LEA sa

NOTICE TECHNIQUE

DISTORSIOMETRE-MILLIVOLTMETRE
EHD 36

TECHNICAL MANUAL

DISTORSION METER AND VOLTMETRE
EHD 36

No.6.306.02
Ap. 1.306.02

3M

NOTICE TECHNIQUE

DISTORSIOMETRE-MILLIVOLTMETRE
EHD 36

TECHNICAL MANUAL

DISTORSION METER AND VOLTMETRE
EHD 36

No.6.306.02
Ap. 1.306.02

LEA S.A.

(LABORATOIRE ÉLECTRO-ACOUSTIQUE)

RUE DE L'ORNETTE - 28570 ABONDANT

☎ 37 48 77 07 - TÉLEX 782361 (LEA) - FAX 37 48 71 08

Sce COMMERCIAL :

LEA S.A.

GROUPE 3M FRANCE

Bd DE L'OISE - 95006 CERGY-PONTOISE CEDEX

☎ (1) 30 31 61 61 - TÉLEX 695185 (TRIMI) - FAX (1) 30 31 74 26

SOMMAIRE

		Page
1	GENERALITES	1
1.1	Mesure de la distorsion harmonique	1
1.1.1	La mesure sélective	1
1.1.2	La mesure globale	2
1.2	Mesure du taux d'harmoniques à l'aide du distorsiomètre	3
1.2.1	Principe du distorsiomètre	3
1.2.2	Etude du pont sélectif de l'EHD 36	4
2	CARACTERISTIQUES	6
2.1	Présentation mécanique	6
2.2	Caractéristiques électriques	6
2.2.1	Millivoltmètre décibelmètre	6
2.2.2	Distorsiomètre	7
2.2.3	Divers	8
3	UTILISATION	10
3.1	Mise en service	10
3.1.1	Mise à la terre	10
3.1.2	Adaptation à la tension du réseau et fusible	10
3.2	Commandes	11
3.2.1	Panneau avant	11
3.2.2	Panneau arrière	12
3.3	Mode opératoire	13
3.3.1	Mesure de niveau	13
3.3.2	Mesure de distorsion	14
3.3.3	Utilisation des sorties annexes	17

CONTENTS

		Page
1	GENERAL	1
1.1	Measuring harmonic distortion	1
1.1.1	Selective measurement	1
1.1.2	General measurement	2
1.2	Measuring harmonic distortion using a distortion analyser	3
1.2.1	Principle of the distortion analyser	3
1.2.2	EHD 36 selective bridge circuit	4
2	SPECIFICATION	6
2.1	Mechanical design	6
2.2	Electrical specification	6
2.2.1	Voltmeter/decibelmeter	6
2.2.2	Distortion analyser	7
2.2.3	Miscellaneous	8
3	USING THE INSTRUMENT	10
3.1	Readying for use	10
3.1.1	Earthing	10
3.1.2	Mains voltage selector and fuse	10
3.2	Controls and indicators	11
3.2.1	Front panel	11
3.2.2	Rear panel	12
3.3	Operating modes	13
3.3.1	Level measurements	13
3.3.2	Distortion measurement	14
3.3.3	Using auxiliary outputs	17

		Page
4	**FONCTIONNEMENT**	19
4.1	Description du synoptique	19
4.1.1	Millivoltmètre – décibelmètre	19
4.1.2	Distorsiomètre	20
4.2	Fonctionnement detaillé	21
4.2.1	Circuit d'entrée affaiblisseur x 10 dB (carte A)	21
4.2.2	Amplificateur intermédiaire (carte A)	22
4.2.3	Filtres (Blocs C1, C2)	23
4.2.4	Détection, sorties auxiliaires (C3,C4,C5,C6)	23
4.2.5	Indicateur de tarage	25
4.2.6	Amplificateur à gain régulé (carte A)	26
4.2.7	Pont réjecteur	27
4.2.8	Automatismes, détecteur d'accord (B2, B3, B4)	30
4.2.9	Amplificateur intermédiaire et affaiblisseur de distorsiomètre	31
5	**DOCUMENTATION COMPOSANTS**	32
6	**NOMENCLATURE DES ÉLÉMENTS**	33

		Page
4	**OPERATION**	19
4.1	Description of circuits	19
4.1.1	Voltmeter – dB meter	19
4.1.2	Distortion analyser	20
4.2	Description of operation	21
4.2.1	x 10 dB attenuator input circuit (circuit board A)	21
4.2.2	Booster amplifier (circuit board A)	22
4.2.3	Filters (C1 and C2)	23
4.2.4	Detector and auxiliary outputs (C3,C4,C5,C6)	23
4.2.5	Calibration indicator	25
4.2.6	Variable gain amplifier (circuit board A)	26
4.2.7	Rejection bridge	27
4.2.8	Automatic operation and tuning detector (B2, B3 and B4)	30
4.2.9	Booster amplifier and distortion analyser attenuator	31
5	**COMPONENT DOCUMENTATION**	32
6	**COMPONENT LIST**	33

1 GENERALITES

L'EHD 36 combine à la fois les fonctions de millivoltmètre décibelmètre et distorsiomètre harmonique.

Le distorsiomètre est à accord et tarage automatiques après approche manuelle. Ses indicateurs de tarage et d'accord en font un appareil d'un emploi très aisé.

Sa particularité est le faible taux de distorsion mesurable : 0,03% à pleine échelle, et ce, jusqu'à une fréquence de 110 kHz. Il est intéressant de noter son entrée flottante, sa sortie alternative permettant d'observer la résiduelle du signal analysé et sa sortie continue, utile pour le tracé de courbe de réponse à l'aide d'un générateur wobulé.

1.1 Mesure de la distorsion harmonique

Tous les signaux périodiques, quelque soit leur forme, peuvent se décomposer en une somme de tensions sinusoïdales, comprenant : d'une part un terme à la fréquence fondamentale de pulsation ωo, et d'autre part n composantes dites harmoniques de pulsation ωn multiples de ωo.

Par conséquent, on dit que toute sinusoïde qui n'est pas rigoureusement pure, comporte de la distorsion harmonique. Celle-ci s'évalue par l'importance relative des harmoniques et du terme fondamental.

Suivant le but recherché, deux méthodes sont utilisées:

1.1.1 La mesure sélective :

Dans le cas de distorsions importantes et lorsque l'on désire analyser les causes de la distorsion, il est souvent nécessaire de connaître la composition exacte de cette distorsion. On doit alors mesurer individuellement la valeur de chaque harmonique et la valeur de la fondamentale. Pour effectuer cette mesure ou utilise des voltmètres sélectifs ou analyseurs de fréquence qui ne mesurent le niveau que **d'une seule harmonique à la fois.**

Le résultat obtenu est le spectre de fréquence.

La société LEA dispose d'appareils de ce type, principalement les analyseurs FAT 4

1 GENERAL

The EHD 36 is a combined voltmeter/decibel meter/ harmonic distortion analyser.

Manual coarse tuning and calibration are complemented by automatic fine tuning and calibration. Operation is facilitated by the calibration and tuning indicators.

A special feature is the low degree of distortion which can be measured, i.e. 0.03% full scale up to a frequency of 110 kHz. The following points are of particular interest :

- the floating input,
- an ac output for measuring the vestigial of the signal analysed,
- a dc output which is useful for tracing response curves using a wobbulator.

1.1 Measuring harmonic distortion

All periodic signals, whatever their waveform, may be broken down into a number of sinusoidal voltages comprising :

- the fundamental ωo
- n harmonic components ωn which are multiples of ωo.

When a sinusoidal waveform is not absolutely pure, it is said to include harmonic distortion. The amount of harmonic distortion depends on the relative levels of the harmonic content and the fundamental frequency.

Two methods of measurement are used :

1.1.1 Selective measurement

When a signal is subject to a high level of distortion, it may be necessary to analyse the distortion present to determine its source. This involves measuring the levels of each separate harmonic and the fundamental, using a selective voltmeter or frequency spectrum analyser, such as the LEA FAT 4

1.1.2 La mesure globale

Le plus souvent, le signal s'écarte peu d'une sinusoïde pure et les harmoniques constituent un résidu d'importance faible devant l'amplitude du terme fondamental. De plus, la composition spectrale de ce résidu n'a qu'un intérêt secondaire. Dans ce cas on se contente d'évaluer l'**importance** relative **globale des harmoniques** par rapport au terme fondamental.

Pour effectuer cette mesure, ou utilise des distorsiomètres qui ne rejettent que la fréquence fondamentale et mesurent la valeur efficace de l'ensemble des harmoniques. Le résultat obtenu est le taux de distorsion.

Considèrons un signal de fondamentale V_1 et désignons par V_2, V_3, ... V_n les valeurs efficaces des harmoniques de rang 2, 3, ... n. On a les relations suivantes :

$$\text{Veff harmoniques} = \sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \ldots + V_n^2}$$

$$\text{Veff totale} = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \ldots + V_n^2}$$

On definit le taux d'harmoniques par la relation suivante :

1.1.2 General measurement

Signals rarely depart very far from a pure sinusoidal waveform, and harmonics are of low amplitude as compared with the fundamental. In addition, the spectral composition of this distortion is only of secondary importance. In such cases, it is only necessary to evaluate the total harmonic content relative to the fundamental.

Distortion analysers are used to carry out this measurement. These reject the fundamental frequency and measure the overall r.m.s. value of the harmonic content. This gives the degree of distortion present. Take the case of a fundamental frequency V_1 with second, third, ... nth order harmonics, V_2, V_3, ... V_n (r.m.s. values).

The total r.m.s. voltage (V_T) and the r.m.s. voltage representing the harmonic content only (V_H) are as follows :

$$V_T = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \ldots V_n^2}$$

$$V_H = \sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \ldots + V_n^2}$$

The equation for the harmonic distortion ratio K may be written :

$$K = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \ldots + V_n^2}}{V_1} \qquad (1)$$

Si l'on prend comme référence (ce que l'on fait dans l'EHD 36) non pas la fondamentale mais le signal complet on mesure le taux suivant :

If the total signal V_T is used as a reference in lieu of the fundamental (V_1)(as in the EHD 36), the ratio is:

$$K_1 = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \ldots + V_n^2}}{\sqrt{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \ldots + V_n^2}} \qquad (2)$$

entre K et K_1 nous avons la relation suivante:

The relationship between K and K_1 is :

$$K = \frac{K_1}{\sqrt{1 - K_1^2}} \qquad (3)$$

Tant que la distorsion reste faible, par exemple < 20%, on a pratiquement $K \simeq K_1$.

When there is very little distortion, for example < 20%, $K \simeq K_1$.

Par contre si la distorsion devient importante, les deux relations (1) et (2) conduisent à des résultat différents ($K > K_1$). Comme on mesure directement K_1, pour en déduire K, on doit appliquer la relation ci-dessus (3).

On the other hand, if there is considerable distortion, equations (1) and (2) will give entirely different results ($K > K_1$). Since K_1 is measured directly, equation (3) must be used to obtain K.

1.2 Mesure du taux d'harmoniques à l'aide du distorsiomètre

1.2 Measuring harmonic distortion using a distortion analyser

1.2.1 Principe du distorsiomètre

1.2.1 Principle of the distortion analyser

Le principe du distorsionmètre est de mettre en oeuvre un circuit sélectif, suivi d'une chaine d'amplification, qui élimine complètement le terme fondamental de la tension à mesurer. Ce circuit sélectif doit avoir une bande suffisament étroite pour ne pas atténuer l'harmonique 2 du signal à mesurer.

In essence, a distortion analyser comprises a selective circuit followed by a series of amplifiers. The selective circuit completely eliminates the fundamental frequency of the signal to be measured. The bandwidth of the selective circuit must be sufficiently small to ensure that the second harmonic is not attenuated.

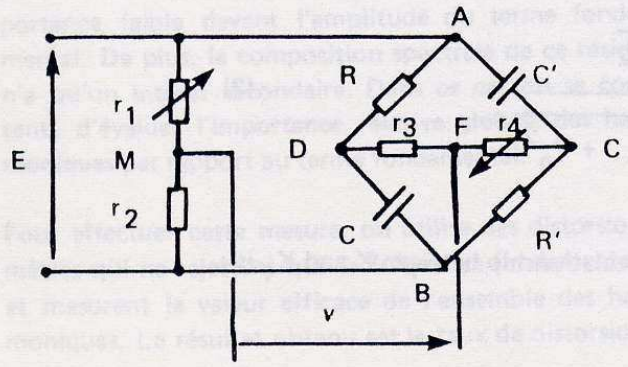
A l'aide d'un voltmètre, on mesure la valeur efficace des harmoniques seules (après le circuit sélectif) et la valeur efficace de la tension totale (avant le circuit sélectif).

A voltmeter is used to measure the r.m.s. level of individual harmonics (on the output side of the selective circuit), and the overall r.m.s. value of the harmonic content (on the input side of the selective circuit).

Le rapport de ces deux indications donne la valeur du taux de distorsion K_1.

The harmonic distortion ratio K_1 is obtained by comparing these two measurements.

1.2.2 Étude du pont sélectif de l'EHD 36



1.2.2 EHD 36 selective bridge circuit

r_1 & r_2 ≫

$\omega = 2\pi fE$

$A = R'C'$

$B = RC$

$K = \frac{r2}{r1}$

$n = \frac{r3}{r3 + r4}$

$$V = V_{FM} = V_{FD} + V_{DB} + V_{BM}$$

$$= n\,V_{CD} + V_{DB} + V_{BM}$$

$$= n\,V_{CB} + (1 - n)\,V_{DB} - E \times \frac{K}{1 + K}$$

$$= n.E.\,\frac{jA\omega}{1 + jA\omega} + (1 - n).E.\,\frac{1}{1 + jB\omega} - E \times \frac{K}{1 + K}$$

Le rapport entre la tension de sortie et la tension d'entrée peut s'écrire alors :

The relationship between the input and output signals can be written as follows :

$$\frac{V}{E} = \frac{AB\omega^2\,(K - nK - n) + 1 - nK - n + j\omega(A - BK)}{(1 - AB\omega^2)\,(1 + K) + j\omega\,(1 + K)\,(A + B)}$$

En choisissant les valeurs de K et n de facon à simplifier, nous obtenons : pour K = 1/3 et n = 1/2 :

For simplicity, values of 1/3 and 1/2 are chosen for K and n respectively. This gives :

$$\frac{V}{E} = \frac{1 - AB\omega^2 + j\omega\,(3A - B)}{1 - AB\omega^2 + j\omega\,(A + B)} \times \frac{1}{4}$$

La condition d'équilibre du pont, V = 0, à une fréquence telle que $\omega = \omega o$ permet d'écrire :

$$1 - AB\omega_o^2 = 0 \qquad (1)$$

$$3A - B = 0 \qquad (2)$$

De la relation (2) on tire le rapport des constantes de temps

$$B = 3A \Rightarrow RC = 3R'C'$$

Si nous fixons C = C' nous avons : R = 3R'

En reportant ce résultat dans la relation (1) nous obtenons :

$$AB\omega_o^2 = 1 \Rightarrow 3R'^2C'^2 = \frac{1}{\omega_o^2}$$

L'équation finale du pont réjecteur est donc la suivante :

$$\frac{V}{E} = \frac{1 - \frac{\omega^2}{\omega_o^2}}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_o^2} + j\,\frac{4}{3R'C'\omega o} \cdot \frac{\omega}{\omega_o}} \cdot \frac{1}{4}$$

When the bridge is in a state of balance (i.e. V = 0), and the frequency is such that $\omega = \omega o$:

(1)

(2)

The ratio of the following time constants can be obtained from equation (2) :

$$B = 3A \Rightarrow RC = 3R'C'$$

If we make C = C', then : R = 3R'

If the result is included in equation (1), then :

$$AB\omega_o^2 = 1 \Rightarrow 3R'^2C'^2 = \frac{1}{\omega_o^2}$$

The final equation is therefore :

$$\frac{V}{E} = \frac{1 - \frac{\omega^2}{\omega_o^2}}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_o^2} + j\,\frac{4}{3R'C'\omega o} \cdot \frac{\omega}{\omega_o}} \cdot \frac{1}{4}$$

2 CARACTERISTIQUES

2.1 Présentation mécanique

L'appareil est présenté en coffret aluminium - 1/2 rack de hauteur 3 U (soit 130 x 230 x 340 mm). Le poids de cet appareil est de 4 kg. Une poignée de transport, verrouillable en quatre positions peut servir de support à l'appareil. Des cornières sont disponibles pour monter l'EHD 36 en rack (standard américain).

2.2 Caractéristiques électriques :

2.2.1 Millivoltmètre décibelmètre

2.2.1.1 Gamme de mesure :

100 µV à 30 V pleine échelle

-78 dB à +32 dB pleine échelle (0 dB = 1 mW/600 Ω)

12 gammes de mesure.

Un atténuateur 1/10 livrable en option permet de mesurer des tensions jusqu'à +52 dB ou 300 V.

2.2.1.2 Gamme de fréquence :

10 Hz à 300 kHz.

2.2.1.3 Précision globale :

20 Hz à 20 kHz ± 2% ou 0,2 dB

10 Hz à 100 kHz ± 4% ou 0,4 dB

2.2.1.4 Détection :

de type RMS.

2.2.1.5 Bruit résiduel :

< - 90 dB entrée fermée.

2 SPECIFICATION

2.1 Mechanical design

The equipment is enclosed in a 3 U half-rack sized aluminium box 130 x 230 x 340 mm and weighs 4 kg. A four-position carrying handle also acts as a front support to incline the instrument on the bench.

Angle brackets are available for rack mounting the EHD 36 to American standards.

2.2 Electrical specification

2.2.1 Voltmeter/decibelmeter

2.2.1.1 Voltage/dB range :

FSD = 100 µV to 30 V
FSD = -78 dB to + 32 dB
(0 dB = 1 mW/600 Ω)
} 12 ranges

Signals up to + 52 dB or 300 V may be measured using the optional 1/10 attenuator.

2.2.1.2 Frequency range :

10 Hz to 300 kHz

2.2.1.3 Overall accuracy :

20 Hz to 20 kHz ± 2% or 0.2 dB

10 Hz to 100 kHz ± 4% or 0.4 dB

2.2.1.4 Detector :

The dc output voltage of the detector is proportional to the r.m.s. value of the ac input voltage.

2.2.1.5 Residual noise :

Better than -90 dB with short-circuited input.

2.2.2 Distorsiomètre

2.2.2.1 Gamme de fréquence :

10 Hz à 300 kHz
accord automatique après approche manuelle.

2.2.2.2 Taux mesurables :

0,03% à 100%
en 12 gammes.

2.2.2.3 Niveaux de mesure :

100 mV à 30 V (300 V avec l'attenuateur 1/10 livré en option)
tarage automatique après approche manuelle.

2.2.2.4 Réjection de la fondamentale :

$<$90 dB de 10 Hz à 20 kHz.

2.2.2.5 Affaiblissement de l'harmonique 2 :

$<$ ± 1 dB sur toute la gamme.

2.2.2.6 Courbe du pont :

2.2.2 Distortion analyser

2.2.2.1 Frequency range :

10 Hz to 300 kHz
coarse manual tuning and automatic fine tuning.

2.2.2.2 Distortion range :

0.03% to 100%
in 12 ranges.

2.2.2.3 Input levels :

100 mV to 30 V (300 V with optional 1/10 attenuator). Coarse manual calibration and automatic fine calibration.

2.2.2.4 Rejection of fundamental :

Better than 90 dB from 10 Hz to 20 kHz.

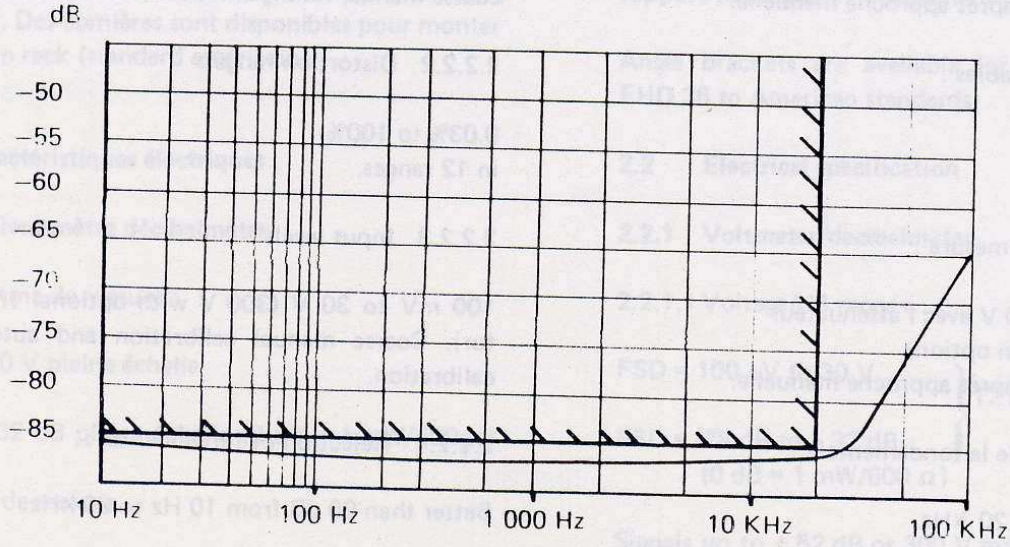
2.2.2.5 Attenuation of second harmonic :

Not more than 1 dB over entire range.

2.2.2.6 Bridge circuit characteristic :

2.2.2.7 Distorsion résiduelle :

<- 85 dB de 10 Hz à 20 kHz
courbe typique :



2.2.2.8 Bruit résiduel :

<– 85 dB avec filtre passe-bas à 80 kHz en service.

2.2.3 Divers

2.2.3.1 Entrée :

Flottante
100 kΩ sur 100 pF

2.2.3.2 Surcharge :

Une tension de 50 V maximum appliquée sur l'entrée de l'EHD 36 n'altère pas les caractéristiques de celui-ci.

2.2.2.7 Residual distortion :

Better than - 85 dB from 10 Hz to 20 kHz
Typical distortion characteristic :

2.2.2.8 Residual noise :

Better than –85 dB with 80 kHz lowpass filter in circuit.

2.2.3 Miscellaneous

2.2.3.1 Input :

Floating
100 kΩ and 100 pF

2.2.3.2 Overload margin :

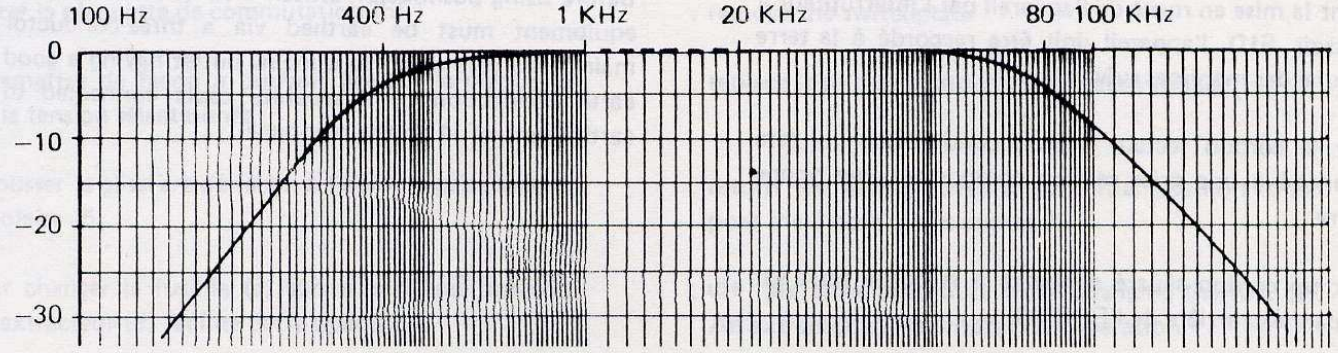
EHD 36 specification maintained with input voltages up to 50 V.

2.2.3.3 Filtres :

Deux filtres, un passe bas à 80 kHz et un passe haut à 400 Hz peuvent être commutés individuellement.

2.2.3.3 Filters :

80 kHz lowpass and 400 Hz highpass filters individually switch-selected.



2.2.3.4 Sortie continue :

L'appareil comporte une sortie continue dont le niveau est proportionnel à la déviation de l'instrument.

Niveau : environ 0,5 V pour la déviation totale de l'instrument
Impédance : approximativement 600 Ω

2.2.3.4 dc output :

The dc output level is proportional to the meter reading.

Level : approximately 0.5 V for full scale deflection
Impedance: approximately 600 Ω

2.2.3.5 Sortie alternative :

Une sortie alternative délivre le signal mesuré sur le galvanomètre avec un niveau : environ + 6 dB pour la déviation totale de l'instrument
Impédance : approximativement 600 Ω

2.2.3.5 ac output :

The ac output carries the measured signal at a level of approximately + 6 dB for full scale deflection of the meter.
Impedance : approximately 600 Ω

2.2.3.6 Stabilité :

Toutes les caractéristiques ci-dessus sont garanties pour une variation secteur de ± 10% autour de la tension nominale.

2.2.3.6 Stability :

This specification is guaranteed for mains voltage fluctuations of ± 10%.

2.2.3.7 Température de fonctionnement :

$0 - 40^{o}$.

2.2.3.7 Operating temperature range :

$0 - 40^{o}C$.

2.2.3.8 Alimentation secteur :

L'alimentation se fait par réseau 50 Hz, valeurs nominales : 100 V - 127 V - 220 V - 245 V.
La consommation de l'appareil est de 10 VA.

2.2.3.8 Mains supply :

Supply voltages of 100, 127, 220 and 245 V at 50 Hz may be used.
Power consumption is 10 VA.

2.2.3.9 Accessoires joints à l'appareil :

2.2.3.9 Accessories :

3 UTILISATION

3.1 Mise en service

3.1.1 Mise à la terre

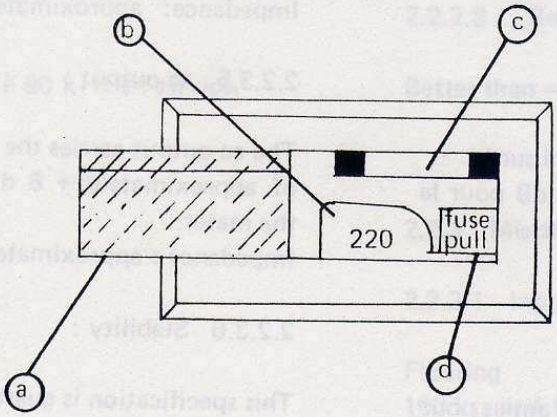
Avant la mise en route de l'appareil par l'interrupteur à poussoir S1D, l'appareil doit être raccordé à la terre de l'une des manières suivantes :

. Par le cordon secteur à trois conducteurs qui sera branché à une prise secteur comportant une bonne terre.

. Par un cordon séparé connecté à la borne terre sur le panneau arrière de l'EHD 36.

Attention : L'interruption de la ligne de terre à l'intérieur ou à l'exterieur de l'appareil, peut rendre celui-ci dangereux.

3.1.2 Adaptation à la tension du réseau et fusible



L'appareil peut être utilisé sur quatres valeurs différentes de tension réseau : 110 - 127 - 220 - 240 V.

Note : Par mesure de sécurité, l'accès au fusible et au commutateur secteur ne peut s'effectuer que lorsque le cordon secteur est déconnecté côté appareil.

3 USING THE INSTRUMENT

3.1 Readying for use

3.1.1 Earthing

Before using pushbutton switch S1D to switch on, the equipment must be earthed via a three-conductor mains lead connected to a mains outlet having a good earth connection or a separate cable connected to earth terminal J4 on the rear panel.

Note : The equipment could become live if the earth lead inside or outside the equipment breaks.

3.1.2 Mains voltage selector and fuse

The equipment is capable of operating on mains voltages of 100, 127, 220 and 240 V.

Note : As a safety measure, it is only possible to gain access to the fuse and the mains voltage selector switch when the mains lead is disconnected at the equipment end.

Pour adapter l'appareil à la tension du réseau procèder comme suit :

. pousser la glissière (a) de facon à démasquer le commutateur (b)

. retirer la plaquette de commutation (b)

. la remettre de facon à pouvoir lire sur la plaquette (b) la tension sélectionnée

. repousser la glissière de facon à libérer la prise secteur tripolaire J5.

. pour changer le fusible (c) suivre le même procédé. Un extracteur (d) facilite cette opération.

Le fusible doit être de type temporisé 160 mA pour 220 - 240 V et de 350 mA pour 110 - 127 V.

3.2 Commandes

3.2.1 Panneau avant

S1A : Commutateur rotatif douze positions, utilisé pour le réglage de la sensibilité en millivoltmètre et pour l'approche manuelle de la calibration en distorsiomètre.

S2A : Sélecteur de fonction, millivoltmètre ou distorsiomètre.

S3A : Les huit positions de ce commutateur permettent de choisir le calibre optimum pour la mesure de distorsion résiduelle (100% à 0,03%).

CR1 : Indicateur de dépassement par le haut pour la plage de régulation du tarage automatique.

CR2 : Indicateur de dépassement par le bas pour la plage de régulation du tarage automatique.

S1B : Commutateur d'accord manuel en fréquence au distorsiomètre, premier chiffre significatif (10 positions 1 ... 10).

S2B : Second commutateur d'accord manuel du pont (douze positions, 00,05 ... 90). Il permet une approche plus fine de l'accord.

To set the equipment to the local mains voltage, proceed as follows :

. move the sliding cover (a) to expose the switchplate (b)

. remove the switchplate

. replace it so that it shows the selected voltage

. return the sliding cover to its initial position to expose the 3-pole mains socket J5

. use the same procedure when changing the fuse (c). An extractor (d) facilitates this operation.

A 160 mA delayed-action fuse must be used with a 220 - 240 V supply, and a 350 mA fuse with a 110 - 127 V supply.

3.2 Controls and indicators

3.2.1 Front panel

S1A : 12-position rotary switch used for setting the voltmeter sensitivity and for coarse manual calibration of the distortion analyser.

S2A : Function switch, selecting voltmeter or distortion analyser function.

S3A : 8-position switch selecting optimum range for measuring residual distortion (100% - 0.03%).

CR1 : Upper automatic calibration overshoot indicator.

CR2 : Lower automatic calibration overshoot indicator.

S1B : Manual tuning switch for distortion analyser function - first significant digit (10-positions : 1 ... 10).

S2B : Second manual tuning switch (12-positions : 00,05 ... 90).

S3B : Sélection des quatres gammes de fréquence

F x 0,1 gamme de 10 Hz à 109 Hz
F x 1 gamme de 100 Hz à 1,09 kHz
F x 10 gamme de 1 kHz à 10,9 k Hz
F x 100 gamme de 10 kHz à 109 kHz

S1C : Commutateur à poussoir insérant un filtre passe pas à 80 kHz dans la chaine de mesure.

S2C : Commutateur à poussoir pour la mise en service du filtre passe haut à 20 Hz.

S3C : Commutateur à poussoir ramenant differentes constantes de temps lors des mesures de distorsion pour des fréquences inférieures à 20 Hz.

S1D : Interrupteur de mise en fonctionnement de l'EHD 36.

CR3 : Indicateur d'accord, ce voyant éclairé indique que la fréquence appliquée est supérieure à la fréquence d'accord du pont.

CR4 : Indicateur d'accord, ce voyant éclairé indique que la fréquence appliquée est inférieure à la fréquence d'accord du pont.

J1 : Prise d'entrée comportant deux bornes d'entrée symétrique et une borne de masse.

G : Galvanomètre pour la visualisation des mesures.

3.2.2 Panneau arrière

J2 : Prise coaxiale de type BNC pour la visualisation, du signal mesuré en millivoltmètre, et de la résiduelle en distorsionmètre.

J3 : Bornes bananes d'enregistrement. On dispose d'un niveau continu proportionnel à la déviation du galvanomètre.

J4 : Bornes bananes de prise de terre et masse.

J5 : Prise tripolaire secteur comportant une broche de terre.

F1 : Fusible secteur temporisé 160 mA pour 220 V - 240 V et 350 mA pour 110 V - 127 V.

S2D : Plaquette de commutation secteur.

S3B : Selection of four frequency ranges :

F x 0.1 10 Hz to 109 Hz
F x 1 100 Hz to 1.09 kHz
F x 10 1 kHz to 10.9 kHz
F x 100 10 kHz to 109 kHz

S1C : Pushbutton switch connecting an 80 kHz low-pass filter into the measuring circuit.

S2C : Pushbutton switch connecting a 20 Hz high-pass filter into the measuring circuit.

S3C : Pushbutton switch selecting various time constants for distortion measurements at frequencies lower than 20 Hz.

S1D : On/off switch.

CR3 : This tuning indicator comes on to show that the applied frequency is higher than the bridge tuned frequency.

CR4 : This tuning indicator comes on to show that the applied frequency is lower than the bridge tuned frequency.

J1 : Balanced input socket with earth terminal.

G : Meter.

3.2.2 Rear panel

J2 : BNC type coaxial socket carrying the measured signal (voltmeter function) or the vestigial (distortion analyser function).

J3 : Banana sockets carrying dc signal proportional to meter reading.

J4 : Earth terminal banana sockets.

J5 : 3-pole mains socket including earth pin.

F1 : Delayed-action mains fuse rated at 160 mA for 220 - 240 V operation or 350 mA for 110 - 127 V operation.

S2D : Mains voltage switchplate.

3.3 Mode Opératoire

3.3.1 Mesure de niveau

Selectionner la fonction m.V. par le commutateur S2A.

Appliquer le signal à mesurer sur les bornes d'entrée J1. Pour faire une mesure dissymètrique il est possible de relier à la masse l'une ou l'autre des bornes d'entrée sans altérer la mesure.

Note : Ne pas appliquer sur l'entrée J1 un signal supérieur à 50 V efficace, il y a risque d'altération des caracteristiques de l'étage d'entrée. L'atténuateur livré en option porte cette tension limite à 500 V.

Manoeuvrer le commutateur de sensibilité «NIVEAU» S1A de facon à lire sur le galvanomètre (G) la plus grande déviation possible sans dépassement d'échelle. Ceci pour obtenir une plus grande précision de lecture.

3.3.1.1 Mesure en volts

Le calibre en volts est indiqué sur les sérigraphies de couleur noire par le bouton du contacteur S1A. La lecture de la valeur est effectuée sur l'échelle noire 0 à 1 pour les calibres 10, 1 ... 0,1 mV et sur l'échelle 0 à 3,16 pour les calibres 30, 3 ... 0,3 mV.

3.3.1.2 Mesure en dB

Les mesures sont faites par rapport à la référence 0 dB. Le niveau 0 dB correspond à la tension qui, appliquée à une résistance de 600 Ω, lui fait dissiper un puissance de 1 mW; soit 0,775 V.

Le niveau du signal d'entrée est donné par la somme algébrique des valeurs lues sur la sérigraphie rouge et de l'indication donnée par l'aiguille du galvanomètre sur l'échelle rouge (— ∞ + 2 dB).
Ex : Le contacteur S1A indique — 10 dB, le galvanomètre G +2 dB, le niveau est de — 10 + 2 = — 8 dB.

3.3 Operating Modes

3.3.1 Level measurements

Use switch S2A to select the voltmeter function.

Apply a signal to input socket J1. When measuring an unbalanced source, one of the input terminals may be earthed without affecting the measurement.

Note : Do not apply a signal greater than 50 V rms to input J to avoid damage to the input stage. The optional attenuator increases this voltage limit to 500 V.

Set the "level" sensitivity switch S1A to provide the largest possible meter reading without going off-scale. This will ensure maximum accuracy.

3.3.1.1 Voltage measurement

The voltage range is shown on the S1A pushbutton switch graduations. The black 0 - 1 scale is used for the ranges 10, 1 ... 0.1 mV and the 0 - 3.16 scale for the ranges 30, 3 ... 0.3 mV.

3.3.1.2 dB measurement

Measurements are made relative to a 0 dB reference. The 0 dB level corresponds to a voltage which dissipates 1 mV across a resistance of 600 Ω, i.e. 0.775 V.

The level of the input signal is obtained by adding algebraically the range control setting and the reading on the red scale (— ∞ to + 2 dB).

For example, with a S1A switch setting of —10 dB, and meter reading of + 2 dB, the level will be (—10) + (+ 2) = — 8 dB.

3.3.2 Mesure de distorsion

- Selectionner la fonction «dist» par le commutateur S2A.

- Appliquer le signal à mesurer sur les bornes d'entrée S1.

Il est possible, de même que lors de la mesure de niveau, de désymètriser l'entrée.

Note : Il n'est pas possible de mesurer la distorsion d'un signal supérieur à 30 V et inférieur à 100 mV.

L'application d'un signal supérieur à 50 V risque d'altèrer les caractéristiques de l'étage d'entrée de l'EHD 36. (Cette tension est portée à 500 par l'utilisation de l'attenuateur 1/10 livré en option).

Précalibrer l'appareil:

- Si le voyant CR1 est éclairé, tourner le commutateur S1A dans le sens de la flèche correspondante jusqu'à extinction de ce voyant. Le calibrage fin de l'appareil s'effectuera automatiquement.

- Si le voyant CR2 est éclairé, manoeuvrer le commutateur S1A dans le sens de la flèche correspondante jusqu'à extinction du voyant. Le calibrage fin de l'appareil s'effectuera automatiquement.

Lorsqu'il y a impossibilité d'éteindre CR2, le niveau d'entrée n'est pas suffisant pour que l'EHD 36 travaille dans sa plage normale de fonctionnement.

Positionner le contacteur S3A «distorsion» sur 0 dB.

Procéder à l'accord du pont.

Les deux voyants CR3 et CR4 indiquent dans quel sens manoeuvrer les contacteurs S1B, S2B et S3B pour obtenir un pré-accord du pont. L'accord sera obtenu lors de l'extinction des deux voyants.

La séléction de l'une des quatre gammes est obtenue par le contacteur S3B.

L'accord grossier du pont sera fait par le contacteur S1B à 10 positions, alors que l'approche plus fine de l'accord sera effectuée par le contacteur S2B à douze positions.

Les graduations portées sur les jupes des boutons permettent de lire approximativement la fréquence du signal appliqué à l'EHD 36.

3.3.2 Distortion measurement

Use switch S2A to select the distortion analyser function.

Apply a signal to the input socket J1.

An unbalanced input may be used, in the same way as when measuring voltages.

Note : Distortion measurements are not possible on signals exceeding 30 V or lower than 100 mV.

Do not apply a signal greater than 50 V rms to input J to avoid damage to the input stage. The optional attenuator increases this voltage limit to 500 V.

Initial calibration of instrument :

- If CR1 is on, turn switch S1A in the direction of the arrow until it goes off. Calibration is completed automatically.

- If CR2 is on, turn switch S1A in the direction of the arrow until it goes off. Calibration is completed automatically.

If it is impossible to turn off CR2, the input level is not sufficient for the EHD 36 to operate over its normal range.

Set the S3A "distortion" switch to 0 dB.

Tune the bridge.

CR3 and CR4 show the direction in which switches S1B, S2B and S3B must be turned to tune the bridge. Tuning is achieved when they are both off.

Use switch S3B to select the required range :

The 10-position switch S1B is used for coarse tuning of the bridge. The 12-position switch S2B is used for relatively fine tuning. Fine tuning is automatic.

The frequency of the input signal can be estimated from the knob graduations.

L'automatisme de l'EHD 36 se chargera de parfaire l'accord du pont sur le distorsiomètre.

1er exemple : S3B , lecture : x 100
S1B , lecture : 5
S2B , lecture : 20

La fréquence fondamentale du signal analysé sera de 520 x 100 = 52000 Hz.

2ème exemple :

S3B , lecture : x 10
S1B , lecture : 10
S2B , lecture : 05

La fréquence fondamentale du signal analysé sera de :

1005 x 10 = 10050 Hz

D'autre part, lorsque la fréquence du signal à analyser est connue, il suffit d'afficher sur S1B S2B S3B la valeur la plus proche de cette fréquence (avec une précision de 5%), et la poursuite jusqu'à l'accord exact se fera automatiquement.

Exemple : pour une fréquence de 1036 Hz on affichera :

sur S1B : 10
S2B : 40
S3B : x 1 soit, 1040 Hz

Sensibiliser alors l'appareil par le contacteur K3A «DISTORSION» pour obtenir une déviation maximum de l'aiguille sur le galvanomètre.

La lecture nous donne le niveau de distorsion harmonique auquel s'ajoute le bruit.

Pour supprimer une partie de ces bruits parasites on dispose de deux filtres ; un passe-bas à 80 k Hz commuté par S1C et un passe-haut à 400 Hz commuté par S2C.

Ces deux commutateurs à poussoir sont indépendants. Ils peuvent donc être actionnés séparément ou simultanément pour obtenir un passe-bande 400 Hz - 80 kHz.

Fine tuning of the bridge is automatic.

1st example : S3B , reading : x 100
S1B , reading : 5
S2B , reading : 20

The fundamental frequency of the signal analysed is 520 x 100 = 52000 Hz.

2nd example :

S3B , reading : x 10
S1B , reading : 10
S2B , reading : 05

The fundamental frequency of the signal analysed is 1005 x 10 = 10050 Hz.

If the frequency of the signal is known, it is merely necessary to set S1B, S2B andS3B as close as possible to this frequency (to within 5%), and further tuning will then be carried out automatically.

For example : for a frequency of 1036 Hz, the following settings will be made :

S1B : 10
S2B : 40
S3B : x 1 i.e. 1040 Hz

Use the "distortion" switch to adjust the equipment sensitivity in order to obtain the maximum meter deflection.

The reading gives the harmonic distortion level plus noise.

Two filters are available for suppressing part of this unwanted noise. Switch S1C is used to insert an 80 kHz lowpass filter, and switch S2C is used to insert a 400 Hz highpass filter.

These two pushbutton switches operate independently. They may thus be operated separately or simultaneously, in the latter case to obtain a passband of 400 Hz - 80 kHz.

La lecture du résultat peut se faire en dB ; somme algébrique des valeurs lues sur la graduation rouge de S3A et de l'indication donnée par l'échelle inférieure du galvonomètre.

ex: S3A indique – 40 dB

G indique – 2 dB

Le niveau de distorsion est de : –40 –2 = –42 dB.

La distorsion peut aussi s'exprimer en pourcentage. Pour cela, tenir compte de l'indication donnée par l'aiguille du galvanomètre sur les échelles noires, et par le bouton de S3A sur les calibres indiqués en %.

Lors de mesures sur des fréquences inférieures à 20 Hz, on dispose d'une touche «< 20 Hz» (K3C) qui ramène des constantes de temps à differents endroits de la chaine d'amplification. Ceci dans le but d'éviter des battements parasites de l'aiguille du galvanomètre G.

The measured value may be read off in dB, as the algebraic sum of the S3A switch setting and the meter reading.

For example: S3A setting –40 dB

Meter reading – 2 dB

The distortion level is : (–40) + (–2) = –42 dB.

The distortion may also be expressed as a percentage, as the sum of the reading on the black meter scale and the S3A switch % range markings.

When measuring frequencies less than 20 Hz, a "< 20 Hz" button (K3C) may be used to introduce time constants at various points in the amplifier circuit. This avoids unwanted movement of the meter pointer.

3.3.3 Utilisation des sorties annexes

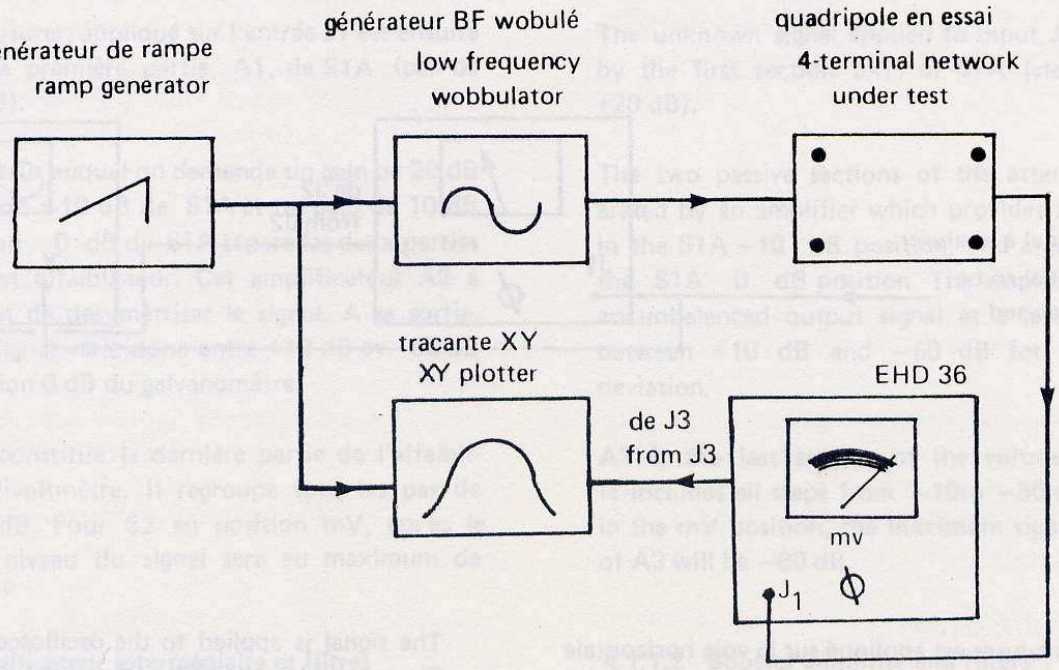
3.3.3.1 J3 sortie continue

Relevé d'une bande passante à l'aide d'un générateur wobulable :

3.3.3 Using auxiliary outputs

3.3.3.1 J3 dc output

Plotting the passband using a wobbulator :

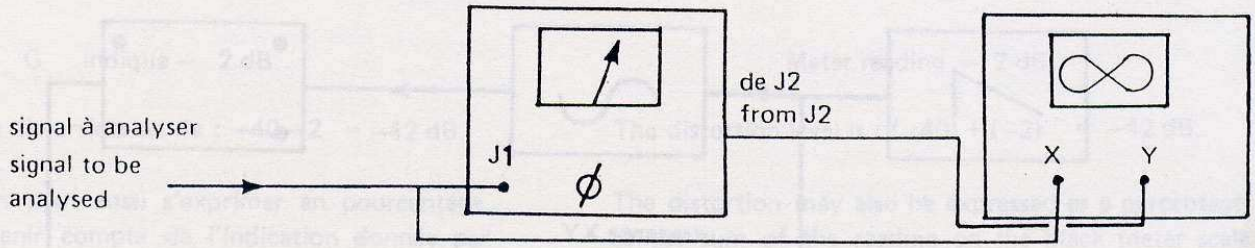


Le signal alternatif recueilli à la sortie du quadripole en essai est appliqué à l'entrée J1 de l'EHD 36. La courbe de réponse peut être lue sur le galvanomètre 6. Par ailleurs, la tension continue disponible sur J3 appliquée sur l'enregistreur XY balayé par la rampe du générateur permet d'enregister la bande passante du quadripole.

The ac signal from the four-terminal network is applied to the EHD 36 input J1. The response curve may be read on the meter. The J3 dc signal is applied to the XY plotter which also receives the output signal from the ramp generator and plots the passband of the quadripole.

3.3.3.2 J2 sortie alternative

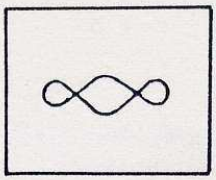
Analyse de la distorsion avec un oscilloscope:



Le signal à analyser est appliqué sur la voie horizontale de l'oscilloscope, la résiduelle est appliquée sur la voie verticale de facon à faire un lissajous.

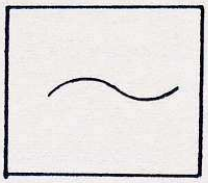
L'analyse de la figure donnée par l'oscillocope permet de déceler qualitativement les différentes composantes de la résiduelle.

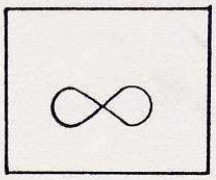
ex :



dominance d'harmonique 3

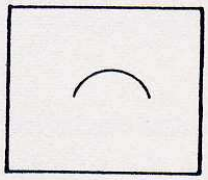
3rd harmonic dominant

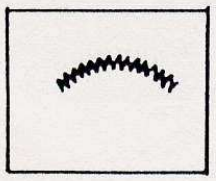




dominance d'harmonique 2

2nd harmonic dominant





souffle + harmonique 2

2nd harmonic + noise

La sortie J3 peut être aussi appliquée à l'entrée d'un analyseur de spectre de facon à mesurer l'importance relative des différentes harmoniques.

3.3.3.2 J2 ac output

Analysing the distortion using an oscilloscope :

The signal is applied to the oscilloscope X-axis input. The vestigial is applied to the Y-axis input in order to obtain a Lissajous figure.

By analysing the figure shown on the oscilloscope, it is possible to make a qualitative assessment of the various distortion components.

For example :

The output from J2 may also be applied to the input of a spectrum analyser so that the relative amplitudes of the various harmonics can be measured.

4 FONCTIONNEMENT

4.1 Description du synoptique

4.1.1 Millivoltmètre – décibelmètre

4.1.1.1 Reseau d'entrée

Le signal à mesurer, appliqué sur l'entrée J1 est ensuite atténué par la première partie, A1, de S1A (pas de +30 et +20 dB).

Un amplificateur auquel on demande un gain de 20 dB pour la position –10 dB de S1A et un gain de 10 dB pour la position 0 dB de S1A sépare les deux parties passives de cet affaiblisseur. Cet amplificateur A2 a aussi pour but de desymètriser le signal. A sa sortie, le niveau du signal varie donc entre +10 dB et –60 dB pour la deviation 0 dB du galvanomètre.

Le bloc A3 constitue la dernière partie de l'affaiblisseur de millivoltmètre. Il regroupe tous les pas de –10 à –80 dB. Pour S2 en position mV, après le bloc A3, le niveau du signal sera au maximum de –60 dB.

4.1.1.2 Amplificateur intermédiaire et filtres

Pour remonter ce signal à un niveau compatible avec une détection, il est nécessaire d'insérer un amplificateur intermédiare. A4, composé de deux amplificateurs en série, nous donne le gain de 70 dB indispensable pour attaquer le bloc C3.

La possibilité d'insérer C1, filtre passe bas à 80 kHz, par le commutateur S1C permet d'éliminer des bruits et oscillations indésirables (voir courbe en 2.2.3.4).

Le commutateur S2C permet la mise en série d'un filtre passe haut à 400 Hz (C2) qui supprime d'eventuels soufflements parasites (voir courbe en 2.2.3.4).

4.1.1.3 Détection et circuits auxiliaires

C3, détection de type RMS donne le signal continu qui, amplifié par, C4 excitera le galvanomètre.

C5, amplificateur séparateur, délivre à la sortie J2 le niveau alternatif de +6 dB correspondant à la déviation pleine échelle du galvanomètre, cela sous une impédance d'environ 600 Ω.

Un autre amplificateur, C6, également sous 600 Ω fournit à la sortie J3 un niveau continu d'environ 0,5 V pour le déviation pleine échelle du galvanomètre.

4 OPERATION

4.1 Description of circuits

4.1.1 Voltmeter – dB meter

4.1.1.1 Input circuit

The unknown signal applied to input J1 is attenuated by the first section (A1) of S1A (steps of +30 and +20 dB).

The two passive sections of the attenuator are separated by an amplifier which provides a gain of 20 dB in the S1A –10 dB position, and a gain of 10 dB in the S1A 0 dB position. The amplifier A2 provides an unbalanced output signal at a level which varies between +10 dB and –60 dB for a 0 dB meter deviation.

A3 is the last section of the voltmeter attenuator. It includes all steps from –10to –80 dB. When S2 is in the mV position, the maximum signal at the output of A3 will be –60 dB.

4.1.1.2 Booster amplifier and filters

In order to boost the signal to a level suitable for rectification, a booster amplifier A4 which comprises two amplifiers in series provides an overall gain of 70 dB, which is the minimum level required by C3.

Switch S1C may be used to insert an 80 kHz lowpass filter (C1) to eliminate unwanted noise and oscillation (see curve in section 2.2.3.4).

Switch S2C is used to switch in a series-connected 400 Hz highpass filter (C2). This suppresses any unwanted hum (see curve in section 2.2.3.4).

4.1.1.3 Detector and auxiliary circuits

C3 is a detector (rectifier) whose dc output signal is proportional to the r.m.s. value of its ac input signal and is amplified by C4 to drive the meter.

C5 is a buffer amplifier whose +6 dB ac output level corresponds to the meter full scale deflection. The output impedance is approximately 600 Ω.

Amplifier C6 provides a dc level of approximately 0,5 V at the J3 output for the meter full scale deflection. Its output impedance is also 600 Ω.

4.1.2 Distorsiomètre

4.1.2.1 Réseau d'entrée

Le réseau d'entrée, A1 A2 et A3, est commun à la partie millivoltmètre.

L'affaiblisseur S1 utilisé pour la sensibilité en millivoltmètre est aussi employé pour l'approche du tarage en distorsiomètre.

4.1.2.2 Calibration

Le signal variable par bonds de 10 dB est appliqué à l'entrée de C7. Celui-ci, double comparateur, indique si le niveau est compatible avec la plage de régulation de A5.

Le bloc A5 est un amplificateur à gain variable monté en régulation de niveau. Son rôle est de ramener le niveau variable par pas de 10 dB à une valeur constante. Le bloc A5 supprime donc la nécessité de calibrer le distorsiomètre.

4.1.2.3 Pont et circuits annexes

B1, pont réjecteur réglable par pas dans la gamme des fréquences fondamendales, avec accord fin automatique. Il rejette la fondamentale à 90 dB. Une sortie de signal à 90^{o} est prévue pour les blocs B2 et B4.

Par comparaison entre le signal déphasé issu du pont et la résiduelle, le bloc B2 elabore un signal d'erreur pour commander l'accord de la partie imaginaire du pont (bloc B1).

B3 compose, à partir de la résiduelle disponsible en sortie de B1 et du signal complet, une tension de commande pour l'accord de la partie réelle du pont réjecteur.

La mesure du déphasage entre le signal complet issue de A5 et le signal pris dans la branche imaginaire du pont réjecteur, indique l'accord en fréquence. Cette fonction est assurée par B4, qui commande les voyants indicateurs d'accord.

4.1.2 Distortion analyser

4.1.2.1 Input circuit

The input circuit A1, A2 and A3 is common to the voltmeter section.

Attenuator S1 is used for two purposes :

1) To set the voltmeter sensitivity.
2) To provide coarse calibration of the distortion analyser.

4.1.2.2 Calibration

The signal level is adjustable in 10 dB steps. The signal is applied to the input of a dual comparator C7 which indicates whether the level is suitable for the range of adjustment of a variable gain amplifier A5, which produces a constant output level, irrespective of the input level. This eliminates the need to calibrate the distortion analyser.

4.1.2.3 Bridge and auxiliary circuits

B1 is a rejection bridge which can be adjusted in steps over the fundamental frequency range. Fine tuning is automatic, and the fundamental rejection is 90 dB. A 90^{o} out of phase signal goes to B2 and B4.

B2 compares the out of phase signal coming from the bridge with the vestigial to provide an error signal for tuning the reactive section of the bridge (B1).

B3 uses the B1 vestigial output and the composite signal to provide a control voltage for tuning the non-reactive section of the bridge.

B4 measures the phase difference between the composite signal from A5 and the signal from the reactive section of the bridge to control the tuning indicators.

4.1.2.4. Sensibilité

La résiduelle, issue du pont est appliquée à un affaiblisseur à 8 sensibilités (A6).

Trois amplificateurs de tension montés en cascade (A7) donnent un gain d'environ 61 dB. Le niveau est alors suffisant pour attaquer la détection en gardant, comme en millivoltmètre, la possibilité d'insérer les filtres.
Le niveau à l'entrée de la carte C, correspondant au zéro du galvanomètre est alors de – 9 dB.

4.1.2.5 Alimentation

Le bloc D, alimentation, donne à partir du réseau 50 Hz les deux tensions régulées de + 12 V et – 12 V nécessaires à l'alimentation de la totalité de l'EHD 36.

4.2 Fonctionnement détaillé

4.2.1 Circuit d'entrée affaiblisseur x 10 dB (carte A)

La première partie de l'affaiblisseur x 10 dB (R1 ... R8) atténue le signal d'entrée, sur les deux calibres supérieurs (+ 30 et + 20 dB), de façon à ne pas appliquer un signal supérieur à + 10 dB sur les circuits MA1 et MA2. En cas de fausse manœuvre du contacteur, quatres diodes CR1 à CR4 polarisées à + 5,6 V et – 5,6 V protègent les circuits suivants contre d'éventuelles surcharge. Une résistance de 470 Ω (R9 et R20) limite le courant dans ces diodes. Les + 5,6 V et – 5,6 V nécessaires à la polarisation des diodes sont obtenus par deux diodes zener (CR6 et CR5) à partir des alimentations + 12 V et – 12 V.

Le montage MA1 - MA2 fonctionne en amplificateur symétrique. On obtient un gain de 0, + 10 au 20 dB par commutation des résistances R13 et R14.

4.1.2.4 Sensitivity

The vestigial output from the bridge is applied to an eight-section attenuator (A6).

Three voltage amplifiers in cascade (A7) provide a gain of approximately 61 dB. The signal level is thus adequate for rectification and takes account of filter insertion losses in voltmeter mode.
The level at the input of the circuit board on the panel meter:

4.1.2.5 Power supply

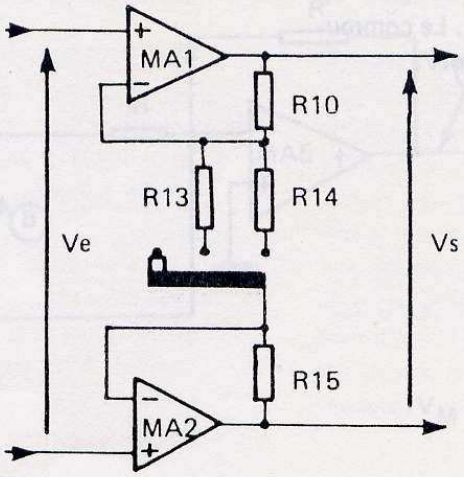
The power supply (D) derives regulated voltages of + 12 V and – 12 V from the 50 Hz mains supply. The EHD 36 requires no other supply.

4.2 Description of operation

4.2.1 x 10 dB attenuator input circuit (circuit board A)

The first section of the x 10 dB attenuator (R1 ... R8) attenuates the input signal on the two upper ranges (+ 30 and + 20 dB), such that the maximum level applied to circuits MA1 and MA2 is + 10 dB. Four diodes CR1 to CR4 biassed + 5,6 V and – 5,6 V are used to protect subsequent circuits against overload due to incorrect operation of the switch. A 470 Ω resistance (R9 and R20) limits the current through these diodes. The + 5,6 V and – 5,6 V levels required to bias the diodes are obtained from two zener diodes (CR6 and CR5) in the + 12 V and – 12 V supplies.

MA1 and MA2 operate as a balanced amplifier. By switching resistors R13 and R14, a gain of 0, + 10 or + 20 dB can be obtained.



Le gain est exprimé de la facon suivante :

pas de 0 dB

$$g = 20 \text{ Log } \frac{R10 + R13 + R15}{R13} = 9{,}97 \text{ dB}$$

pas de −60 dB

$$g = 20 \text{ Log } \frac{R10 + R14 + R15}{R14} = 20{,}04 \text{ dB}$$

sur les autres calibres, le gain est de 0 dB.

Entre les sorties 6 de MA1 et MA2 nous avons donc un signal symétrique variant de +10 à −60 dB pour le 0 dB du galvanomètre.

Le circuit MA3 permet de desymétriser le signal, son gain est de 0 dB.

La troisième partie de l'affaiblisseur x 10 dB (R21 à R29) atténue le signal jusqu'a un valeur de −60 dB (pour un déviation de 0 dB sur le galvanomètre).

L'affaiblisseur sensibilise donc l'appareil de +30 dB à −80 dB pour un usage en millivoltmètre. Cet affaiblisseur est aussi utilisé pour la calibration lors de l'utilisation en distorsiomètre.

4.2.2 Amplificateur intermédiaire (Carte A)

Les circuits MA4 et MA11 amplifient le signal de 33 dB (2 x 16,5 dB). Ces circuits sont protégés par 2 diodes montées en contre reaction. Ces diodes évitent une saturation possible des circuits amplificateurs lors de fausses manœuvres de l'affaiblisseur. Le potentiomètre R33 sert à étalonner l'ensemble de la fonction millivoltmètre par ajustage du gain du circuit MA5. Le niveau est alors de − 9 dB. Le commutateur S2 sélectionne les fonctions D % ou mV.

On the 0 dB step range the gain g is :

$$g = 20 \text{ log } \frac{R10 + R13 + R15}{R13} = 9.97 \text{ dB}$$

On the −60dB step range g is :

$$g = 20 \text{ log } \frac{R10 + R14 + R15}{R14} = 20.04 \text{ dB}$$

On all other ranges the gain g is 0 dB.

The balanced output between pins 6 of MA1 and MA2 varies between +10 and −60 dB for a 0 dB meter reading.

MA3 provides an unbalanced output signal. It has a gain of 0 dB.

The third section of the x 10 dB attenuator (R21 to R29) attenuates the signal to a level of −60 dB (for a 0 dB meter deviation).

The attenuator thus provides a sensitivity range of +30 dB to −80 dB in voltmeter mode. The attenuator is also used for calibrating the distortion analyser.

4.2.2 Booster amplifier (circuit board A)

MA2 and MA11 provide a 33 dB amplification (2 x 16,5 B). 2 protective feedback diodes prevent this circuits from possible saturation when the attenuator is incorrectly set. R33 potentiometer can calibrate the whole millivoltmeter function by adjusting the gain of MA5 (16,5 dB) the signal level is then − 9 dB. S2 switches D % or mV function.

4.2.3 Filtres (Blocs C1,C2)

Le contacteur S2 selectionne, soit le signal issu de A4 en position millivoltmètre, soit le signal venant de A7 amplificateur intermédiaire du distorsiomètre.

Un contacteur S permet d'insérer en série un filtre passe-bas à 80 k Hz (C1). Ce filtre actif est construit autour de MA1 monté en gain unitaire pour les fréquences $\ll$ 80 kHz. La fréquence de coupure est donnée par les trois cellules R1 R2 R3, C1 C2 C3 faisant de MA1 un passe-bas du troisième ordre.

Un second contacteur S2 identique au précédent et indépendant mécaniquement offre la possibilité d'usérer un filtre passe-haut à 400 Hz (C2) MA2, sur lequel on a fait une contre réaction totale vers l'entrée inverseuse. Les trois réseaux R4 R5 R6, C4 C5 C6 fixent la fréquence de coupure à 400 Hz.

L'affaiblissement à la fréquence de coupure est de l'ordre de 3 dB. Ces deux filtres commutés simultanement composent un filtre passe-bande de 400 à 8000 Hz. Les courbes de ces filtres sont données à titre indicatif au 2.2.3.4.

4.2.4 Détection, sorties auxiliaires (C3, C4, C5, C6)

Le redressement double alternance est obtenu en additionnant au signal complet, une alternance inversée et amplifiée (C3).

4.2.3 Filters (C1 and C2)

Switch S2 selects either the A4 output signal in the voltmeter position or the output signal of the distortion analyser booster amplifier A7.

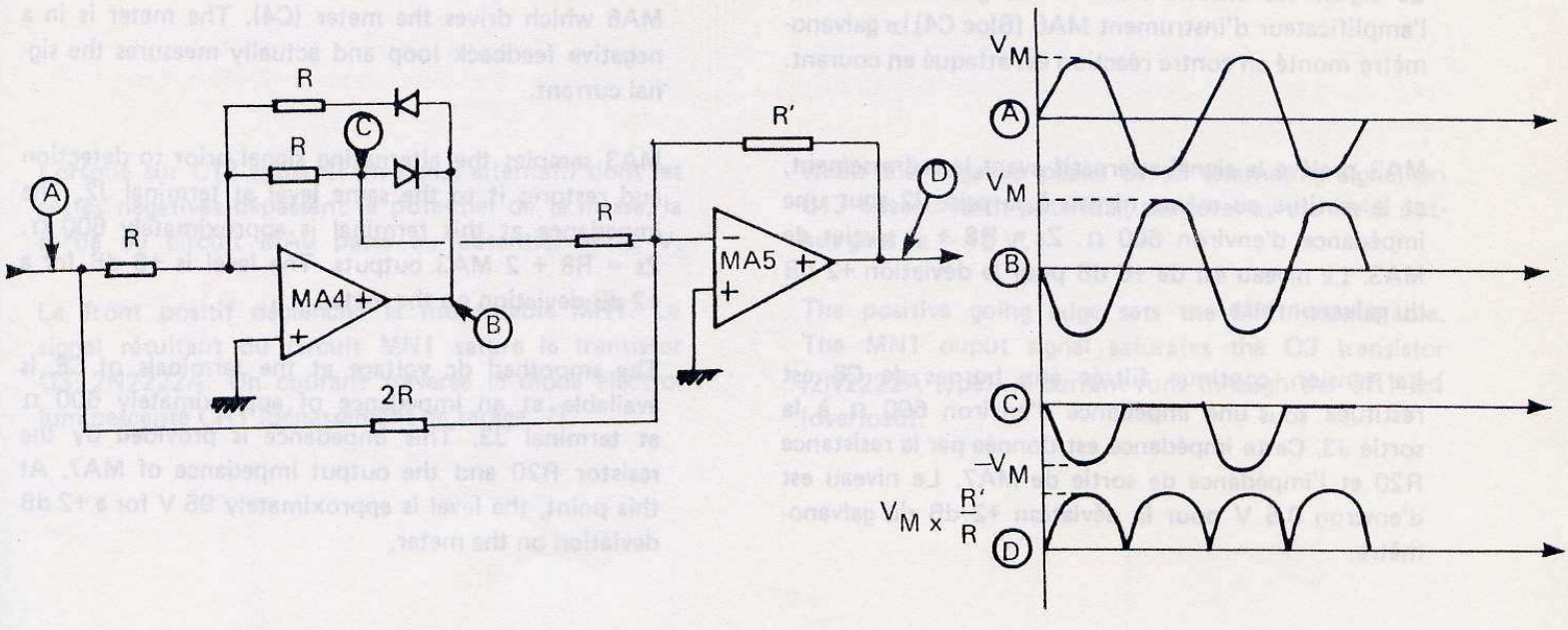
S switches an 80 kHz lowpass filter (C1) in series. This active filter operates in conjunction with MA1 which has unity gain for frequencies $\ll$ 80 kHz. The cut-off frequency is established by the three sections R1, R2, R3 and C1, C2, C3 to provide MA1 with a third order lowpass characteristic.

A second switch S2 (identical to the first but physically independent) can be used to insert a 400 Hz high-pass filter (C2). This filter operates in conjunction with MA2 which has 100% feedback on its inverted input. The three sections R4, R5, R6 and C4, C5, C6 establish the 400 Hz cut-off frequency.

There is approximately 3 dB attenuation at the cut-off frequency. When switched in simultaneously, the two filters provide a passband of 400 – 8000 Hz. Typical curves for these filters are shown in section 2.2.3.4.

4.2.4 Detector and auxiliary outputs (C3,C4,C5,C6)

Full-wave rectification is obtained by adding an amplified inverted half-wave to the composite signal.



La sinusoïde complète d'amplitude maximum Vm = 1,8 V pour une déviation à 0 dB de l'instrument est appliquée en (A).

Le circuit MA4 est monté en amplificateur inverseur de gain 1.

Au point (B) nous retrauvons la sinusoïde d'entrée déphasée de 180°. Les contre-réactions s'effectuent par des circuits différents suivant l'alternance.

Au point (C) nous disposons d'un signal redressé mono-alternance sans seuil (alternances négatives).

Le circuit MA5, monté en sommateur additionne, d'une part, la sinusoïde d'entrée (en (A)) avec un gain de $\frac{-R}{2R}$, et d'autre part le signal redressé mono-alternance (alternance négative) du point (C) avec un gain de $\frac{-R'}{R}$.

- Pour un niveau de – 9 dB à l'entrée de la carte C, R51 ajuste le niveau, 0 dB lu sur le galvanomètre.
- Pour un niveau de – 19 dB à l'entrée de la carte C, R52 corrige les offsets des circuits pour une lecture de – 10 dB du galvanomètre.

Le signal disponible en (D) sera donc un redressement double alternance de valeur maximum Vm x $\frac{R'}{R}$.

Le signal redressé est filtré par la condensateur C8, la constante de charge étant donnée par R16, CA3 et la constante de décharge par R17, CR4. La valeur maximale de charge est fixée par le pont diviseur R16 R17. Cette détection est de type RMS.

Le signal est ensuite transmis àu galvanomètre par l'amplificateur d'instrument MA6 (Bloc C4). Le galvanomètre monté en contre réaction est attaqué en courant.

MA3 prelève le signal alternatif avant le redressement, et le restitue au même niveau à la prise J2, sous une impédance d'environ 600 Ω. Zs = R8 + 2 sorties de MA3. Le niveau est de +6 dB pour la déviation +2 dB du galvanomètre.

La tension continue filtrée aux bornes de C8 est restituée sous une impédance d'environ 600 Ω à la sortie J3. Cette impédance est donnée par la resistance R20 et l'impédance de sortie de MA7. Le niveau est d'environ 0,5 V pour la déviation +2 dB du galvanomètre.

The full-wave signal Vm has a maximum amplitude of 1.8 V for a 0 dB meter deviation. This signal is applied to (A).

MA4 is an inverter with unity gain.

At (B), the input sine wave is 180° out of phase. After rectification, various circuits are used to apply negative feedback.

At (C) is the half-wave rectified signal without threshold (negative-going half-cycles).

MA5 is an adder which adds the input sine wave (A) with a gain of $\frac{-R'}{2R}$ to the half-wave rectified signal (negative-going half-cycles) with a gain of $\frac{-R'}{R}$ (C).

For a – 9 dB level at the input of the circuit board C, R51 adjusts the 0 dB level read on the galvanometer. For a – 19 dB level at the same input, R52 provides offset corrections of the circuits for a – 10 dB level read on the galvanometer.

The signal at (D) is therefore full-wave rectified, and has a maximum value Vm x $\frac{R'}{R}$.

The rectified signal is filtered by capacitor C8. The charge time-constant is established by R16 and CR3, and the decay time-constant by R17 and CR4. The maximum charge is set by the dividers R16 and R17. The detector dc output is proportional to the r.m.s. value of the ac input.

The signal is then amplified by instrument amplifier MA6 which drives the meter (C4). The meter is in a negative feedback loop and actually measures the signal current.

MA3 samples the alternating signal prior to detection and restores it to the same level at terminal J2. The impedance at this terminal is approximately 600 Ω. Zs = R8 + 2 MA3 outputs. The level is +6 dB for a +2 dB deviation on the meter.

The smoothed dc voltage at the terminals of C8 is available at an impedance of approximately 600 Ω at terminal J3. This impedance is provided by the resistor R20 and the output impedance of MA7. At this point, the level is approximately 95 V for a +2 dB deviation on the meter.

4.2.5 Indicateur de tarage

Le bloc indicateur de tarage (C7) est séparé de la sortie de l'affaiblisseur S1 (millivoltmètre + tarage) par un transistor à effet de champ de type N.

Le fonctionnement des deux détecteurs de seuil est identique, seule la polarisation des entrée inverseuse de MA9 et MA10 change.

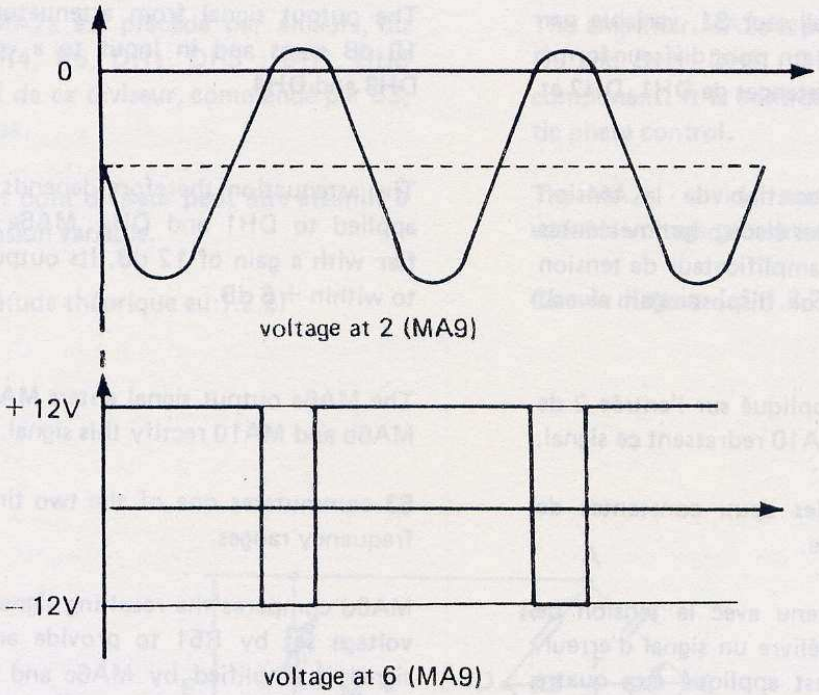
Pour le niveau maximum : l'entrée inverseuse de MA9 est polarisée à — 6 V. La sortie de ce circuit intégré monté en boucle ouverte est donc à un potentiel d'environ + 12 V.

4.2.5 Calibration indicator

An N type field-effect transistor provides a buffer between the calibration indicator circuit (C7) and the attenuator output (S1)(voltmeter + calibration).

Both threshold detectors operate in an identical manner. The only difference is the polarity of the MA6 and ner. The only difference is the polarity of the MA9 and MA10 inverted inputs.

With maximum signal, the level at the MA9 inverted input is — 6 V. The output of this open loop integrated circuit is therefore approximately + 12 V.



Lorsque sur C13 apparaît un signal alternatif dont les crêtes négatives dépassent le potentiel de la masse, la sortie du circuit MA9 passe au potentiel — 12 V.

Le front positif déclenche le monostable MN1. Le signal résultant du circuit MN1 sature le transistor Q3: 2N2222A. Un courant traverse la diode électroluminescente CR1 (dépassement de tarage ↗).

When the negative peaks of an alternating signal on C13 exceed earth potential, the level at the MA9 output goes to — 12 V.

The positive going edge sets the MN1 monostable. The MN1 ouput signal saturates the Q3 transistor (2N2222A type). A current runs through the CR1 led (overload).

Le fonctionnement de l'autre voie est semblable à la première. Le seuil d'entrée est fixé à –0,96 V. Une légère différence intervient au niveau de l'étage de sortie. Le transistor de sortie de type NPN (2N 2222) sera bloqué pour le niveau bas.

La seconde voie détecte par conséquent le seuil minimum de calibration, visualisé par la diode CR2.

Le circuit MA8, redresse le signal de tarage et évite ainsi, grâce aux transistors de commutation Q4 et Q2, que les diodes électroluminescentes CR1 et CR2 s'allument en même temps.

4.2.6. Amplificateur à gain *régulé* (carte A)

Le signal provenant de l'affaiblisseur S1, variable par bonds de 10 dB est appliqué à un pont diviseur formé de R35 et des quatre photo-résistances de DH1, DH2 et DH3 et DH4.

L'affaiblissement est donc fonction de la tension continue appliquée sur les diodes électro-luminescentes de DH1 à DH4. MA6a est un amplificateur de tension de gam 12 dB. Sur sa sortie, on dispose d'un niveau régulé en amplitude à + 6 dB.

Le signal issu de MA6a est appliqué sur l'entrée 2 de MA6b, les circuits MA6b et MA10 redressent ce signal.

Le commutateur S3 défini les deux constantes de temps des gammes de fréquence.

MA6d compare le signal obtenu avec la tension de référence réglée par R51 et délivre un signal d'erreur. Celui-ci amplifié par MA6c est appliqué aux quatre photocoupleurs DH1 à DH4 pour obtenir la régulation de niveau.

Sur la sortie 1 de MA6a nous avons donc un signal régulé au niveau et d'amplitude réglable par la référence donnée par R51.

4.2.7. Pont réjecteur

Synoptique

The operation of the second channel is similar to that of the first. The input threshold is set at –0,96 V. There is a slight difference in voltage at the output stage. The NPN output transistor (2N 2222) conducts when the MA7 output is high, but is inhibited when the output is low.

As a result, the second channel detects the minimum calibration threshold, as shown by CR2 coming on.

MA8 circuit rectifies calibration signal and then avoids lighting leds CR1 and CR2 in the same time through commutation transistors Q4 and Q2.

4.2.6. Variable gain amplifier (circuit board A)

The output signal from attenuator S1 is variable in 10 dB steps and in input to a voltage divider R35, DH3 and DH4.

The attenuation therefore depends on the do voltages applied to DH1 and DH4. MA6a is a voltage amplifier with a gain of 12 dB. Its output level is regulated to within + 6 dB.

The MA6a output signal enters MA6b input number 2, MA6b and MA10 rectify this signal.

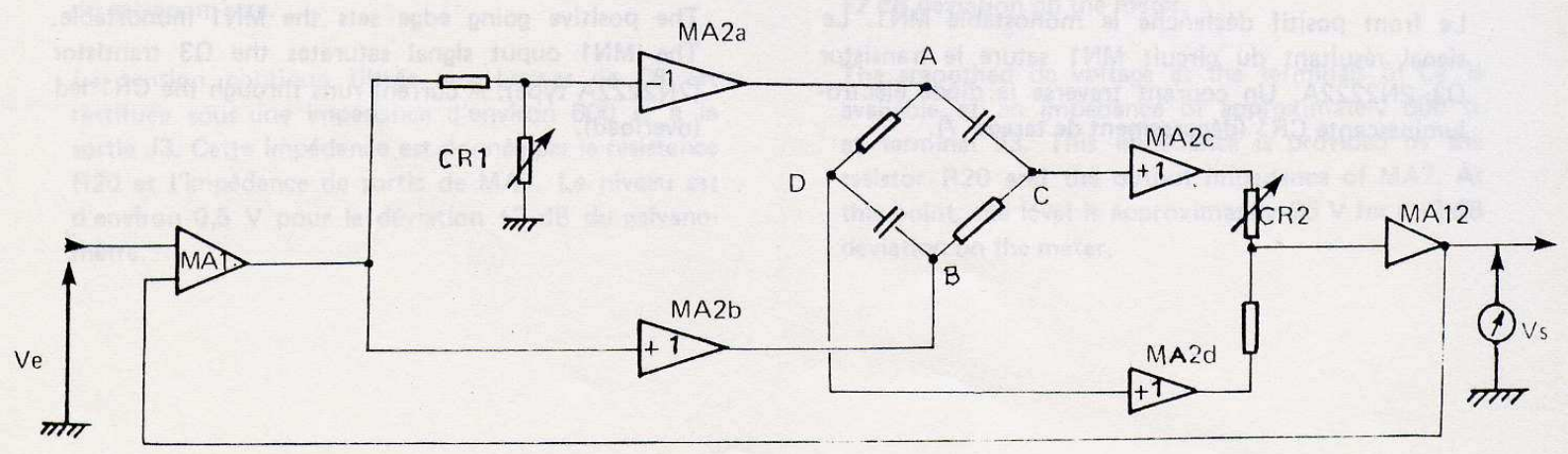
S3 commutates one of the two time constants of the frequency ranges.

MA6d compares the resulting signal with the reference voltage set by R51 to provide an error signal. This signal is amplified by MA6c and applied to DH1 to DH4 for automatic control of its level.

The signal at pin 1 of MA6 is therefore regulated to a constant level, the actual value of which is set by R51.

4.2.7. Rejection bridge

Block schematic



Après avoir été régulé en niveau par A5, le signal est transmis sur le pont réjecteur.

Le premier circuit MA1 est un amplificateur de tension sur lequel on ramène en contre réaction une partie de la résiduelle prélevée en sortie de MA12. Cette contre réaction évite une oscillation de l'ensemble réjecteur.

Le signal traverse ensuite un amplificateur de gain +1 qui permet d'attaquer sous faible impédance au point B la partie imaginaire du pont réjecteur.

D'autre part, MA2a de gain −1 delivre sur sa sortie, donc au point A, un signal de phase opposée à celui appliqué au B. Le pont est donc flottant par rapport à la masse.

Cet amplificateur MA2a est précédé par ailleurs, du pont diviseur R3, R4, R5, DH1, DH3 ; DH1, DH3 étant l'élément actif de ce diviseur, commandé par B3, automatisme de phase.

L'ensemble MA2a et pont diviseur peut être assimilé à un génératuer de tension variable.

Schema théorique (étude théorique au 1.2.2)

The regulated signal from A5 goes to the rejection bridge.

The input circuit MA1 is a voltage amplifier. Feedback is applied by sampling the vestigial output from MA12. This feedback prevents the rejection circuit oscillating.

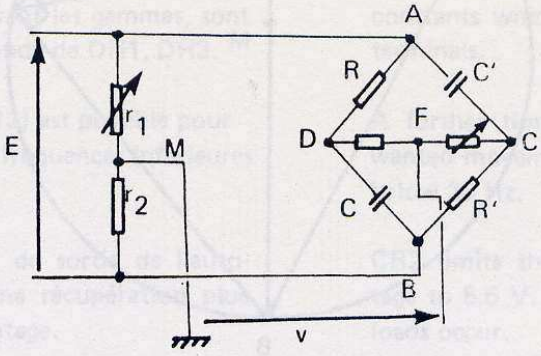
The signal is then fed to an impedance matching amplifier with unity gain (+1). This amplifier presents the correct impedance at point B on the reactive side of the rejection bridge.

MA2a is an impedance matching device with unity gain (−1). It delivers a signal to point A which is 180° out of phase with the signal applied to point B. The bridge is thus floating with respect to earth.

The amplifier MA2a is preceded by the divider R3, R4, R5 and DH1, DH3 ; DH1, DH3 is the divider active component. It is controlled by B3 to provide automatic phase control.

The MA2a - divider combination may be classed as a variable voltage generator.

Circuit diagram (cf. 1.2.2)



La résistance r1 du schéma théorique est donc assimilée en fait à un générateur de tension variable, et r2 à un générateur de tension fixe.

Entre les points A et B nous trouvons deux réseaux RC et R'C' composant la partie imaginaire du réjecteur. C et C' sont en fait deux groupes de 4 condensateurs répartis deux par deux sur le commutateur S3. Ce commutateur permet les changements de gammes de fréquence.

L'approche plus fine de l'accord en fréquence se fait par deux commutateur S1 à 10 positions et S2 à 12 positions. S1 et S2 comportent les résistances R62 à R103 (R et R').

Le signal est prélevé en C par MA2c et en D par MA2d. Ces deux étages sont montés en séparateur pour éviter que les résistances r3 et r4 ne chargent le pont (schéma théorique).

Le prélèvement de signal dans la branche imaginaire est effectué par un pont diviseur entre les sorties de MA2c et MA2d. Le rapport de ce pont est donné par DH2, DH4 commandé par l'automatisme de fréquence.

The resistance r1 on the circuit diagram can thus be regarded as a variable voltage generator, and r2 as a fixed voltage generator.

Two networks (RC and R'C') are located between points A and B. These represent the reactive section of the rejection bridge. C and C' are, in fact, two groups of four capacitors distributed in pairs on switch S3. This switch is used to change the frequency range.

Coarse tuning is achieved using 10-position switch S1 and 12-position switch S2 (fine tuning is automatic). These switches select resistors R62 to R103 (R and R').

MA2c samples the signal at C and MA2d samples the signal at D. These two stages are buffered to prevent the resistors r3 and r4 loading the bridge (circuit diagram).

The signal is sampled on the reactive side by a divider between the outputs of MA2c and MA2d. The bridge ratio set by DH2, DH4 which, in turn, is controlled by the automatic tuning circuit.

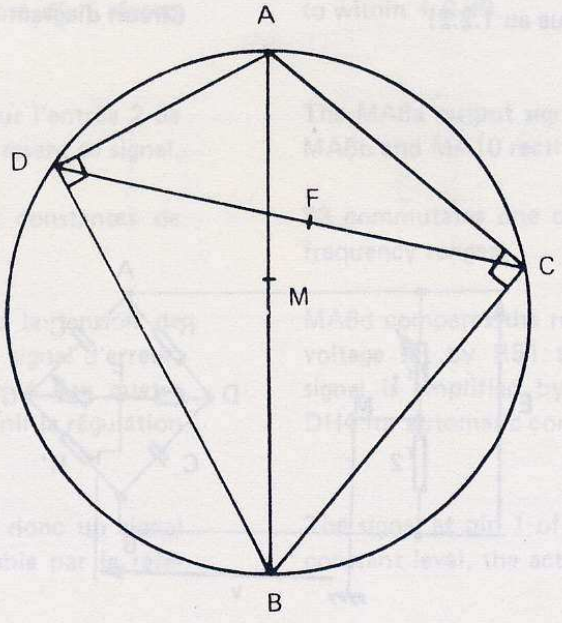


Diagramme des tensions

Voltage diagram

Sur le diagramme des tensions, nous constatons que l'effet de DH1, DH3 commandés par B2 déplace le point M entre A et B.

La variation de DH2, DH4 déplace le point F sur DC. A l'équilibre, les points M et F sont pratiquement confondus et la tension de sortie est donc minimum.

4.2.8 Automatismes, détecteur d'accord (B2 B3 B4)

Le signal provenant de E, signal calibré d'entrée du pont réjecteur, est appliqué, par l'intermédiaire de MA7 amplificateur suiveur, à l'entrée «porteuse» du modulateur MA8 (bloc B3 automatisme de phase).

Sur l'entrée modulation, on applique la résiduelle au pont comportant entre autre un réliquat de fondamentale.

A la sortie du modulateur, on ne conserve que la composante de modulation soit «F» calibré moins «F» réliquat, ce qui donne une tension continue positive, négative ou nulle suivant le signe du déséquilibre, et son ampleur.

Le potentiomètre R38 sert à ajuster le point de repos de l'automatisme. Les circuits MA9a et MA9b fournissent le courant nécessaire à la commande des photocoupleurs DH1, DH3.

Des constantes de temps, obtenues par la combinaison de C15 et C16 et différentes suivant les gammes, sont ramenées aux bornes de la commande de DH1, DH3.

Une constante supplémentaire (C13) est possible pour éviter des battement g ênants aux fréquences inférieures à 20 Hz.

La diode CR2 limite la tension de sortie de l'automatisme à 5,6 V permettant une récupération plus rapide en cas de surcharge du montage.

Le bloc B2 commandant l'élément variable de la partie imaginaire du pont est attaqué sur son entrée porteuse par une partie de la fondamentale en quadrature avec le signal d'entrée. Il est attaqué sur son entrée modulation par le signal complexe de sortie.

The voltage diagram shows that DH1, DH3 is controlled by B3 to displace point M along the line AB.

DH2, DH4 displaces point F along the line DC. When the bridge is balanced, points M and F are practically identical, and the output voltages are therefore at a minimum level.

4.2.8 Automatic operation and tuning detector (B2, B3 and B4)

The rejection bridge input signal from E is passed via the follower amplifier MA7 to the "carrier" input of the modulator MA8 (B3 automatic phase control).

The vestigial from the bridge (including the residual fundamental) is applied to the modulation input.

Only the modulation component appears at the output of the modulator, i.e. "F" calibrated minus "F" residual. The output is thus a positive, negative or zero dc level, depending on the direction and extent of the unbalance.

Potentiometer R38 is used to ajust the quiescent state of the automatic control circuit. Circuits MA9a and MA9b provide adequate current for controlling DH1, DH3.

For certain tuning ranges, C15 and C16 provide time constants which are applied at the DH1, DH3 control terminals.

A further time constant (C13) is used to avoid unwanted movement of the meter pointer at frequencies below 20 Hz.

CR2 limits the automatic control circuit output voltage to 5.6 V. This permits faster recovery when overloads occur.

B2 controls the variable component in the reactive section of the bridge. The fundamental and the input signal are applied in quadrature to the carrier input. The complex output signal is connected to its modulation input.

Ce bloc étant identique à B3, le signal de sortie permettra l'attaque de DH2,DH4, élément variable de la partie imaginaire du pont réjecteur.

Le circuit MA10 (Bloc B4) est attaqué, sur son entrée modulation par le signal issu de H carte B. Il s'agit du signal pris dans la branche complexe du pont. On applique sur son entrée porteuse le signal complet pris au point E : entrée du pont réjecteur. Le résultat de cette modulation nous donne une tension continue liée au signe et à l'importance du déphasage entre les deux signaux. Cette tension, suivant sa polarité, après avoir été amplifiée par MA11a et MA11b traverse l'une ou l'autre diode électro-luminescente. Ces deux diodes indiquent donc dans quel sens manœuvrer les commutateurs S1, S2, S3 pour obtenir l'accord du pont.

Since the circuit is identical to B3, the output signal can be taken to DH2, DH4, which is the variable component in the reactive section of the rejection bridge.

The signal from S on circuit board B is taken to the carrier input of circuit MA10 (B4). This signal originates from the complex branch of the bridge. The composite signal from the input to the rejection bridge (point E) is taken to its modulation input.

The result of this modulation is that the dc level depends on the direction and extent of the phase difference between the two signals. Depending on its polarity, this voltage is then amplified by MA11a or MA11b, and then passed to one or other of the light-emitting diodes which show the direction in which switches S1, S2 and S3 have to be turned to tune the bridge.

Le commutateur S3 mets par ailleurs en circuit sur la position x 0,1 un condensateur de filtrage supplémentaire (C18) sur la sortie de MA10.

In the x 0.1 position, switch S3 inserts an additional smoothing capacitor (C18) across the output of MA10.

4.2.9 Amplificateur intermédiaire et affaiblisseur de distorsiomètre

Le signal issu du pont réjecteur est appliqué à un affaiblisseur à huit positions. Celui-ci permet une plage de distorsions résiduelles de 0,03% à 100%.

Une liaison capacitive transmet le signal au circuit MA7 monté en amplificateur non inverseur. Son gain est de 15 dB. Le signal est transmis ensuite aux amplificateurs MA9 (G = 15,7 dB) et MA8 (G = 30 dB).

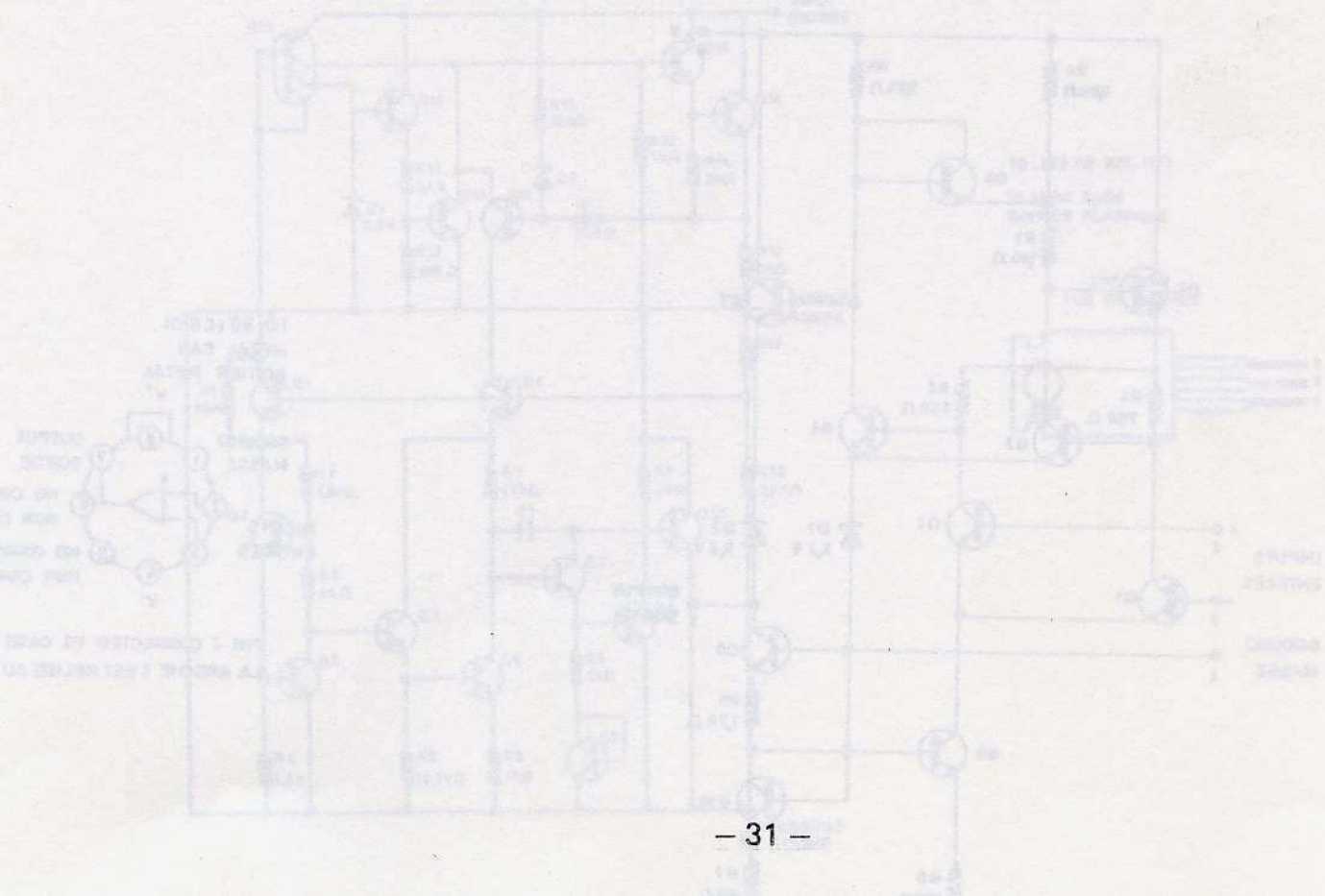
Le circuit MA8 est protété contre les surtensions par un montage à diode (CR11 et CR12). Le potentiomètre R106 permet de régler le niveau d'entrée de la carte C (Ve = –7 dB) pour l'étalonnage de la distorsion à 1 %.

4.2.9 Booster amplifier and distortion analyser attenuator

The signal from the rejection bridge is applied to an eight-position attenuator. This provides a residual distortion measurement range of 0.03% to 100%.

The signal goes through a capacitance to MA7 a 15 dB non inverter amplified and then to MA9 a 15,7 dB amplifier and MA8 a 30 dB amplifier MA8 is diode protected against overload (CR11 and CR12).

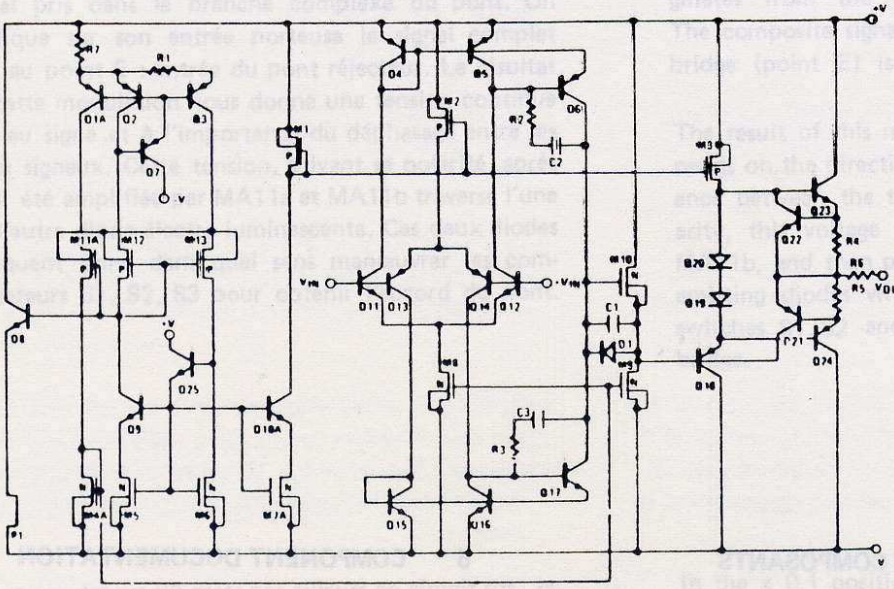
The input level of the circuit board C, (Ve = –7 dB) is adjusted by R106 potentiometer for the distorsion calibration of 1 %.



HA 4602

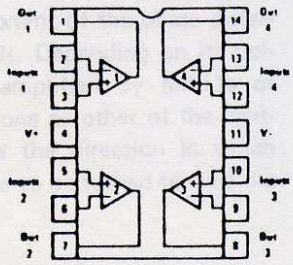
quadruple amplificateur opérationnel

SCHEMA ELECTRIQUE



BROCHAGE

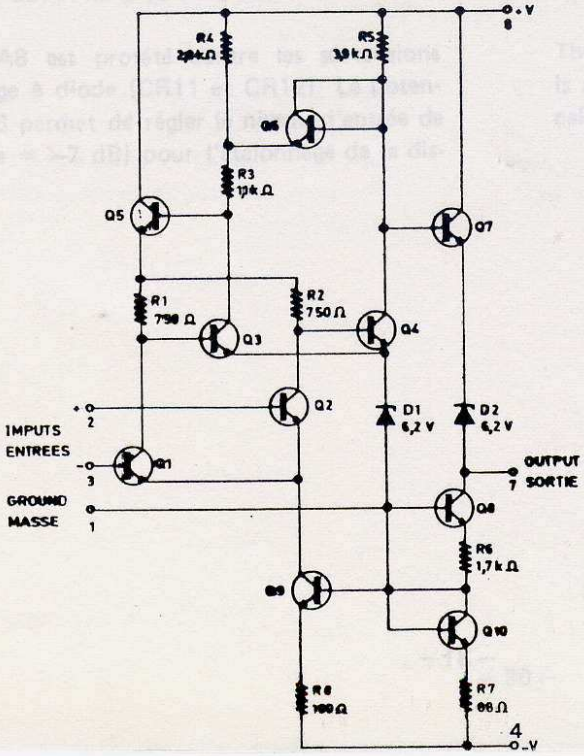
Vue de dessus



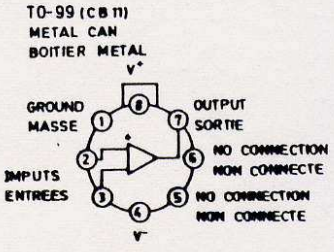
SFC 2710

comparateur differentiel rapide

SCHEMA ELECTRIQUE



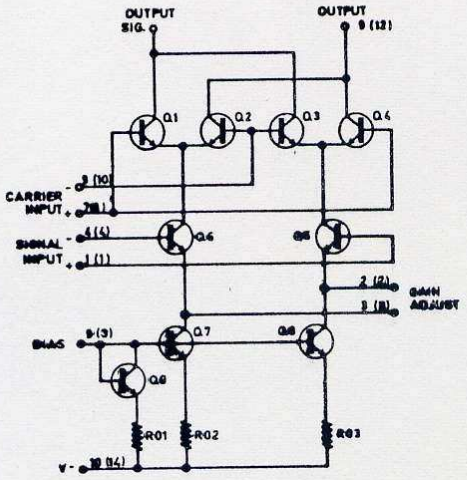
BROCHAGE



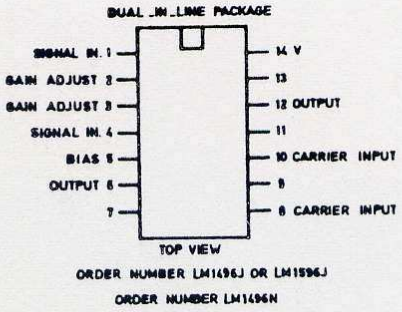
PIN 4 CONNECTED TO CASE
LA BROCHE 4 EST RELIEE AU BOITIER

LM 1496

SCHEMA ELECTRIQUE



BROCHAGE

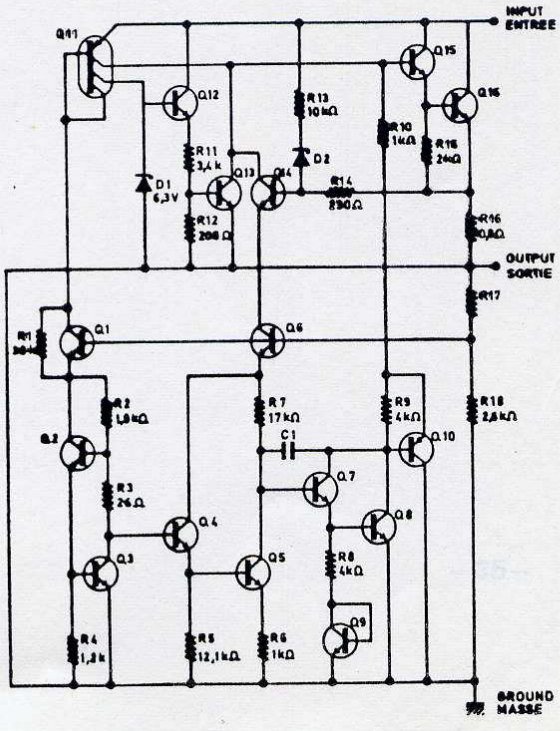


ORDER NUMBER LM1496J OR LM1596J

ORDER NUMBER LM1496N

SFC 2815

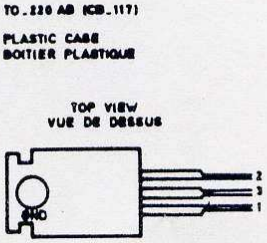
SCHEMA ELECTRIQUE



BROCHAGE

TO-220 AB (ICB-117)

PLASTIC CASE
BOITIER PLASTIQUE



1. UNREGULATED INPUT
   ENTREE NON REGULEE
2. REGULATED OUTPUT
   SORTIE REGULEE
3. GROUND
   MASSE