombrants. Nous avons mis au point une méthode tout aussi précise, mais qui ne demande qu'un accessoire peu coûteux, notre générateur GMR, et un casque de bonne qualité. C'est l'oreille qui sert de détecteur.

En effet, si notre oreille est peu apte à apprécier la valeur absolue d'un signal sinusoïdal de fréquence élevée, elle est en revanche très capable de déterminer le maximum de la richesse en harmoniques d'un signal rectangulaire. En somme, cela revient à juger un timbre et à le rendre le plus « dur » possible.

Procédure:

- Placez sur le Nagra (dont la tête de lecture a déjà été réglée (voir plus haut) le ruban à enregistrer.
- Connectez le GMR à l'entrée pour accessoires (côté gauche).
- Réglez (en Test) le niveau d'enregistrement à -10 db par le potentiomètre du milieu.
- Enregistrez et écoutez le signal lu au casque (« Line & Phones ») sur « Tape ».
- Azimutez la tête d'enregistrement pour obtenir un son aussi riche en harmoniques que possible. Comparez éventuellement au son direct pour vous rendre bien compte du résultat à atteindre. Cherchez également les deux points de part et d'autre de l'optimum qui donnent un son également assourdi et mettez-vous finalement au milieu. En pratique, on opère par un petit balancement dont l'amplitude se réduit pour s'arrêter au point milieu.

6.2. Soins à donner au collecteur du moteur

Le moteur du Nagra IV comporte un collecteur en alliage spécial qui résiste parfaitement à la corrosion. Ceci assure un fonctionnement correct, même sous des climats agressifs. Les balais ont été dédoublés, également par souci de fiabilité. Ils sont en graphite-argent. Leur pression sur le collecteur est assurée par des ressorts en bronze au béryllium plaqué or.

Les balais s'usent par frottement sur le collecteur à la manière d'un crayon sur le papier. Le produit de leur usure forme une couche conductrice et autolubrifiante appelée patine, nécessaire au fonctionnement correct du moteur. L'épaisseur de cette patine dépend de la pression spécifique des balais. Si celle-ci est trop faible, nous aurons un fonctionnement bruyant (grincement).

Trop forte, elle pourra provoquer un pontage des parties isolantes du collecteur et par là une augmentation du courant consommé.

Remède au bruit du moteur

Nous voulons parler ici non pas du bruit normal dû au roulement à billes et aux passages des balais sur les lamelles du collecteur, mais d'un grincement aigu produit par la vibration des balais. L'expérience nous a montré que cet accident pouvait se produire lorsque la pression d'un balai descendait en dessous de 12 g. Le remède consiste à augmenter cette pression en étirant les ressorts des balais. La valeur normale est de 25 g \pm 5 g.

Métallisation du collecteur

Pendant la période du rodage, il peut arriver que le balai n'ait pas encore la forme qui correspond exactement à celle du collecteur. Des pressions spécifiques locales peuvent produire une patine trop épaisse, qui court-circuite les lamelles du collecteur.

Dans les cas graves, l'opérateur sera averti par l'indicateur AR du panneau frontal. Il est recommandable de vérifier occasionnellement (toutes les 100 heures de fonctionnement) le courant à vide du moteur. Pour cela, placez le sélecteur du galvanomètre sur « Mot. » qui est la quatrième position vers la droite à partir de la verticale « Level ». Le galvanomètre mesure alors le courant consommé par le moteur. Il n'y a pas d'échelle spéciale pour cette mesure et l'on utilise arbitrairement la médiane inférieure graduée de 0 à 2 V (ou 0 à 1,6 V).

A vide, c'est-à-dire sans ruban et avec le contre-cabestan légèrement écarté, l'aiguille doit être sur 0,2 à 0,3 V. Si elle dépasse 0,4 V, un nettoyage du collecteur peut être souhaitable.

Nettoyage du collecteur

Ouvrez le Nagra (voir 5.7), et retirez le blindage du moteur (par simple traction avec une légère rotation).

Faites tourner le moteur et nettoyez le collecteur en le frottant avec un chiffon ou du coton hydrophile imbibé de solvant. Il faut que les parties isolantes qui se trouvent entre les lamelles deviennent de la même couleur que celles de la partie frontale du collecteur. Eventuellement, vous pouvez utiliser une toile à polir très fine. Mais évitez des abrasifs en poudre, qui pourront s'introduire dans le moteur.

6.3. Lubrification

En cas de fonctionnement intensif, il peut être nécessaire de lubrifier occasionnellement la bille de la butée de l'embrayage de réception. Elle se trouve au centre de la poulie qui entraîne la bobine réceptrice. Le mieux est d'utiliser de la graisse Esso Beacon 325, mais si l'appareil ne doit pas fonctionner aux très basses températures, n'importe quelle graisse minérale peut convenir.

Pour les autres points de graissage, employer une huile pour instruments d'aviation comme l'huile Isoflex PDP65 de la maison Klüber-Muncheu ou l'huile P10 Bendix Aviat. Corp. USA; mais une fois encore, pour les appareils utilisés en climat tempéré, une huile pour machine à coudre peut être acceptable.

Préaccentuation, prémagnétisation

Nous voulons aborder ici un sujet relativement ardu, mais dont la connaissance peut, à notre avis, aider l'ingénieur du son.

7.1. Prémagnétisation

Pour enregistrer, c'est-à-dire aimanter, un ruban magnétique, il faut le soumettre à un champ magnétique qui dépasse un certain seuil. En dessous, il ne se produira pas d'aimantation permanente. Pour atteindre ce seuil et se trouver dans la partie linéaire des courbes d'aimantation, on superpose au signal basse fréquence, que représente le son, un signal haute fréquence dont chaque pointe fait une excursion dans la région linéaire. Le signal basse fréquence détermine en somme jusqu'où l'excursion aura lieu.

On appelle cette polarisation haute fréquence prémagnétisation. Son amplitude influence notablement la qualité de l'enregistrement obtenu et sa détermination doit être faite judicieusement.

Effets de l'amplitude de la prémagnétisation sur l'enregistrement

Envoyons dans la tête d'enregistrement un signal de fréquence basse (400 Hz). Observons le signal lu, tout en variant la prémagnétisation.

Une prémagnétisation faible donnera un signal lu faible et distordu. Au fur et à mesure que la prémagnétisation augmente, ce signal augmente, rapidement d'ailleurs. Puis il passe par un maximum pour décroître ensuite, mais très lentement.

Le maximum sera appelé « point d'efficacité maximum ». Il correspond d'ailleurs également au point où la distorsion est minimum. Le fait que sa décroissance dans la région de la surpolarisation soit très lente rend sa détermination un peu floue.

Mais un signal aigu (par exemple à 10.000 Hz) aura son maximum pour une prémagnétisation sensiblement plus faible et qui correspond à un point où le signal grave serait fort distordu.

Cela est dû au fait que la couche magnétique du ruban n'est pas infiniment mince. Le point d'efficacité maximum pour une fréquence basse correspond à un enregistrement optimum de toute la couche magnétique. La partie superficielle sera en fait surpolarisée et en quelque sorte partiellement effacée. Or, la couche du milieu est déjà un peu éloignée des entrefers des têtes, d'où la perte des aiguës.

Mais ce qui est essentiel à retenir, c'est qu'en surpolarisant, on ne diminue pas seulement l'efficacité d'enregistrement des aiguës que l'on pourrait compenser par

une augmentation du courant d'enregistrement, mais on diminue le signal lu que peut fournir le ruban à sa limite de saturation.

Par contre, la surpolarisation fait baisser le bruit de fond du ruban.

7.2. Préaccentuation des aiguës

Le rapport signal sur bruit du ruban magnétique est peut-être sa caractéristique la moins satisfaisante. Aussi, de grands efforts ont-ils été déployés pour l'améliorer. Nous pourrions imaginer, comme point de départ, un magnétophone qui envoie dans sa tête d'enregistrement un courant proportionnel au signal d'entrée, quelle que soit sa fréquence (enregistrement à courant constant).

L'expérience montre que le ruban se sature pour un courant donné dans la tête d'enregistrement quelle que soit la fréquence. Aux fréquences élevées, la saturation prend d'ailleurs un caractère spécial: les harmoniques que devrait produire toute saturation sortent du spectre de la tête de lecture. Le ruban saturé par les aiguës ne donne pas un signal distordu; simplement, à une augmentation du courant d'enregistrement ne correspond plus d'augmentation du signal lu. Nous avons un effet limiteur qui, tout au plus, altère le timbre de l'enregistrement.

Le ruban enregistré dans ces conditions (courant constant) serait lu par une tête suivie d'un amplificateur muni de correcteurs de courbe de réponse, pour que l'ensemble soit linéaire.

Or, on s'aperçoit que, dans les sons habituellement à enregistrer, le niveau des aiguës est nettement inférieur à celui des médiums. A vrai dire, les « pointes » des aiguës peuvent avoir une grande amplitude, mais leur durée est très courte et leur éventuel rabotage passe inaperçu.

De là l'idée d'accentuer les aiguës pendant l'enregistrement, pour les atténuer à la lecture: le bruit de fond du ruban, surtout gênant dans les aiguës, est diminué en conséquence. C'est ce qu'on appelle la préaccentuation. Elle est universellement utilisée, aussi bien dans l'enregistrement magnétique que dans celui des disques ou encore en radiodiffusion à modulation de fréquence. Cette universalité est très importante, car si, dans un maillon de la chaîne, nous avons une préaccentuation, il est inutile de s'en priver dans les autres: de toute façon, une pointe d'aiguës serait rabotée dans le maillon qui a la plus forte préaccentuation. En revanche, le gain en rapport signal sur bruit est conservé dans chaque maillon. En résumé, le recours à la préaccentuation est universel, car on a trouvé qu'un rabotage éventuel d'une pointe d'aiguës est moins gênant que le bruit de fond élevé que l'on a sans la technique de préaccentuation.

Mais de combien peut-on préaccentuer? La question est complexe, car elle dépend du genre de son à enregistrer.

Pour la parole, chaque langue a une richesse différente en aiguës et l'on en voit un reflet dans les différences du taux de préaccentuation entre les pays de langue anglaise et allemande, par exemple.

Pour des raisons pratiques, ce n'est pas la préaccentuation qui a été normalisée dans le cas de l'enregistrement magnétique, mais la chaîne de lecture. L'enregistreur doit faire en sorte que le ruban produit, lu sur une chaîne normalisée de lecture, donne une réponse linéaire. Cela équivalait à normaliser la préaccentuation pour un ruban donné. Or, il existe maintenant des rubans (par exemple le Scotch 203) dont la capacité d'enregistrement des aiguës est nettement plus élevée que celle des rubans classiques. Pour l'enregistrer selon les normes, on recourt à une préaccentuation nettement plus faible.

7.3. Relation entre la préaccentuation et la prémagnétisation

La norme américaine NAB à 19 cm/sec conduit à une préaccentuation plus forte que la norme européenne CCIR. Mais en Europe, on a pris l'habitude de surpolariser légèrement les rubans. Ceci amène une amélioration du rapport signal sur bruit et une diminution de la capacité d'enregistrement des aiguës. Le résultat final est pratiquement identique à celui obtenu avec la norme NAB, sans surpolarisation. La plus forte préaccentuation de NAB conduit à la même amélioration du rapport signal sur bruit, tandis que les rubans se satureront pratiquement pour un même signal aigu entrant: le NAB à cause de la préaccentuation plus forte et le CCIR à cause de la surpolarisation.

7.4. Conclusions pratiques

Il résulte de tout ceci que:

- Nous pouvons modifier la préaccentuation dans une certaine limite, en jouant sur la prémagnétisation tout en restant dans le cadre d'une normalisation.
- Pour des enregistrements de sons particulièrement riches en aiguës, il peut être intéressant de recourir à des rubans à haute capacité de niveau dans les fréquences élevées.
- Il faut examiner quel maillon de la chaîne préaccentuée le plus. Nous aurions intérêt à ce que tous les maillons préaccentuent de la même quantité. Toutefois, si un maillon doit être saturé, autant que ce soit le ruban magnétique, car sa saturation par les aiguës n'amène pas de distorsions audibles, ce qui n'est pas le cas dans un émetteur à modulation de fréquence (ou plutôt dans le récepteur correspondant).

7.5. Détermination de la prémagnétisation

Caractéristiques des rubans

Les rubans du marché américain sont très similaires les uns aux autres du point de vue de la prémagnétisation optimum.

Ceci permet de travailler très près du point d'efficacité maximum. Il serait dangereux de se mettre directement sur ce point, car une surpolarisation est beaucoup moins nuisible qu'une sous-polarisation. Ce travail près du point d'efficacité maximum convient très bien à la norme NAB, comme nous venons de le voir.

En Europe, il existe une plus grande dispersion de caractéristiques de rubans. En surpolarisant les rubans ordinaires, nous travaillons à un point encore correct pour les rubans à haute prémagnétisation. Cela, lié aux normes CCIR, donne de bons résultats.

Procédure générale

Nous devons utiliser un ruban de référence dont les caractéristiques sont bien connues, surtout en relation avec les autres rubans du marché. Nous avons adopté comme ruban de référence le Scotch 102 de la 3 M. Le type 175 que l'on trouve plus facilement en Europe est officiellement identique au type 102.

Nous déterminons la tension de prémagnétisation qui donne l'efficacité maximum. Le signal sera de fréquence assez basse (400 Hz). Pour mieux localiser la bosse de la courbe, nous cherchons 2 points, E1 et E2, qui correspondent: E1 à une sous-prémagnétisation qui donne une baisse de niveau lu de 1 db, et E2, à une surprémagnétisation qui donne une baisse de 0,5 db. L'asymétrie des baisses est justifiée par la forme asymétrique de la courbe. Il est évidemment nécessaire de disposer d'un ruban suffisamment régulier pour que des variations de sa sensibilité ne soient pas confondues avec les baisses dues à la sous et surprémagnétisation.

La tension d'efficacité maximum E_m sera la moyenne géométrique de E1 et E2. En pratique, multipliez E1 par E2 et prenez la racine carrée du produit.

La tension de travail sera $E_m \times k$, k étant le coefficient de surprémagnétisation.

Norme NAB

Appareils utilisant des rubans américains. Nous prenons $K = 1,1$.

Norme CCIR

Appareils utilisant des rubans européens. Nous prenons $K = 1,25$.

Variations de K

Les règles précédentes tiennent compte de la dispersion des caractéristiques des rubans disponibles. Si l'appareil n'est utilisé qu'avec un type de ruban bien précis, il est possible d'utiliser K pour optimiser le mode de fonctionnement. Des valeurs de 1 à 1,3 sont possibles. Nous prendrons un K petit si nous avons des sons riches en aiguës (ou si notre ruban est de mauvaise qualité pour les fréquences élevées).

Nous prendrons un K élevé dans le cas contraire. La valeur 1,2 nous semble judicieuse pour la norme CCIR et 1 à 1,1 pour la NAB (50 μ s à 19 cm/sec).

Spécifications - Schéma Bloc - Illustrations

8.1. Spécifications

Les valeurs ci-dessous sont des valeurs typiques mesurées à température ambiante sauf mention contraire

Code: n° 1 = caractéristique minimum
 n° 2 = caractéristique maximum
 n° 3 = caractéristique moyenne sur 80 % des appareils

Dimensions et poids

– Dimensions du boîtier proprement dit, avec le couvercle fermé mais sans les boutons, pieds, fixation de poignée amovible ni cette poignée	318×222×110 mm
– Dimensions hors-tout excepté la poignée amovible	333×242×113mm
– Epaisseur de tôle en alliage léger utilisée pour le boîtier	2 mm
– Epaisseur de la platine de défilement	3 mm
– Poids à vide, c'est-à-dire sans piles ni ruban	5,25 kg
– Poids avec piles (ordinaires) et une bobine de 5" avec ruban	6,4 kg

Alimentation

– Tension d'alimentation nécessaire courant continu, positif à la masse	10,5-30 V
– Consommation de courant en position TEST	1. 90 mA 2. 100 mA 3. 95 mA
– Consommation de courant en lecture ligne	1. 165 mA 2. 185 mA 3. 180 mA
– Consommation de courant en lecture haut-parleur, niveau moyen	1. 230 mA 2. 250 mA 3. 250mA
– Consommation en enregistrement	1. 220 mA 2. 250 mA 3. 240 mA
– Consommation en rebobinage rapide	1. 270 mA 2. 300 mA 3. 280 mA
– Type des 12 piles utilisées, selon norme CEI	R 20
– idem selon norme ASA	« D » et L 90
– Durée de service approximative avec des éléments Eveready US 950 utilisés 2 heures par 24 heures	18 heures
– idem mais en service continu	8,5 heures
– idem mais avec des éléments Eveready US E 95	32 heures

Ruban magnétique

– Largeur de ruban utilisé, nominale	6,25 mm
– Epaisseurs admissibles	12 à 50 μm
– Diamètre maximum des bobines avec le couvercle ouvert	178 mm
– Durée d'enregistrement à 19,05 cm/sec et ruban de 35 μm	45 minutes
– Diamètre maximum des bobines avec le couvercle fermé	128 mm
– Durée d'enregistrement aux mêmes conditions	22 minutes

Défilement

– Vitesses de défilement commutables	(15"/s) 38,1 cm/s (7,5"/s) 19,05 cm/s (3,75"/s) 9,525 cm/s
– Stabilité de la vitesse moyenne en fonction de la température dans la gamme admise pour l'appareil	1. -0,1 % 2. +0,1 % 3. $\pm 0,1$ %
– idem en fonction de la position de l'appareil, du degré de remplissage des bobines, de la tension d'alimentation	1. -0,1 % 2. +0,1 % 3. $\pm 0,1$ %
– Pleurage et scintillation de la vitesse selon DIN 45 507 à 38,1 cm/s	1. $\pm 0,02$ 2. $\pm 0,05$ 3. $\pm 0,05$
– idem à 19,05 cm/s	1. $\pm 0,05$ 2. $\pm 0,08$ 3. $\pm 0,07$
– idem à 9,525 cm/s	1. $\pm 0,06$ 2. $\pm 0,15$ 3. $\pm 0,12$

Chaîne amplificatrice

– Valeurs pour un Nagra IV D muni de préamplificateurs micro type QPSE-200 X0Y0	
– Courbe de réponse globale de 30 à 20.000 Hz (entrée microphone de 200 Ω . Sortie ligne non chargée)	1. $\pm 0,5$ db 2. ± 1 db 3. ± 1 db
– Distorsion totale au niveau 0 db. Entrée 10 mV. Sortie 600 Ω	1. $< 0,3$ % 3. $H_2 < 0,3$ % $H_3 < 0,1$ %
– Tension d'entrée maximum pour une distorsion de 1 % à 1 kHz Bruit de fond du préampli micro, filtre ASA A, réf. 1 mW	40 mV 1. -125,5 dbm 2. -127 dbm 3. -126 dbm

Modulomètre

– Temps d'intégration pour -1 db	1. 1,5 ms 2. 3,3 ms 3. -
– Echelle utilisable	-30 à +5 db
– Courbe de réponse de 40 à 10.000 Hz	$\pm 0,25$ db
– idem de 20 à 20.000 Hz	1. $\pm 1,7$ db 2. ± 2 db 3. ± 2 db

Effacement

Niveau de résidu d'un signal de 800 Hz enregistré au niveau maximum puis effacé	1. -87 db 2. -80 db 3. -83 db
---	-------------------------------------

Enregistrement et lecture

- Courbe de réponse: lecture d'un ruban étalon ou enregistrement lecture d'un ruban Scotch 203 enregistré à -20 db
Vitesse: 38 cm/s (15"/s)
 - 3. 30-20.000 Hz (±2 db)
- 19,05 cm/s (7,5"/s)
 - 3. 30-15.000 Hz (±2 db)
- 9,525 cm/s (3,75"/s)
 - 3. 30-10.000 Hz (±3 db)
- Niveau d'enregistrement maximum (nominal) par rapport à 200 mMx (valeur normalisée)
 - +4 db
- Distorsion par H³ à 1 kHz à ce niveau (avec ruban Scotch 102)
 - 1. 0,2 %
 - 2. 0,5 %
 - 3. 0,4 %
- Recul du bruit de fond de la chaîne de lecture. Moteur en marche chargé par simulateur de ruban. Mesure avec filtre ASA A
Référence: niveau maximum nominal (+ 4 db)
 - 1. -86 db
 - 2. -79 db
 - 3. -83 db
- Rapport signal/bruit de l'enregistrement + lecture. Ruban Scotch 102. Vitesse 19,05 cm/s. Réf. niveau maximum nominal
 - 3. CCIR -67 db
NAB -69 db
- idem, mais mesuré avec un filtre passe-bande (20-25.000 Hz). Champ magnétique parasite inférieur à 1 mgauss RMS
 - 64 db
- Rapport signal/bruit, mais avec ruban faible souffle Scotch 203. Filtre ASA A
 - 3. -70 db

Entrées

- Valeurs pour un Nagra IV D muni de 2 préamplificateurs type QPSE-200 X0Y0
- Nombre des entrées microphone incorporées
 - 2
 - Niveaux d'entrée pour un microphone 200 Ω
 - 0,2-43 mV
 - Entrée ligne asymétrique, Z = 100kΩ. Tensions admissibles
 - 1. 0,36-120 V
 - 2. 0,38-120 V
 - 3. 0,37-120 V
 - Entrée asymétrique par la prise pour accessoires, courants admissibles
 - 1. 3,6-1200 μA
 - 2. 3,8-1200 μA
 - 3. 3,7-1200 μA
 - Entrée Mixer. Niveau fixe, pour 200 mMx sur ruban. Impédance d'entrée Z = 9 kΩ
 - 560 mV
 - Entrée Pilot (Nagra IV L) Z = 5 kΩ
 - 0,5-25 V

Régulateur automatique de sensibilité RAS (ALC)

- Niveaux d'entrée pour enregistrement au niveau nominal
 - 1. 0,5-15 mV
 - 2. 0,68-17,5 mV
 - 3. 0,6-16 mV
- Distorsion moyenne dans cette plage, 1 kHz. Harmonique 3
 - 1. 0,15 %
 - 2. 0,4 %
 - 3. 0,34 %
- Courbe de réponse 55 à 16.000 Hz
 - 1. ±1,5 db
 - 2. ±2 db
 - 3. ±1,7 db

Filtre « parole » et générateur de référence

- Nombre de positions du filtre d'atténuation des très basses fréquences
 - 4
- Atténuation des filtres à 50 Hz
 - position 1 -5 db
 - position 2 -8 db
 - position 3 -11 db
 - position 4 -17 db

– Fréquence de coupure à –3 db	
position 1	450 Hz
position 2	450 Hz
position 3	430 Hz
position 4	340 Hz
– Fréquence du générateur de référence incorporé	1. 320 Hz 2. 480 Hz 3. 400 Hz
– Niveau du signal de référence	–8 db = 0 v.u.

Sorties

– Niveau de sortie sur l'amplificateur ligne (sortie ligne) chargé par 600 Ω pour 0 db au modulomètre	3. 4,4 V
– Impédance interne de sortie:	
30 Hz	z = 120 Ω
50 Hz	z = 102 Ω
1 kHz	z = 63 Ω
10 kHz	z = 55 Ω
– Tension de sortie maximum sur 600 Ω pour 1 % de distorsion	
1000 Hz	1. 9,4 V 2. 9,7 V 3. 9,6 V
5000 Hz	1. 9,4 V 2. 9,7 V 3. 9,6 V
50 Hz	3. 8 V
30 Hz	1. 7,6 V 2. 7 V 3. 7,4 V
– Sortie casque à vide. Niveau maximum	1. 950 mV 2. 1100 mV 3. 1000 mV
– Sortie casque chargé (casque 50 Ω). Tension réglable	3. 20-960 mV
– Sortie de la prise mixer. Charge 100 kΩ, niveau 0 db	560 mV
– Sortie du signal pilote lu (Pilot playback) avec QSLI (Nagra IV L)	1 V
– idem, sans QSLI (Nagra IV L)	350 mV

Haut-parleur incorporé

– Puissance électrique alimentant le HP (Nagra alimenté par ATN)	1,6 W
--	-------

Température, position, etc...

– Températures de fonctionnement avec courroies spéciales et alimentation externe	–55° à +71°C
– idem, avec des courroies normales et des batteries au Mn	–20° à +71°C
– Positions de fonctionnement	toutes
– Vibrations, chocs: selon norme aéronautique n° RTCA SC 90 cat. F	

Accessoires du Nagra IV

9.1. Câbles, sacoches et emballage

Code		Poids kg
	Câbles	
QCP	Câble de rechange Pilot-ATN	0,120
QCE	Câble de synchronisation de 10 m. pour caméra Eclair	0,400
QCX	Câble de synchronisation de 10 m. pour caméra Arriflex 16	0,400
QCF	Câble de synchronisation de 10 m. pour caméra Bolex H 16	0,400
QCO	Câble raccord SLO pour playback avec caméra équipée d'un générateur Pilot	0,100
QCA	Câble « Start-Stop » pour contrôle à distance	0,100
QCZ	Câble d'adaptation permettant l'utilisation de tous les câbles de synchronisation du Nagra III avec le Nagra IV	0,020
CS	Câble blindé de 3 m à 2 conducteurs + masse (radio, amplificateurs, etc)	0,250
	Sacoches	
QHT	Sac « Toujours prêt » en cuir noir	0,700
QHTP	Semblable à QHT, avec une poche « Kangourou »	0,800
QHP	Poignée de rechange	0,200
QHC	Courroie de rechange	0,150
	Emballage	
QJT	Emballage spécial en polystyrène expansé nécessaire pour expédier le Nagra	0,170
JT	Emballage spécial pour les accessoires SLO, DH, WFM	0,550

9.2. Accessoires alimentation

ATN	Alimentation secteur pour Nagra (110-250 V, 50 ou 60 Hz). Fournit également un signal de 1 V à la fréquence du secteur pour signal Piloton lorsqu'on travaille avec une caméra à moteur synchrone alimentée par le même secteur. Dimensions: 160 × 62 × 45 mm	1,050
PD	Jeu de 12 piles standards (n° international R 20)	1,000
PA	Jeu de 12 accumulateurs rechargeables (n° international R 20)	1,600
PAR	Chargeur pour accumulateurs du type PA. Il se place entre l'ATN et le Nagra et ne nécessite aucune manipulation des accumulateurs. Le courant est réglé à 250 mA ±10 %. Charge environ 14 heures. Dimensions: 80 × 35 × 35 mm	0,250

9.3. Accessoires son

Code		Poids kg
BM	Pupitre de mélange à trois entrées directes et asymétriques pour microphones électrodynamiques et une entrée ligne pour un quatrième microphone par l'intermédiaire du AMC, du AMS ou du BS. Les deux entrées micro du Nagra restent disponibles pour des microphones supplémentaires. En rapport niveau/bruit le BM est légèrement inférieur à l'entrée micro du Nagra. Nous ne recommandons pas l'utilisation de cet accessoire à proximité d'émetteurs, ou de sources de parasites puissantes. Dimensions: 250 × 130 × 60 mm	1,100
BMT	Pupitre de mélange identique au BM mais avec entrées symétriques, par transformateurs, pour microphones électrodynamiques (50 ou 200 Ω). Ce montage annule tout effet de modulation parasite.	1,200
QCB	Adaptateur BM (BMT) – Nagra IV	0,080
BS	Préamplificateur pour microphone électrodynamique (50 ou 200 Ω), à brancher à l'entrée accessoires du Nagra. Le BS permet l'emploi d'un microphone supplémentaire sans avoir recours au mixer. Dimensions: 80 × 35 × 28 mm	0,400
DH	Amplificateur de puissance (classe B, 6 W) avec haut-parleur incorporé. Il est alimenté par un jeu de 12 piles. Le DH donne un son clair et puissant, dont la qualité est aussi bonne que le permettent la technique utilisée, le poids et les dimensions de cet accessoire. Dimensions: 318 × 222 × 112 mm	2,650
DHA	Amplificateur de puissance identique au DH mais avec, en plus, une prise pour la connexion de l'ATN	2,700
CH	Câble de rechange DH (DHA)-Nagra IV	0,050

9.4. Accessoires de synchronisation

SLO	Synchronisateur modifiant automatiquement la vitesse du Nagra IV (modèle L ou dérivés) lors de la lecture d'un ruban portant un signal Pilot pour la synchronisation avec le secteur. On peut ainsi transférer l'enregistrement du ruban magnétique sur un film perforé. Alimentation par secteur (110-250 V,
-----	--

Code		Poids kg	Code		Poids kg
	50 ou 60 Hz). Contrôle par un tube à rayons cathodiques. Dispositif pour traduire une interruption du signal pilote en signal 1 kHz (marque de départ). Dimensions: 360 × 240 × 80 mm	4,750	KN 63	Microphone Neumann KM 63. Caractéristique sphérique (omnidirectionnelle). Il est moins sensible aux bruits du vent et du toucher que les microphones cardioïdes. Il peut également être employé comme microcravate de très haute qualité. Dimensions: 21 mm Ø, long. 120 mm	0,250
SLQ-50	Générateur Pilot stabilisé par un quartz, contrôle le signal de référence du SLO. Cet accessoire est un circuit enfichable dans le SLO.		KN 56	Microphone Neumann KM 56. Caractéristique réglable: omnidirectionnelle, cardioïde, huit. Permet l'adaptation à différentes conditions acoustiques. Dimensions: 21 mm Ø, long. 112 mm	0,270
SLQ-60	Semblable à SLQ-50 mais ajusté pour 60 Hz.		KN 73	Microphone transistorisé Neumann KM 73. Caractéristique omnidirectionnelle. Dimensions: 21 + 24 mm Ø, long. 145 mm	0,095
QCL	Adaptateur SLO – Nagra IV	0,100	KN 74	Microphone transistorisé Neumann KM 74. Caractéristique cardioïde. La directivité est presque indépendante de la fréquence. Dimensions: 21 + 24 mm Ø, long. 145 mm	0,095
QSV	Variateur de vitesse Performance (à toutes les vitesses ±11 %) Dimensions: 143 × 63 × 40 mm	0,450	KN 76	Microphone transistorisé Neumann KM 76. Caractéristique omnidirectionnelle, cardioïde et huit commutables. Dimensions: 21 + 46 mm Ø, long. 175 mm	0,200
QSCC	Diviseur de fréquence. Il fournit un signal pilote de 50-60 Hz au Nagra à partir d'un moteur de caméra avec sortie pilote de 100-120 Hz. Entrée: 0,5-5 V; 80-130 Hz Sortie: 1 V, à fréquence d'entrée /2 Dimensions: 145 × 65 × 22 mm	0,250			
QPC	Coupleur photo-électrique filtrant le signal pilote d'un moteur « multi-duty » (p. ex. les caméras Mitchell). Entrée pilote: 90-250 V AC Sortie pilote au Nagra: 1 V Dimensions: 40 mm Ø, long. 235 mm	0,300			

9.5. Instruments de mesure

WFMM	Appareil de mesure de pleurage et scintillation. Usage pour laboratoire d'entretien. Fréquence de mesure: 1000 Hz (ce choix permet de diminuer les erreurs de lecture dues à la modulation parasite). Dimensions: 172 × 172 × 267 mm	4,250	AMC	Alimentation pour microphones à condensateur type KM 56, 63, 64. Fournit la tension nécessaire à ce type de microphones à partir du Nagra. Dimensions: 142 × 62 × 25 mm	0,350
WFMS	Appareil de mesure de pleurage et scintillation. Fréquence de mesure: 3150 Hz (normalisation selon norme DIN 45507).	4,250	VN	Bonnette pare-vent WS 21 Neumann	0,020
			GN	Suspension élastique EA-21 Neumann à fixer sur un pied ou perche	0,150
			CN	Câble rallonge de 10 m. AMQ-microphone	0,450

N.B. – Les micros KM 73, 74 et 76 ne peuvent être utilisés qu'avec le préampli QPM 3-5 enfichable dans le Nagra IV

9.6. Microphones

Microphones à condensateur

Ce sont les meilleurs microphones que nous pouvons proposer. Par leur principe même, leur courbe de réponse est plate et ils n'avantagent ni les basses, ni les aigus. De plus, ils permettent une reproduction impeccable des régimes transitoires par l'absence de résonance.

En revanche, leur prix est élevé, ils exigent une alimentation et ils sont moins robustes que les microphones électrodynamiques. En général et surtout dans les pays tropicaux, il faut les protéger de l'humidité.

Compte tenu des restrictions ci-dessus, nous les recommandons pour toutes les prises de son exigeant une qualité optimum.

Fabrication Neumann

KN 64	Microphone Neumann KM 64. Caractéristique cardioïde. La directivité est presque indépendante de la fréquence. La courbe de réponse est bonne également pour les sons venant de côté. Dimensions: 21 mm Ø, long. 112 mm	0,270
-------	---	-------

Fabrication Sennheiser

KS 104	Microphone Sennheiser MKH 104 transistorisé. Caractéristique omnidirectionnelle. Courbe de réponse très étendue exempte de pointes et de creux. Dimensions: 20 mm Ø, long. 126 mm	0,400
KS 105	Semblable à MKH 104, mais sortie symétrique	0,400
KS 804	Microphone Sennheiser MKH 804 transistorisé. Directif, à forte concentration du faisceau d'un genre absolument nouveau. Caractéristique de directivité en forme de massue et indépendante de la fréquence. Idéal pour la télévision et le cinéma. Dimensions: 19 mm Ø, long. 550 mm	1,400
GS 105	Support élastique MZS 105 pour microphones MKH 104, 105, 404 et 405	0,100
VS 201	Pare-vent MZW 201 pour microphones MKH 104, 105, 404 et 405	0,020
KS 404	Microphone Sennheiser MKH 404 transistorisé. Caractéristique cardioïde	

Code		Poids kg	Code		Poids kg
	Excellente courbe de réponse. Directivité très précise et indépendante de la fréquence.			diode pour diminuer les sons indésirables.	
KS 405	Dimensions: 20 mm Ø, long. 126 mm	0,350		Sens. 0,1 mV / µbar	
KS 805	Semblable à MKH 404, mais sortie symétrique	0,400	GB 22	Dimensions: 22 mm Ø, long. 120 mm	0,450
AMS	Semblable à MKH 804, mais sortie symétrique	1,400	MB 110	Support de table ST 260/22 pour M-100	0,100
	Adaptateur pour microphones Sennheiser à condensateur série MKH 104, 404 et 804. Se branche simplement sur la prise accessoire du Nagra. Permet des performances de travail optima avec ce genre de microphones.			Microphone Beyer M-110 « Lavalère » (cravate). Omnidirectionnel. Très bonnes caractéristiques professionnelles.	
	Dimensions: 80 × 35 × 28 mm	0,250	MB 160	Sens. 0,1 mV / µbar	0,250
CK	Câble rallonge de 10 m. AMS-microphone	0,450		Dimensions: 28 mm Ø, long. 60 mm	
				Microphone Beyer M-160, à double ruban, classe professionnelle. Caractéristique supercardioïde pour enregistrement de haute qualité en studios, églises et salles de concert.	
			VB 260	Dimensions: 38 mm Ø, long. 154 mm	0,350
				Pare-vent Beyer WS 260 pour microphone M-160	0,020
Microphones électrodynamiques			Fabrication Sennheiser		
	Fabrication AKG		MS 21	Microphone Sennheiser MD 21 N. Caractéristique omnidirectionnelle. Très robuste, il convient parfaitement pour tous travaux de reportage.	
MA 24	Microphone AKG D-24. Caractéristique cardioïde. Excellente qualité. Il est muni d'un dispositif de coupures des basses fréquences pour la parole. Les ouvertures de compensation le rendent plus sensible au bruit du vent.			Sens. 0,2 mV / µbar	
	Dimensions: 40 mm Ø, long. 156 mm	0,450	GS 21	Dimensions: 46 × 46 × 120 mm	0,550
VA 24	Pare-vent AKG W 24 pour D-24 B	0,350	VS 22	Support de table MZT 21 pour MD 21	0,200
GA 19	Support de table AKG ST 19	0,200		Pare-vent Sennheiser MZW 22 pour microphones MD 21 et MD 421. Fabriqué en polyester renforcé de fibre de verre	0,150
GA 24	Suspension élastique AKG H 24	0,150	MS 421	Microphone de studio Sennheiser MD 421 N. Caractéristique cardioïde.	0,530
MA 202	Microphone AKG D 202 CS, cardioïde, excellente performance avec un système à deux voies. Contrôle atténuation de basse de 0 à 20 db.		VS 421	Dimensions: 177 × 48 × 46 mm	
	Sens. 0,20 mV / µbar			Pare-vent Sennheiser MZW 421 en mousse pour microphones MD 21 et MD 421 N	0,020
	Dimensions: 30 mm Ø, long. 212 mm	0,750	GS 421	Support de table Sennheiser MZT 421 pour microphone MD 421 N	0,500
	Fabrication Beyer			Accessoires généraux	
MB 67	Microphone Beyer M-67. Cardioïde. Pour reportage, chanteurs et musique. Le système interne est suspendu pour éliminer le bruit de contact des doigts et le protéger des chocs.		GB 211	Bras transversal « Boom arm » Beyer Sch 211	1,000
	Sens. 0,22 mV / µbar		GB 200	Base Beyer ST 200 pour la fixation du Sh 11/200 N sur une table	0,650
	Dimensions: 38 mm Ø, long. 200 mm	0,550	GB 11	Col de cygne Beyer Sh 11/200 N	0,150
GB 27	Support de table Beyer ST 260/27 pour M-67	0,050	GB 6	Pince Beyer MKV pour tous microphones	0,050
VB 85	Pare-vent Beyer WS 85 pour M-67	0,300	GA 200	Pied AKG ST 200 avec dispositif anti-vibration (pour tous microphones)	4,200
MB 69	Microphone Beyer M-69. Cardioïde pour théâtre et orchestre (en studio).		GA 201	Pied AKG ST 201 télescopique (pour tous microphones)	1,250
	Sens. 0,24 mV / µbar			Dimensions: long. 1500 mm	
	Dimensions: 24 mm Ø, long. 170 mm	0,450		Câbles pour microphones électrodynamiques	
GB 24	Support de table Beyer ST 260/24 pour M-69	0,050	CR	Câble à fiches Tuchel T 3261/1 et Cannon femelle, longueur: 1,5 m	0,150
VB 69	Pare-vent WS 84 pour M-69 ou M-88	0,300	CD	Câble à fiches Tuchel T 3261/1 et Cannon femelle, longueur: 10 m	0,400
MB 88	Microphone Beyer M-88 (ou M-66). Cardioïde pour enregistrement Haute-Fidélité.		QCR	Câble à fiches Tuchel T 3261/1 et Cannon mâle pour Nagra « Standard NAB ». Long. 1,5 m	0,150
	Sens. 0,28 mV / µbar		QCD	Câble à fiches Tuchel T 3261/1 et Cannon mâle pour Nagra « Standard NAB ». Long. 10 m	0,400
	Dimensions: 24 mm Ø, long. 165 mm (Mêmes accessoires que pour M-69)	0,450	CC	Câble rallong à fiches Cannon mâle et Cannon femelle. Long. 10 m	0,400
MB 100	Microphone Beyer M-100. Omnidirectionnel. Pour enregistrement Haute-Fidélité, encombrement réduit, peu sensible.				
	Il est intéressant pour enregistrer de la musique dans de bonnes conditions acoustiques lorsqu'il n'est pas nécessaire d'employer un microphone car-				

Code Poids kg

9.7. Ecouteurs

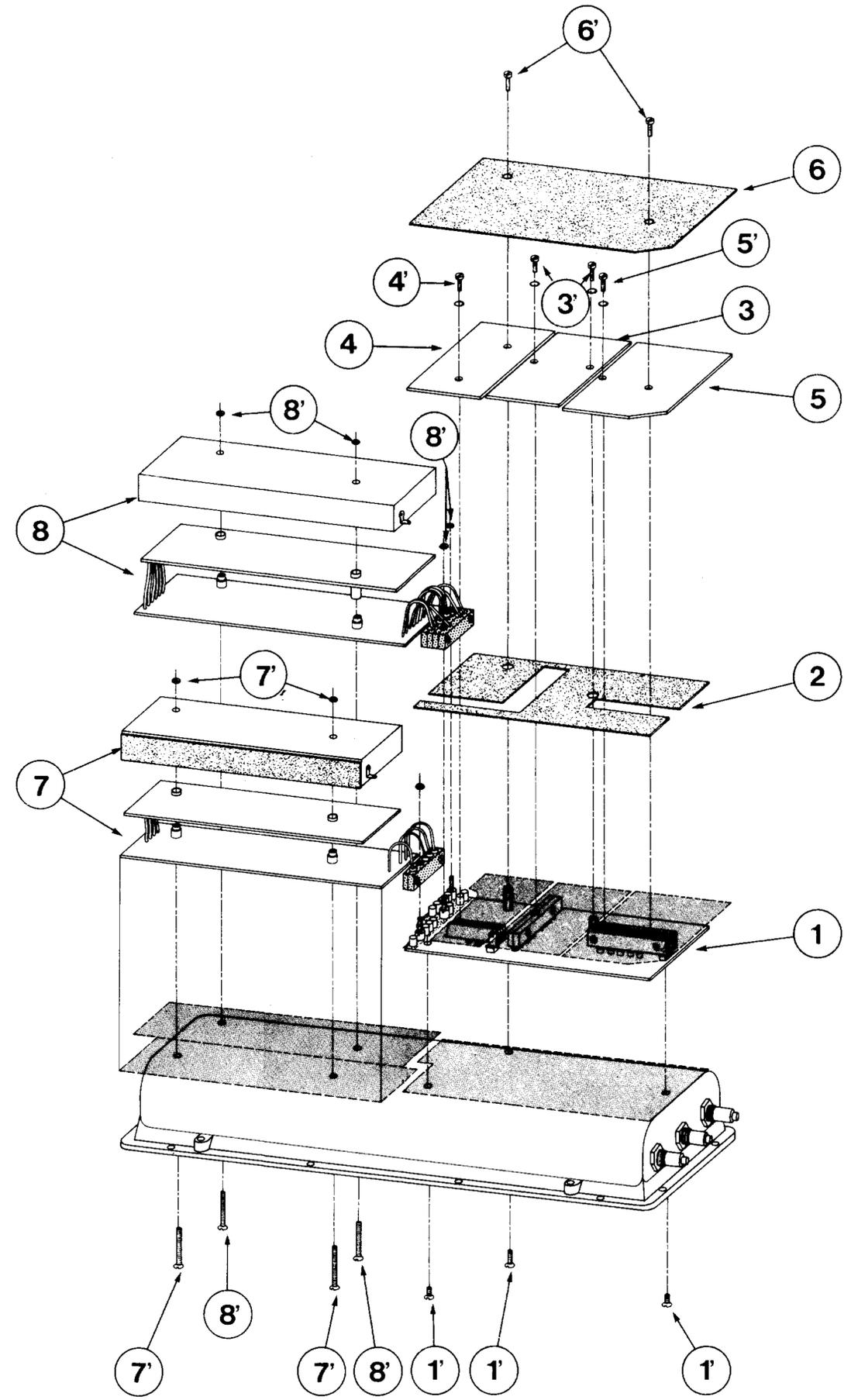
	Nous recommandons vivement l'emploi des écouteurs. Les modèles que nous proposons permettent une écoute de haute qualité, comparable à celle d'un haut-parleur de studio. Le Nagra IV permettant la lecture de la bande pendant l'enregistrement, on peut ainsi déceler tout défaut éventuel.	
QEB 48	Ecouteurs Beyer DT 48. Usage professionnel.	0,600
QEB 48 S	Ecouteurs Beyer DT 48 S formule nouvelle du DT 48. Grand pavillons d'oreilles qui arrêtent tous les bruits de l'extérieur	0,750
QEB 96	Ecouteurs Beyer DT 96. Modèle courant, léger, confortable. Equipé de pavillon	0,500
QEB 509	Ecouteurs Beyer DT 509. Type télescopique	0,150
QEA	Ecouteurs AKG K-50. Modèle courant, léger, confortable	0,500
	Accessoires pour écouteurs	
EBP 48	Pavillon pour écouteurs DT 48, la paire	0,050

Code		Poids kg
EBE 48	Entoure-oreilles pour DT 48	0,050
EBP 96	Pavillon pour écouteurs DT 96	0,050
EBE 96	Entoure-oreilles pour DT 96, la paire	0,050
EBP 509	Tampons auriculaires	0,050

9.8. Bandes

TA 102-175	Bande Scotch 175 5" (15 min)	0,200
TB 102-175	Semblable à TA-7" (30 min)	0,400
TE 150-215	Bande Scotch 215 pour enregistrement courant-5" (22 min)	0,200
TG 150-215	Semblable à TE-7" (44 min)	0,400
TH 200-220	Bande Scotch 220 extra-mince-5" (30 min)	0,200
TK 200-220	Semblable à TH-6" (42 min)	0,300
TL 200-220	Semblable à TH-7" (60 min)	0,365
	* (Les temps indiqués ci-dessus se rapportent à la vitesse 19 cm/s ou 7,5"/s.)	
TY	Bobine vide-5"	0,050
TZ	Bobine vide-7"	0,100
TW	Bande Scotch autocollante ½" × 4 m	0,050
TT	Ciseau antimagnétique	0,050
TX	Bande amorce ¼" × 15 m	0,020

- SYNCHRONIZER & VOLTMETER
- ⑤ — SYNCHRONISATEUR ET VOLTMETRE
- SYNCHRONISATOR UND VOLTMETER
- INSULATED BOARD
- ⑥ — PLAQUE ISOLANTE
- ISOLIERUNGSPLATTE
- CRYSTAL PILOT GENERATOR
- ⑦ — GENERATEUR PILOT A QUARTZ
- PILOTQUARTZGENERATOR
- RECEIVER
- ⑧ — RECEPTEUR
- EMPFAENGER



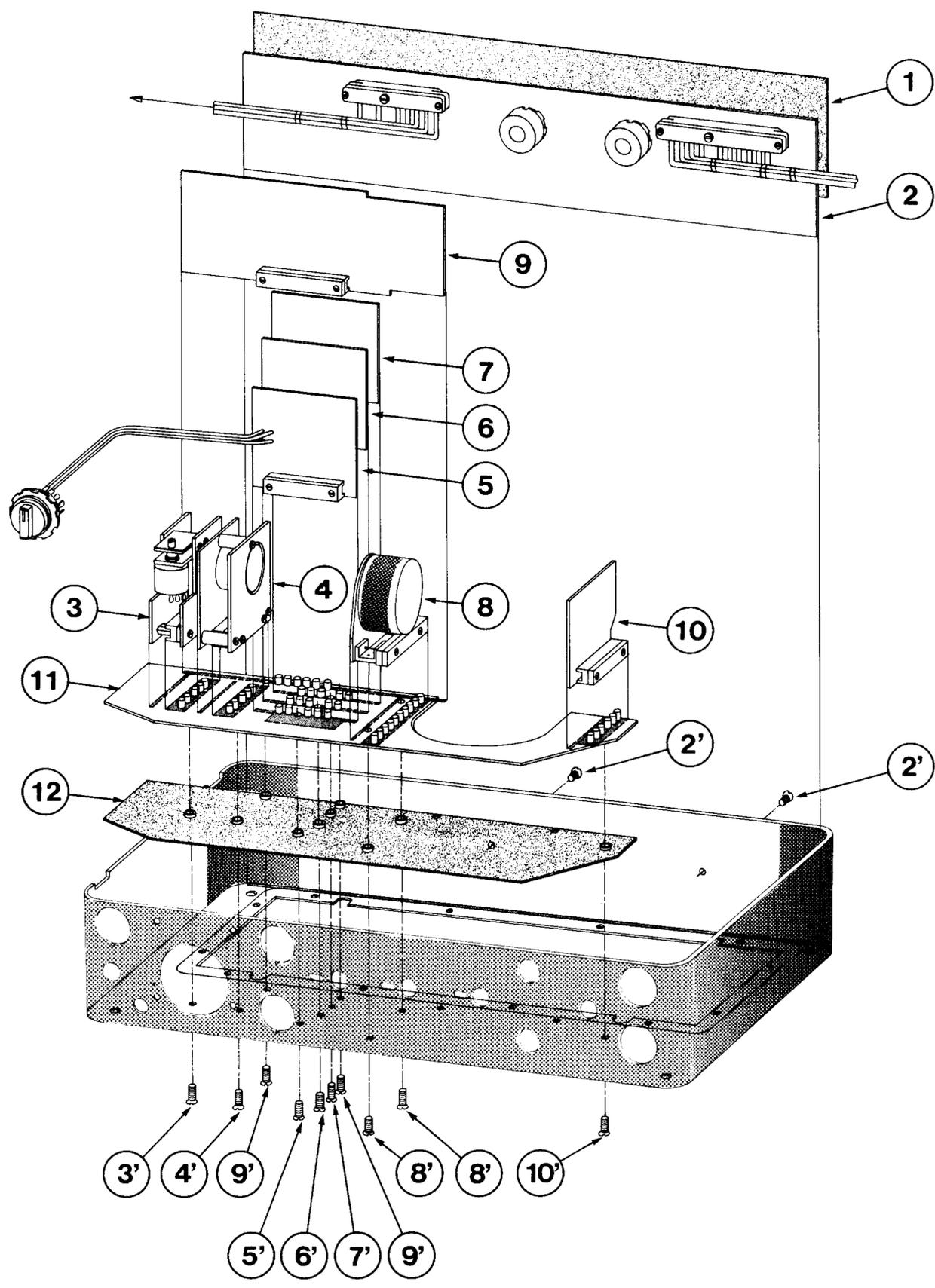
- INTERCONNECTION
- ① — INTERCONNEXION
- VERBINDUNGSKREIS
- INSULATED BOARD
- ② — PLAQUE ISOLANTE
- ISOLIERUNGSPLATTE
- RECORD PILOT & CLAPPER
- ③ — ENREGISTREMENT PILOT ET CLAQUETTE
- PILOT AUFNAHMEVERSTAEKER UND STARTMARKIERUNG
- FREQUENCY METER
- ④ — FREQUENCOMETRE
- FREQUENZMETER

CIRCUIT MOUNTING ON THE BATTERIE BOX

MONTAGE DES CIRCUITS SUR LE BOITIER A PILES

AUFBAU DER KREISE AUF DEM BATTERIEGEMAEUSE

- LINE AMPLIFIER
- ⑦ — AMPLIFICATEUR LIGNE
- LINIENVERSTAERKER
- LINE TRANSFORMER
- ⑧ — TRANSFORMATEUR LIGNE
- LINIENTRANSFORMATOR
- AUTOMATIC LEVEL CONTROL
- ⑨ — REGULATEUR AUTOMATIQUE DE SENSIBILITE
- AUTOMATISCHE REGELKONTROLLE
- LOUD SPEAKER AMPLIFIER
- ⑩ — AMPLIFICATEUR HAUT-PARLEUR
- LAUTSPRECHERVERSTAERKER
- INTERCONNECTION
- ⑪ — INTERCONNEXION
- VERBINDUNGSKREIS
- INSULATED BOARD
- ⑫ — PLAQUE ISOLANTE
- ISOLIERUNGSPLATTE



- INSULATED BOARD
- ① — PLAQUE ISOLANTE
- ISOLIERUNGSPLATTE
- VOLTAGE & SPEED STABILIZER
- ② — STABILISATEUR DE TENSION ET VITESSE
- GESCHWINDIGKEITS UND SPANNUNGSREGLER
- MICROPHONE PREAMPLIFIER N°1
- ③ — PREAMPLIFICATEUR MICRO N°1
- MIKROPHONVORVERSTAERKER N°1
- MICROPHONE PREAMPLIFIER N°2
- ④ — PREAMPLIFICATEUR MICRO N°2
- MIKROPHONVORVERSTAERKER N°2
- DIRECT AMPLIFIER & REF. SIG. GENERATOR
- ⑤ — AMPLI DU DIRECT ET GENERATEUR DE REFERENCE
- "DIRECT." VERSTAERKER UND REF. GENERATOR
- MODULOMETER OR VU-METER
- ⑥ — MODULOMETRE OU VU-METRE
- MODULOMETER ODER VU-METER

CIRCUIT MOUNTING IN THE BOX

MONTAGE DES CIRCUITS DU BOITIER

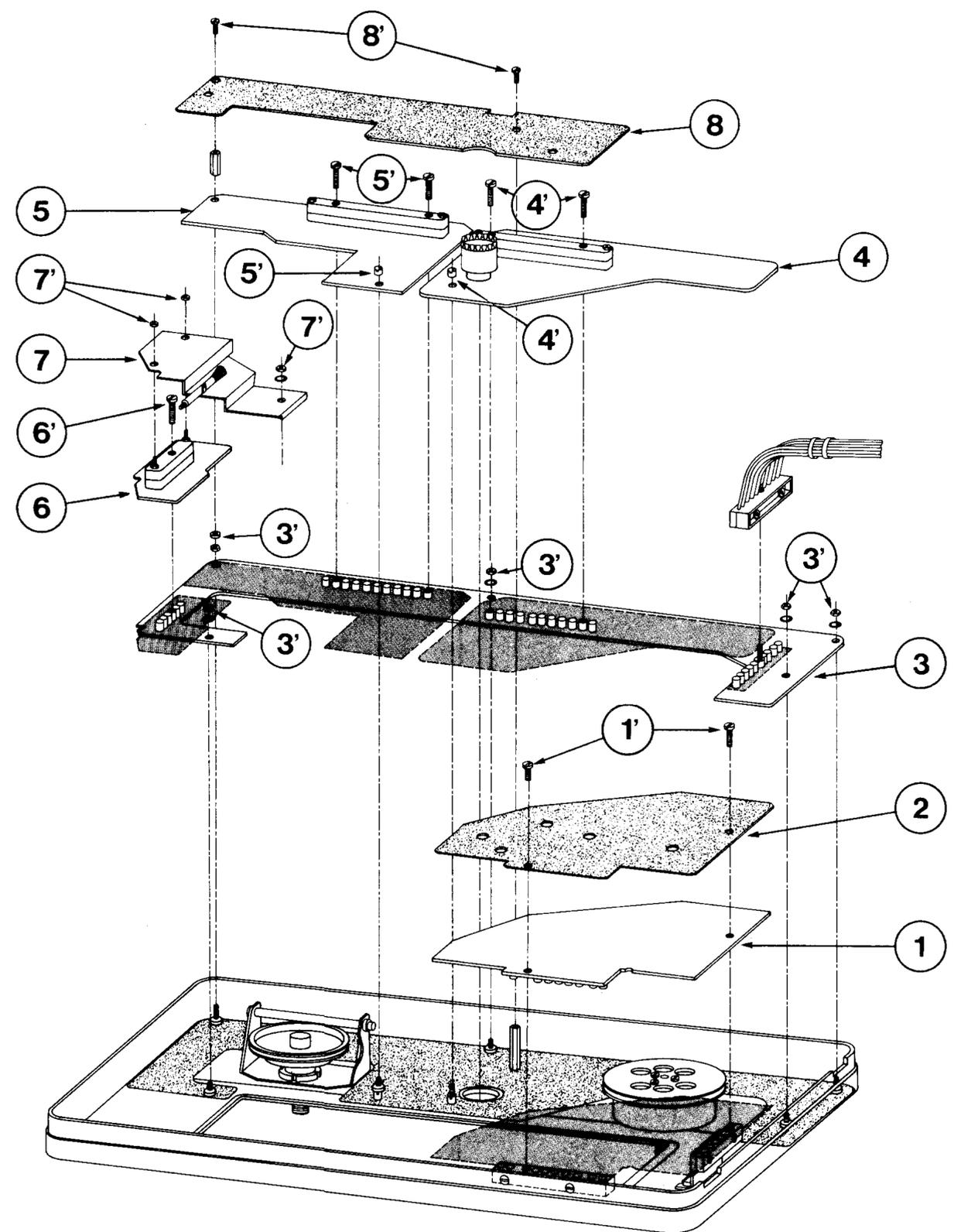
AUFBAU DER GEHAEUSEKREISE

- 5 — PLAYBACK AMPLIFIER
- 5 — AMPLIFICATEUR DE LECTURE
- 5 — WIEDERGABEVERSTAERKER

- 6 — SHIELD
- 6 — BLINDAGE
- 6 — SCHIRM

- 7 — SHIELD
- 7 — BLINDAGE
- 7 — SCHIRM

- 8 — SHIELD
- 8 — BLINDAGE
- 8 — SCHIRM



- 1 — OSCILLATOR & PILOT AMPLIFIER
- 1 — OSCILLATEUR ET AMPLIFICATEUR PILOT
- 1 — OSCILLATOR UND PILOT VERSTAERKER

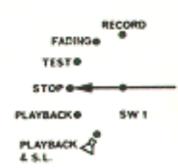
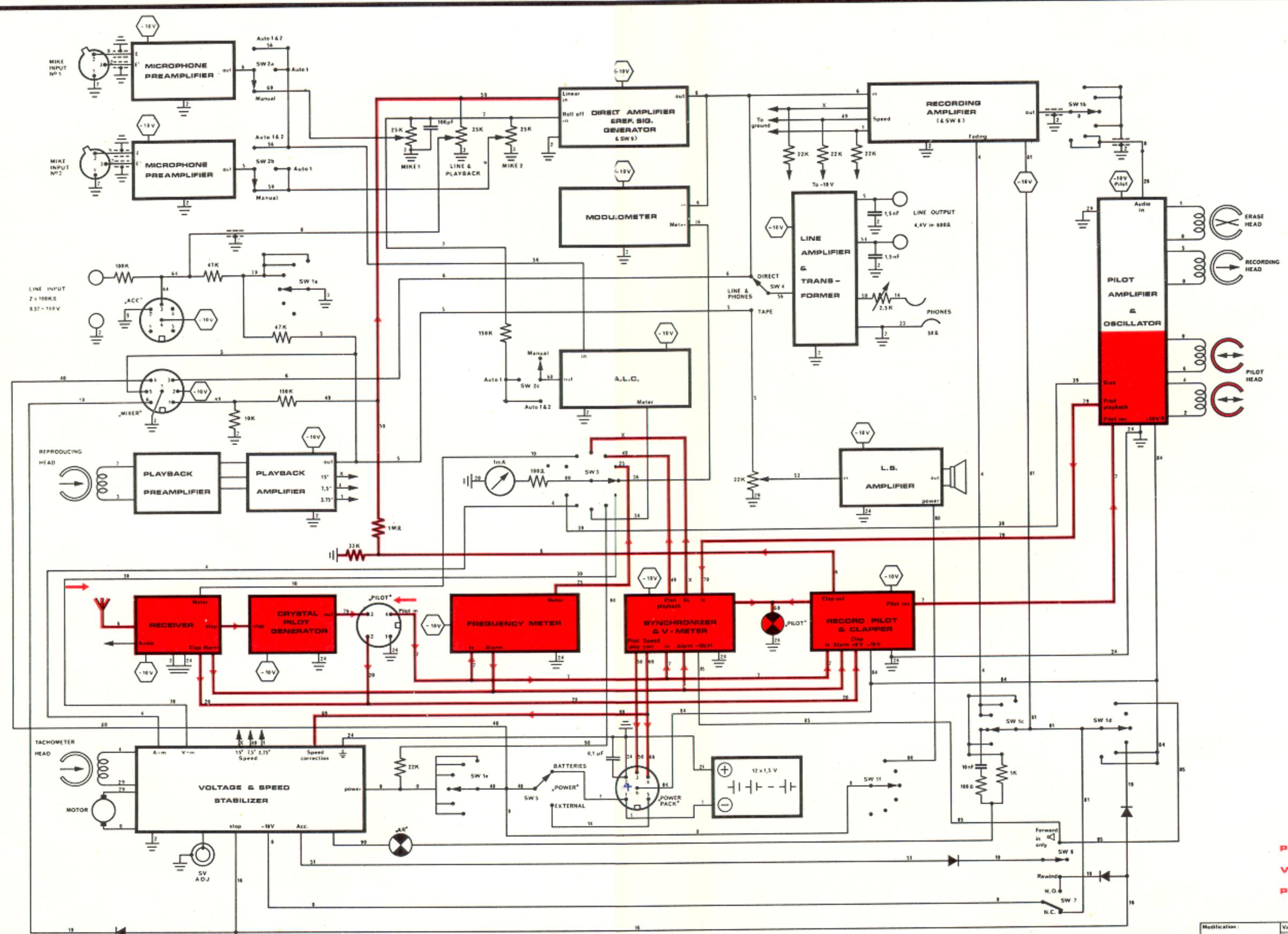
- 2 — SHIELD
- 2 — BLINDAGE
- 2 — SCHIRM

- 3 — INTERCONNECTION
- 3 — INTERCONNEXION
- 3 — VERBINDUNGSKREIS

- 4 — RECORDING AMPLIFIER
- 4 — AMPLIFICATEUR D'ENREGISTREMENT
- 4 — AUFNAHMEVERSTAERKER

CABLE COLOR CODE

1	=	Brown
2	=	Red
3	=	Orange
4	=	Yellow
5	=	Green
6	=	Blue
7	=	Violet
8	=	Grey
9	=	White
0	=	Black
X	=	Pink

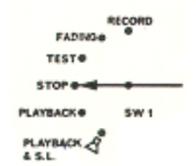
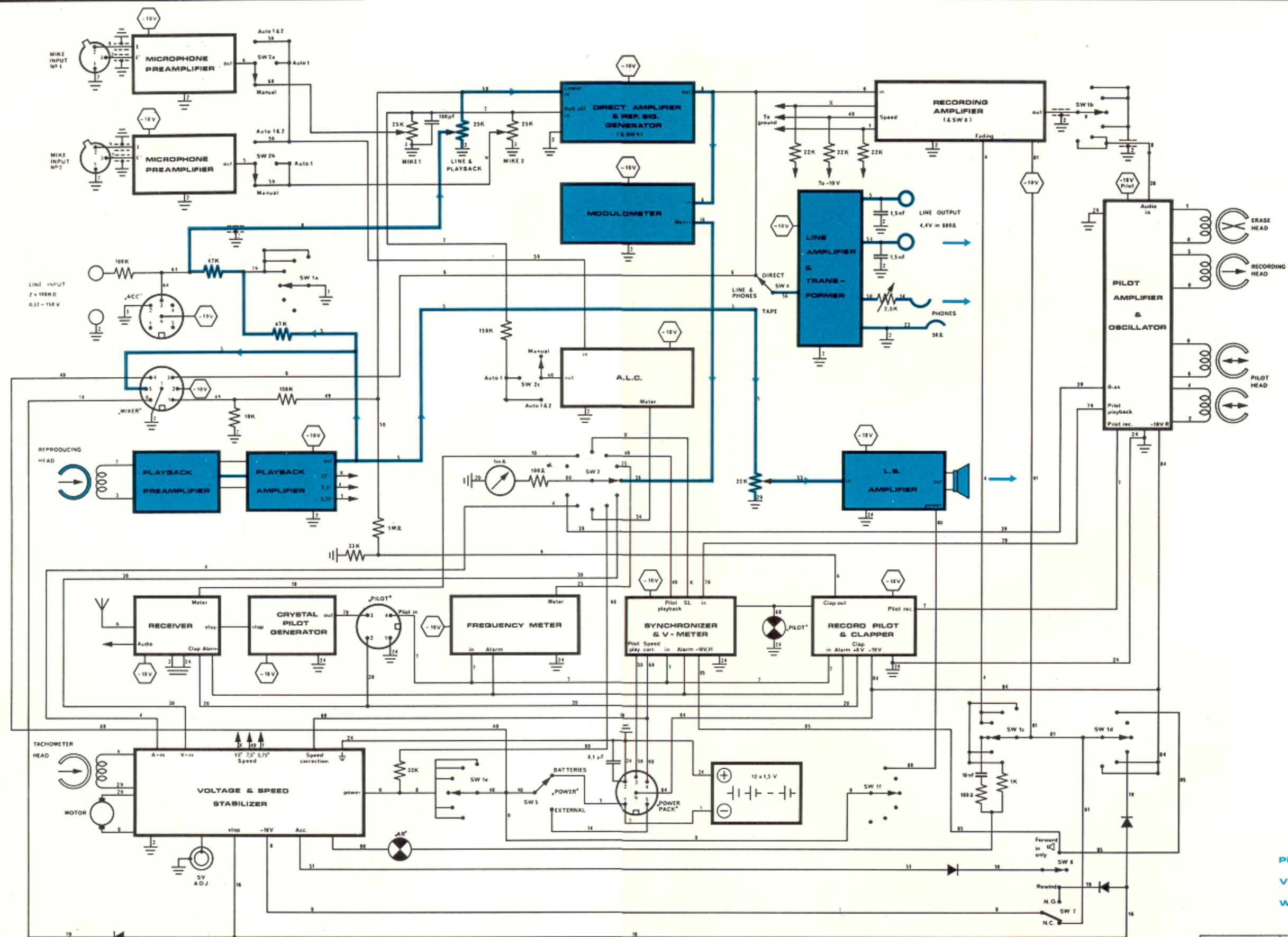


PILOT CHAIN
VOIE PILOTE
PILOTTONKANAL

Modification:	Valid from ser. 101	KUDELSKI - Dept. NAGRA - CHESEAX CH 1931 - Switzerland - Telex 24 392
Date:	This drawing is confidential and may not be divulged in whole or in part to a third party.	NAGRA MAGNETIC RECORDERS INC. 345 Fifth Avenue - New York, N.Y. 10017 Phone (212) 681-8800
Circuit Diagram:	BLOCK DIAGRAM	NAGRA IV L
Copy:	KUDELSKI	5.04.0.01

CABLE COLOR CODE

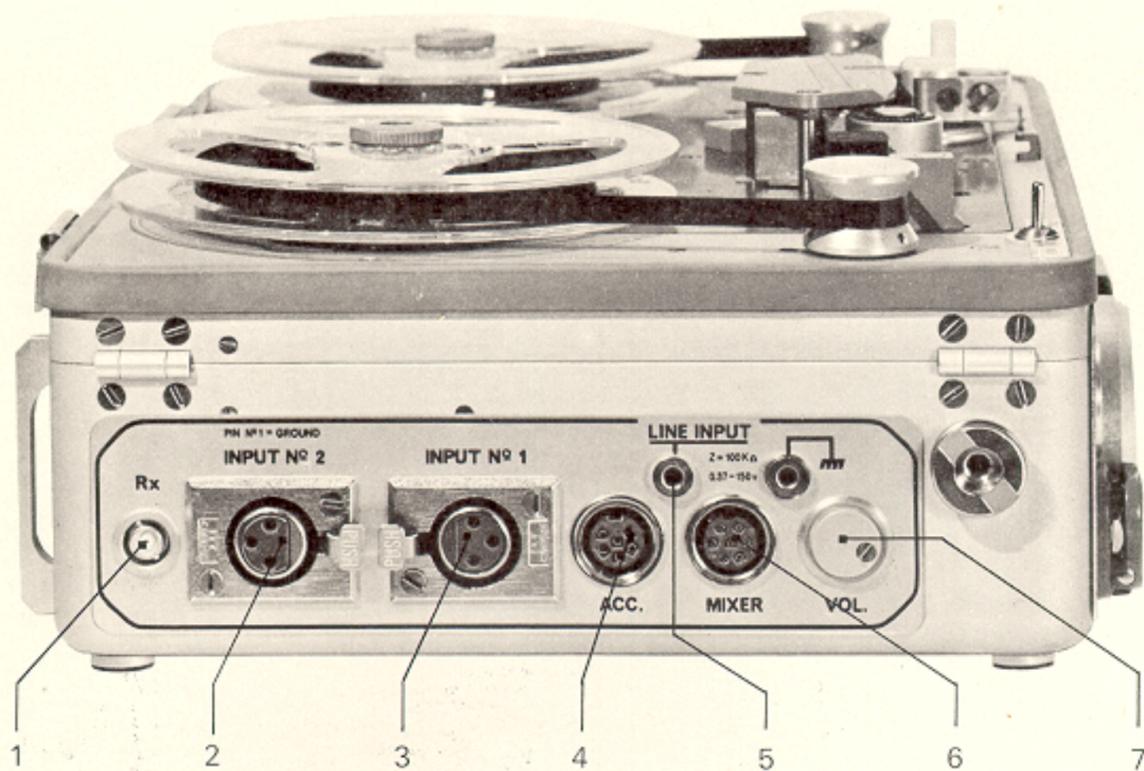
1	Brown
2	Red
3	Orange
4	Yellow
5	Green
6	Blue
7	Violet
8	Grey
9	White
0	Black
X	Pink



PLAYBACK CHAIN
 VOIE DE LECTURE
 WIDERGABEKANAL

Modification: Valid from ser. N°: KUDELSKI - Dept. NAGRA - CHESEBUX
 CH 1903 - Switzerland - Telex 24 382
 NAGRA MAGNETIC RECORDERS INC.
 565 Fifth Avenue - New York, N.Y. 10017
 Phone (212) 966-8068

CIRCUIT DIAGRAM: BLOCK DIAGRAM NAGRA IV L
 Date: _____
 Drawn: _____
 Checked: _____
 Approved: _____



- 1 - Antenna Socket for Receiver
- Prise antenne pour récepteur
- Empfängerantennendose
- 2 - Mike Input no. 1
- Entrée micro no. 1
- Mikrophoneingang no. 1
- 3 - Mike Input no. 2
- Entrée micro no. 2
- Mikrophoneingang no. 2

- 4 - Accessory Socket
- Prise accessoire
- Zubehördose

- 5 - Line Input
- Entrée ligne
- Linieneingang

- 6 - Mixer Socket
- Prise Mixer
- Mixerdose

- 7 - Loudspeaker Volume
- Volume haut-parleur
- Lautsprecherstärke

- 8 - Box Fastener
- Fermeture boîtier
- Gehäuseverschluss

- 9 - Loudspeaker
- Haut-parleur
- Lautsprecher

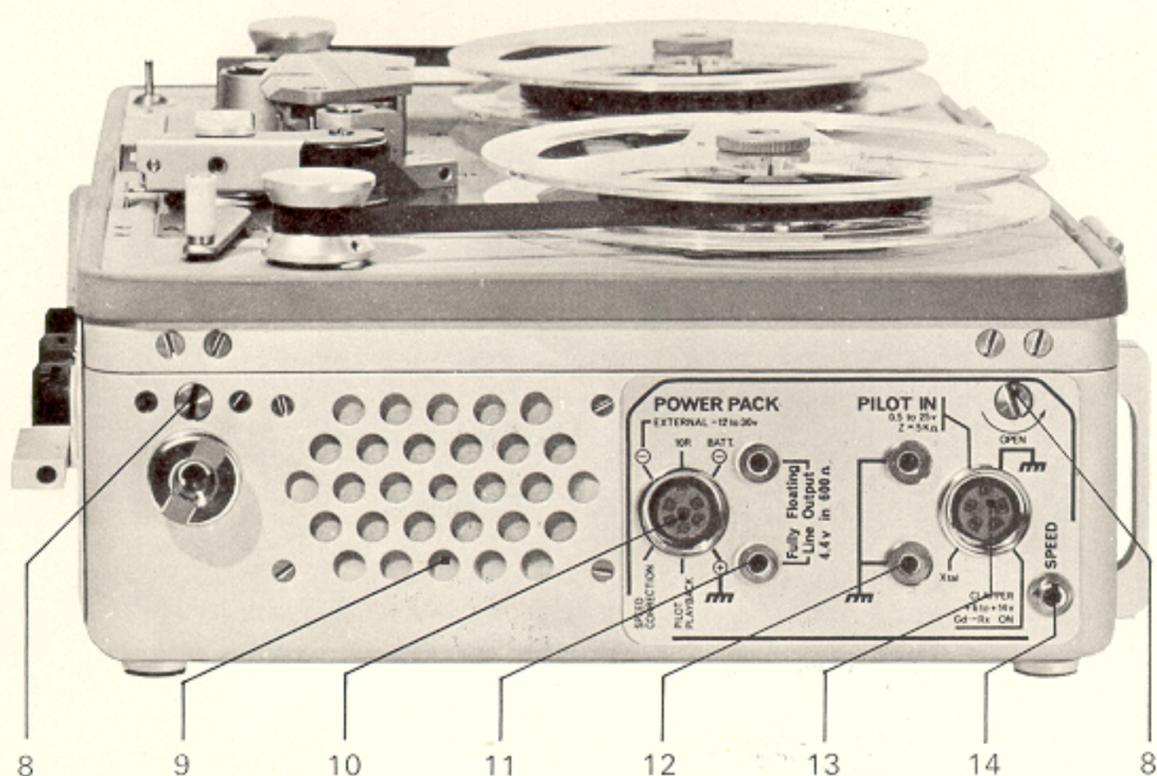
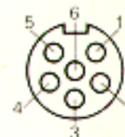
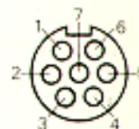
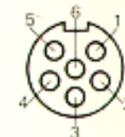
- 10 - Power Supply Input and Pilot Output
- Prise d'alimentation et sortie pilote
- Speisedose und Pilotausgang

- 11 - Line Output
- Sortie ligne
- Linienausgang

- 12 - Ground Sockets
- Prises de masse
- Erdanschluss

- 13 - Pilot and Clapper Inputs
- Entrées pilote et claquette
- Pilot- und Startmarkierungseingänge

- 14 - Speed Varier Jack
- Prise pour variateur de vitesse
- Geschwindigkeitsreglerdose



NAGRA IV D and NAGRA IV L Portable Tape Recorders

INTRODUCTION

The NAGRA IV D and NAGRA IV L are self-contained high performance sound recorders of exceptional reliability. They will operate in any position. They can be powered either by internal batteries, or an external A.C. supply using an ATN Power Unit. The weight and size is slightly reduced as compared to the NAGRA III.

They are built to Military and Aeronautical Standards, thus giving the recorders a reliability which has not been available heretofore in the electro-acoustical field. The NAGRA IV D AND IV L are single track monaural recorders. The NAGRA IV D replaces the previous NAGRA III BHO non-sync recorder, and the NAGRA IV L replaces the NAGRA III PHO synchronous recorder.

DESCRIPTION

The case for the new recorder is similar in shape, but slightly smaller than the NAGRA III. The tape deck is shock-mounted to the case. The principle controls are on the front panel, with connectors and accessory controls mounted on the sides.

The electronic circuits are modular on plug-in boards. This provides:

- (a) Recorders can be equipped to meet specific requirements.
- (b) At sometime in the future, recorders will be available with minimum facilities and cost to meet limited requirements.
- (c) Recorders can be easily changed from one type to another as discussed in subsequent paragraphs.
- (d) Pre-amplifier modules to meet special microphone requirements will be available in addition to the standardized pre-amplifiers used in most professional work.
- (e) Modular replacement will be used for most repair thus providing a rapid and economic service.

1. RECORDER CASE

The NAGRA IV has a corrosion-resistant light metal alloy hardened case which provides increased shock-resistance despite it's reduced weight.

The batteries are mounted in a glass fibre loaded polyester resin container located in the base of the recorder case. The battery compartment lid is of stainless steel construction. This gives a reasonable protection against corrosion due to battery leaking.

The reels and tape deck are covered and protected by a shock-resistant, vacuum formed lid of a transparent plastic.

The recorder can be carried by a new hand handle or the regular shoulder strap, both of which are removable. The handle can be folded under the recorder, giving a convenient angle for operation on a table.

2. TAPE DECK

The tape deck is machined from a plate of hard light metal alloy, and is mounted on the case with a three point suspension. This reduces the risk of misalignment of the tape deck even though the case may be sprung by careless handling.

The capstan, the magnetic heads, the guides and puck wheel assembly are all mounted on the tape deck. The capstan, which is just under 1/2" diameter, is an integral part of the motor, and is situated between the bearings. This gives a better speed stability than would exist if the capstan overhung the bearings, as in the majority of magnetic tape recorders. The motor, which is especially conceived for this application, is manufactured by Kudelski, and is servo speed stabilized. The stabilizer circuit, which uses 31 transistors, also gives a stabilized voltage source for the rest of the electronic circuits, rendering the latter proof against supply voltage variations, within prescribed limits. It should be noted that the motor is fed with the unstabilized voltage during fast re-winding of the tape, thus the re-wind speed will vary slightly depending on the battery voltage.

In addition, the stabilizer circuits have several self-checking and safety features. An accidental short-circuit of the stabilized voltage or any possible overload of the motor cannot cause damage to any part of the NAGRA.

On the front panel, there is an electromagnetic indicator "AR" which will show a white cross during normal operation. If the white cross does not show, it indicates the existance of one of the following troubles:

- (a) The motor is overloaded.
- (b) The main function selector is in the position "Fading".
- (c) The power supply voltage reserve is too low.

If the "AR" indicator does not show because of an insufficient voltage as in (C) above, it is still possible that the recorder may function correctly because this feature is designed to give a warning, slightly in advance, as the batteries are approaching the end of their useful life.

Normally, the motor can operate at three different stabilized speeds. Namely 15 inches per second, 7.5 inches per second or 3.75 inches per second. The selection is made by a switch situated between the tape reels. For certain applications, a fourth slower speed of 1 7/8 inches per second will be available on special order and at a slight increase in cost. The non-sync NAGRA IV D is equipped with three magnetic heads: The erase, record and playback heads respectively. The synchronous NAGRA IV L has a fourth magnetic head, namely the sync head. All of these heads are plug-in mounted. The position and azimuth of the heads is adjustable by means of a cam and pinion assembly, with great stability and a resistance to vibration, mechanical and thermal shock.

A dampening and filter roller is located just in front of the record head. This filter roller dampens longitudinal vibrations of the tape, thus further reducing the flutter of the new NAGRA IV. A 60 Hz stroboscopic disc is mounted on the filter roller, thus providing a check of tape speed.

The tape tension on the reels is controlled by means of two mechanical servo systems.

The puck and tape guide control lever, which is fixed on the tape deck, is used during re-winding or when changing the tape. The puck pressure is applied by the main function selector on the front panel. This ensures that, once the tape has been threaded, the recorder may be used or stored for an indefinite period with the lid closed, without risk of creating a flat spot on the puck.

The risk of accidental erasure is reduced by automatically switching off the erase and bias signals when the puck and tape guide control lever is in the re-wind position.

3. SIGNAL INPUTS

The NAGRA IV D and IV L recorders have four possible signal inputs, which are:

- (a) Two microphone inputs
- (b) The availability of a line input
- (c) The availability of a fixed level input for a remote mixer

The two microphone inputs are internally connected to two plug-in modular preamplifiers. Normally, the recorders will be furnished with preamplifiers similar to the NAGRA III, however, modular preamplifiers will be available to meet special microphone requirements. They are:

(1) QPM-1-200. This is the standard preamplifier for dynamic microphones of 200 ohms impedance. Its performance is excellent from all points of view. Nevertheless, it would be advisable to use the QPM-2 series preamplifiers for microphones whose impedance/frequency characteristic is variable.

(2) QPM-1-50. This is identical to the QPM-1-200, except that it is designed for use with microphones of 50 ohms impedance.

(3) QPM-2-200. This is a voltage preamplifier for dynamic microphones of 200 ohms impedance. It is designed for microphones in which the impedance varies considerably with frequency. Generally, the manufacturers of such microphones publish the fact that the terminal load should be greater than 1,000 ohms. The QPM-2 series preamplifiers have a slightly poorer frequency response than the QPM-1 series, particularly at the extremes of temperature. Also, if the gain control of a channel equipped with this preamplifier is advanced accidentally when the input is not connected, a background noise will be introduced into the system. This is not the case with the QPM-1 series.

(4) QPM-2-50. This is identical to the QPM-2-200 except that it is designed for use with microphones of 50 ohms impedance.

(5) QPM-3-4. This is a preamplifier/power supply for Sennheiser transistorized condenser microphones types MKH 104, 404, 804.

(6) QPM-3-5. This is identical to the QPM-3-4, except that it is designed for use with Sennheiser microphones types MKH 105, 405, 805.

(7) QPM-5. This is a special dynamic microphone preamplifier for use with certain low noise microphones which have been developed for Kudelski. Normally, these preamplifiers are delivered only with the microphones for which they are intended.

(8) QPM-6. This is a line preamplifier designed to convert a microphone input into a balanced line input.

(9) QPM-7. This is a preamplifier designed to accept the signal from a phonograph pickup cartridge, and to correct it according to R.I.A.A. Standards.

4. EQUALIZATION, AUTOMATIC LEVEL CONTROL, OVERLOAD PROTECTION AND FADING DEVICE

The separate input signals are combined after their respective mixing controls, thence amplified for recording. Several different signal handling circuits are available and can be used between the combining network and the record head. They are:

(A) Low Frequency Roll-off Attenuator.

The signal coming from the two microphone inputs can be passed through a speech filter which attenuates the very low frequencies. This filter is not the type that produces the effect of speaking into a barrel. More precisely, it is a system which compensates for resonances due to the room in which the recording is made, and at the same time, it re-establishes the correct phase relationships at low frequencies. It can also be used to compensate for boominess produced when speaking too close to certain microphones.

This filter can be switched into the circuit by means of the "VLF" control on the front panel. There is a choice of four different values of equalization, plus a linear position.

This switch also has a sixth position marked "REF". In this position a 400 Hz reference generator is turned on. This gives a signal with a fixed level of -8db or 0 vu, as a reference level. A recording of this 400 Hz reference signal should be made on every roll of tape. It will be used as a reference level during transfer.

(B) Automatic Level Control (ALC).

A switch marked "LEVEL" is located at the top left hand corner of the front panel which provides the following choices:

- (a) Manual level control of the two microphone channels, by means of their respective gain controls.
- (b) Automatic level control on microphone channel No. 1, and manual control on channel No. 2.
- (c) Automatic level control on both microphone channels.

The automatic level control of the NAGRA IV series must not be confused with that of the NAGRA III series. The latter used only one transistor and three diodes, and was a simple device with limitations.

The new automatic level control uses 27 transistors and 12 diodes. It is capable of regulating the sensitivity without introducing parasitic components of the control voltage into the signal. The third harmonic distortion which is most noticeable, is normally less than 0.25% over the entire compression range of 30 db. The major innovation of this circuit is that the control voltage is derived from two independent timing circuits. The first has an ultra-rapid response time and is designed to attenuate transients that are higher in level than the signal. The second timing

circuit is designed to operate after a signal has lasted for a short time. It operates on a signal that can no longer be treated as a transient which is the basic signal to be controlled. It modifies the gain according to the level of this signal, and stores the control signal voltage in a memory device which allows the gain to remain unaltered during brief pauses in the speech; thereby avoiding the rise and fall of background noise which normally exists with the conventional type circuit. If the pause exceeds a predetermined time, normally three seconds, the controller assumes that the signal to which it was adjusted has finished, and thus erases its memory and seeks a new level of adjustment. The timing and level of the circuit is adjustable, and can be used to compensate for the different rhythms of various languages and/or individual speakers.

(C) New Recording Process

The new recording amplifier reduces the overall distortion of the recording signal in such a manner as to permit the recording level to be increased by 4 db., still maintaining less distortion than would normally exist. As an example, a conventional tape recorder produces 1.8% distortion at 0 db., whereas the NAGRA IV produces only 0.8% distortion at +4 db at 1 KHz.

In addition, the increased permissible level produces a direct and favorable influence on the signal to noise ratio. In professional recording, the tape is frequently duplicated several times before it reaches the listeners ear, and consequently the distortion at each stage must be reduced to produce an acceptable end result. The NAGRA IV thus presents a new advance in the technique of duplicating.

The noise level and distortion are additive effects so any reduction in either can be used to improve either or both. If the standard recording level of 200 mMax is to be used, the gain should be adjusted so that the modulometer peaks to 0 db. Under this condition there will be a lesser improvement in signal to noise, but there will be a 4 db gain in latitude before overload.

The NAGRA IV is equipped with a double limiter, which reduces the gain of the recording amplifier in the event of a signal which would overload the tape. It is noted that this limiter is independent of the automatic level control and serves a different purpose. It prevents the bad distortion that is normally encountered from an accidental overload, whereas the automatic level controller, as its name implies, regulates the level to an optimum.

The limiter is divided into two separate circuits. The first limits signals in the low and middle frequency ranges and operates in a time less than 1 mSec, with 0.5 Sec. recovery. This limitation produces a signal distortion which is only slightly in excess of the theoretical value.

The second circuit limits in the high frequency range, and it is of a different type which takes into account the high frequency boost of the equalization circuits. In subjective tests, sibilants remain clear.

(D) "F" Device (Fade-in and Fade-out - Mickey Mouse Eliminator)

In order to obtain clean starts and stops in recorded sequences, an intermediate position has been incorporated in the main function selector, between "TEST" and "RECORD". In this position, the functions are identical with those of the "RECORD" position, with the exception that the input signals are attenuated 30 db. On passing from this position to "RECORD", the signal level increases progressively over one second to its normal level, giving a sound fade-in. Conversely, there is a sound fade-out in passing from "RECORD" to "F". After the signal has faded out, the selector can be passed to "TEST" to stop the motor and tape transport. If this effect is not required, it can be annulled by passing directly from "TEST" to "RECORD" and vice versa, without stopping at the intermediate position.

When the function selector is in the "F" position, the white cross in the "AR" indicator disappears, diminishing the risk of accidentally leaving the function selector in this position during a recording.

It should be noted that the devices in this Section 4 are distinctive to the NAGRA IV D and IV L, and similar devices are not found in any other recorders.

5. RECORDING LEVEL MEASUREMENT

In electro-acoustic techniques, there are two methods of measuring signal levels, namely the modulometer and the volume unit meter (VU meter). The latter is a simple voltmeter which responds to the average level of the signal and which has a fairly slow ballistic characteristic standardized at 300 mSec. If the signal is transient in nature, the meter does not have time to respond, and thus shows a level much below the real value. With ordinary speech, a VU meter indicates approximately 8 db. less than the true peak value. The VU meter indication more or less corresponds with the subjective impression of the human ear, but for sounds other than speech, its indications may be very inaccurate.

The modulometer, on the other hand, measures the peak instantaneous value of the signal, and incorporates an integrating or memory circuit to keep the meter circuit voltage constant for a sufficient time to allow the meter to respond. Previous to the utilization of transistors, the modulometer was bulky, and consequently, rarely used. However, with transistors there is no difficulty in incorporating one even in a recorder as compact as the NAGRA. The NAGRA IV is fitted with a modulometer as standard equipment. The modulometer is semi-logarithmic. It is full wave operated to minimize errors due to asymmetrical waveforms.

A VU meter can be installed on special order at an increased cost.

6. BIAS AND ERASE OSCILLATOR

The bias and erase oscillator power has been increased so as to fully erase certain modern tapes that are hard to erase.

The bias level is adjustable by means of a screwdriver control, operating in such a manner that the power consumption is in proportion to the energy requirement, thereby conserving the battery life as much as possible. The oscillator gives an extremely pure signal which contributes towards the reduction of recorded noise.

7. PLAYBACK

The record and playback circuits are completely separate and independent, enabling the operator to playback simultaneously with the recording.

The playback circuit is new and gives an improvement in signal to noise.

The signal leaves the playback amplifier at 560 mV, corresponding to a recording level of 200 mMax. If the original recording level was +4 db., the output will thus be 888 mV. At this level, the signal is available for external use at the mixer socket, and, after further amplification, at the line output and headphone connectors.

The NAGRA IV has a small monitoring loudspeaker. It is adequate for checking for overloads, signal to noise, etc., but it is not intended as a quality check. A volume control for the loudspeaker is mounted on the left hand side of the recorder case.

The line amplifier can operate from both the playback signal and the microphone input signal which can be mixed as required. This facility permits the addition of a commentary to a playback signal, the commentator only hearing the latter. The synchronization of the commentary with the previously recorded sound is thus simplified.

8. LINE AMPLIFIER

The NAGRA IV line amplifier with transformer output gives a balanced floating signal which is satisfactory for direct connection to telephone lines.

A simpler, cheaper and lighter amplifier will be available for situations where a single ended output is acceptable. The lighter amplifier is available on special order.

9. MODELS TO BE AVAILABLE

Several different models of the NAGRA IV will be offered as soon as they are available.

NAGRA IV D

The features described in the preceding sections of this memorandum are included in the NAGRA IV D non-sync recorder.

NAGRA IV L

This is the Neopilot synchronous version of the NAGRA IV D. The printed circuit miniaturization has made it possible to incorporate within the NAGRA IV L many of the accessories which heretofore have been external. They are:

- (a) Crystal Frequency Standard for synchronization without cables.
- (b) V.H.F. Receiver and Decoder for the start mark and camera identification signals.
- (c) Frequency Meter for checking the camera speed when using synchronization cable between the camera and the NAGRA.
- (d) Synchronizer for slaving a NAGRA with another source of pilot signal, during playback. The second source may be either from a camera or a Crystal Frequency Standard.

All of these accessories are optional and are mounted on plug-in printed circuit boards. It is thus possible to obtain a NAGRA with the complete basic wiring, but without the pilot circuits and without the Neopilot head, all of which may be added at a later date.

NAGRA IV DE AND NAGRA IV LE

These are identical to the NAGRAS IV D and IV L respectively, but operating at only one speed, namely 7 1/2 in/sec.

NAGRA IV B

This model is also single speed and does not have the automatic level control, low frequency attenuator, "F" Device, Limiter and certain measuring facilities. It is designed to be simple in operation.

NAGRA IV A

This is the automatic model for reporting. It has one microphone input only, with automatic Level Control. It is a single speed machine without the "F" Device or the Limiter. The meter measures the degree of compression. Playback is made at a fixed level, which corresponds to a line output at nominal level for a correctly recorded tape. The loudspeaker volume is controllable.

NAGRA IV M

This model is designed to operate exclusively with the AR IV Mixer. It has only those fixtures that are necessary when working with a mixer. It does have the Limiter and three speeds, but not the second microphone input, line input, gain controls or modulometer.

TECHNICAL CHARACTERISTICS OF THE NAGRA IV

The values given below are typical at ambient temperature, except where otherwise stated, and are for recorders with a complete set of class 1 electronics.

1) Dimensions and Weight	Units
Dimensions of case alone, without knobs, feet, handle, etc., but with lid.	12 1/2 x 8 3/4 x 4 1/4 in.
Overall dimensions, but without carrying handle	13 x 9 1/2 x 4 1/2 in.
Thickness of case	0.079 in.
Thickness of tape deck	0.118 in.
Weight without batteries, tape or reels	11 - 9 lb/oz
Weight with dry batteries and 5" reel of tape	14 - 2 lb/oz
 2) Power supply	
Required Voltage supply, D.C., positive to chassis	10.5 to 30 V
Current Consumption:	
"TEST"	85 mA
"PLAYBACK LINE"	175 mA
"PLAYBACK LOUDSPEAKER" (average level)	225 mA
"RECORD"	225 mA
"RAPID REWIND"	320 mA
Battery type-ASA Standard (12 cells)	D or L 90
Battery life for Eveready (U.S.) type 950-duty cycle 2 hr/24 hr	18 hr

As above but continuous duty	8 1/2	hr
Battery life for Eveready (U.S.) type 95 Alkaline Battery - continuous duty	32	hr
3) Magnetic Tape		
Nominal tape width	0.246	in
Admissible tape thickness	0.0005 - 0.0021	in
Max. reel diameter (lid open)	7	in
Recording time for tape of 0.0014" thickness at 7.5"/sec.	45	min
Max. reel diameter (lid closed)	5	in
Recording time under same conditions	22	min
4) Tape Advance		
Switched speeds	15. 7.5 3.75	in/s
Speed stability as a function of temperature over the permitted range	0.1	%
Speed stability as a function of position voltage supply, quantity of tape, etc.	0.1	%
Wow and flutter according to DIN Std 45 507:		
15"/sec	± 0.04	%
7.5"/sec	± 0.06	%
3.75"/sec	± 0.12	%

5) Amplifier Characteristics

Values given for NAGRA IV equipped with QPM-1-200 Microphone
Preamplifier.

Overall Frequency response 30-20,000 Hz, 200 ohm microphone, unloaded line output	± 0.5	db
Total harmonic distortion at 0 db level, input 10 mV, output loaded 600 ohms	0.15	%
Minimum input voltage to cause 1% distortion at 1 KHz	35	mV
Noise level with ASA "A" filter	- 126	dbm
6) Modulometer		
Integration time for -1 db	4	msec
Usable scale	- 30 to + 5	db
Frequency response:		
40 - 10,000 Hz	± 0.25	db
20 - 20,000 Hz	± 1	db
7) Erase Characteristic		
Residue of 800 Hz signal recorded at maximum level and erased	- 80	db
8) Record/Playback Characteristic		
Frequency response by standard tape or by record/playback, on Scotch tape No. 203, recorded at -20db:		
Speed:		
15"/sec	30-20,000 (± 2 db)	Hz
7.5"/sec	30-15,000 (± 2 db)	Hz
3.75"/sec	30-7,000 (± 3 db)	Hz

Maximum recording level compared with standard level of 200 mMax.	+4	db
3rd Harmonic distortion 0.8 at this level on Scotch tape No. 102	0.8	%
Noise level of playback system without tape, but motor loaded with tape simulator. Measured with ASA "A" filter, referred to maximum level	-79	db
Signal to noise ratio record/playback - Scotch tape No. 102, speed 7.5"/sec referred to maximum level	70	db
Signal to noise ratio as above, but with Scotch tape No. 203	73	db

9) Inputs

Values are for Nagra IV fitted with two QPM-1-200 Microphone Preamplifiers.

Number of incorporated microphone inputs	2	
Input level for 200 ohm microphone	0.2 - 30	mV
Input level for asymmetric line input. Z = 100 k.ohms	.037-120	V
As above, but at accessory socket	3.7 - 1,200	mA
Mixer input level Fixed level corresponding to 0 db. Z = 9 k.ohms	560	mV

10) Automatic Level Control

Input level for recording at nominal level	0.6 - 20	mV
Average distortion in this range	0.25	%

Frequency response	55 - 16,000	Hz
11) Speech Filter and Reference Generator		
Number of speech filter positions	4	
Reference generator frequency	400	Hz
Reference generator level	- 8 db = 0	vu
12) Outputs		
Output level of line amplifier with 600 ohm load for signal level of 0 db	4.4	V
Internal output impedance	60	Ohms
Output level at different frequencies to give 1% distortion into 600 ohm load		
1,000 Hz	9.6	V
5,000 Hz	9.6	V
30 Hz	9.2	V
Maximum output level at headphone jack, no load	880	mV
Output level at headphone jack, with 50 ohm load	20 - 800 variable	mV
Mixer output level for Odb signal, load = 100 k.ohms	560	mV
13) Incorporated Loudspeaker		
Electrical power output (with external power supply)	1.6	W
Frequency response \pm 6 db	200 - 15,000	Hz
14) Temperature Range, Position, Etc.		
Operating temperature range with special belts and external power supply	-67 to +160	F

- f -

Operating temperature
range with normal belts and
internal manganese batteries -4 to +160 F

Operating position any

Vibration, shock, etc., according to Aeronautical Specifications.

---ooo000ooo---

April 4, 1968