

NOTICE TECHNIQUE

n° 325

115

VOLTMETRES - MULTIMETRES

TE 360 et TE 361

LES INTEGRATEURS

Centre de Contrôle des
Appareils de Mesures
Contrôle le 10 SEP. 1981
A RETOURNER
E.S.A.M. BOUKGES

TEKELEC



AIRTRONIC



TABLE DES MATIÈRES

I. CARACTERISTIQUES GENERALES

1.1. Introduction	1
1.5. Accessoires	1
1.9. Présentation mécanique	3
1.12 Caractéristiques électriques	2 & 5
1.14 Changement de la tension secteur	2

II DEBALLAGE ET INSPECTION

2.1. Introduction	8
2.3. Déballage et inspection	8
2.6. Alimentation requise	8
2.8. Vérification du fonctionnement	8
2.16 Réexpédition	9

III UTILISATION

3.1. Mode d'emploi	10
3.3. Description de la face avant	10
3.5. Mesure d'une tension continue	10
3.6. Mesure d'une tension alternative	10
3.7. Mesure d'une résistance	12
3.8. Mesure d'un courant continu	12
3.9. Mesure d'un courant alternatif	12

IV PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

4.1. Introduction	13
4.5. L'atténuateur de tension	13
4.7. Le limiteur de surtension	13
4.9. Le convertisseur alternatif/continu	13
4.11 Le convertisseur résistance tension	14
4.13 Le convertisseur courant tension	14
4.17 Fonctionnement du commutateur- échantillonneur	14
4.22 Inversion de la polarité	17
4.27 Intégration à double pente	19
4.30 Le convertisseur analogique numérique	21
4.35 La bascule de détection du dépassement	22
4.37 Le circuit clignotant de l'indicateur de dépassement	22
4.39 Le générateur de la fréquence d'échantillonnage	25
4.41 La partie logique	25
4.43 Formes d'ondes	26

V MAINTENANCE

5.1. Etalonnage	27
5.5. Emplacement des éléments constitutifs	27



FACE AVANT DE L'APPAREIL

CHAPITRE 1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

1.1. INTRODUCTION

1.2. Les **TE 360** et **TE 361** sont des voltmètres numériques, dont le coût peu élevé, la précision et l'affichage de 3 décades, en font des instruments parfaitement adaptés à l'emploi dans les chaînes de production, pour le contrôle, sur les chantiers et dans les universités. Ils peuvent remplacer tout multimètre analogique. Le **TE 360** permet de mesurer des tensions continues, des tensions alternatives, des courants continus, des courants alternatifs et des impédances résistives. Le **TE 361** permet de mesurer des tensions et des courants continus, et impédances résistives. Ils disposent de 5 gammes pour chaque mode de fonctionnement. La tension appliquée à l'entrée peut dépasser 500 V et l'impédance de cette entrée est supérieure à 100 M Ω et 1000 M Ω respectivement sur les deux gammes les plus basses 0,2V et 2V.

1.3. Les **TE 360/361** permettent de mesurer des tensions continues depuis 200mV à pleine échelle, jusqu'à 1000 V à pleine échelle. Les performances du **TE 360** demeurent les mêmes en alternatif. Les gammes de la fonction "ampèremètre" s'étendent depuis 200 μ A pleine échelle, jusqu'à 2 A pleine échelle. Les gammes de la fonction "ohmmètre" s'étendent depuis 200 ohms pleine échelle, jusqu'à 2 Mohms pleine échelle. Le choix de ces gammes et fonctions est fait par boutons-poussoirs montés sur le panneau avant.

1.4. Le principe de mesure utilisé dans les deux instruments est celui de la conversion analogique-numérique par intégration à double pente. Ce principe permet d'obtenir une haute immunité au bruit, stabilité et précision. La faible dérive est due à l'emploi d'un amplificateur d'entrée stabilisé par commutation (chopper stabilisation).

1.5. ACCESSOIRES

1.6. Les équipements disponibles, sur option, destinés à l'emploi conjoint avec le **TE 360** ou le **TE 361** sont les suivants :

1.7. Un boîtier "batteries" permettant à l'appareil de fonctionner sur une source continue interne et de devenir complètement portatif. Cette batterie peut être rechargée en branchant directement le boîtier sur le secteur. L'appareil, ainsi équipé, peut toujours être alimenté par le secteur.

1.8. Un ensemble de pièces permettant le montage de l'appareil en tiroir standard : 483 mm de long x 134 mm de haut (19" x 5 1/4"). Ce tiroir peut recevoir un appareil ou deux appareils juxtaposés.

1.9. PRESENTATION MÉCANIQUE

1.10 Les dimensions de l'appareil sont les suivantes :

- largeur 216 mm
- hauteur 134 mm
- épaisseur 76 mm

1.11 La figure 1.1. présente l'appareil et ses dimensions. Son poids est de 1,2 kg.

1.12. CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

1.13. Le tableau 1.1. fait état de toutes les spécifications propres au multimètre **TE 360**. Ces spécifications sont toutes applicables au **TE 361**, à l'exception de celles qui concernent les mesures faites en courant ou en tensions alternatives.

1.14. CHANGEMENT DE LA TENSION SECTEUR

L'appareil est normalement livré au départ de l'usine pour un secteur 230 volts \pm 10 %. Cette tension est inscrite sur l'étiquette signalétique à l'arrière de l'appareil.

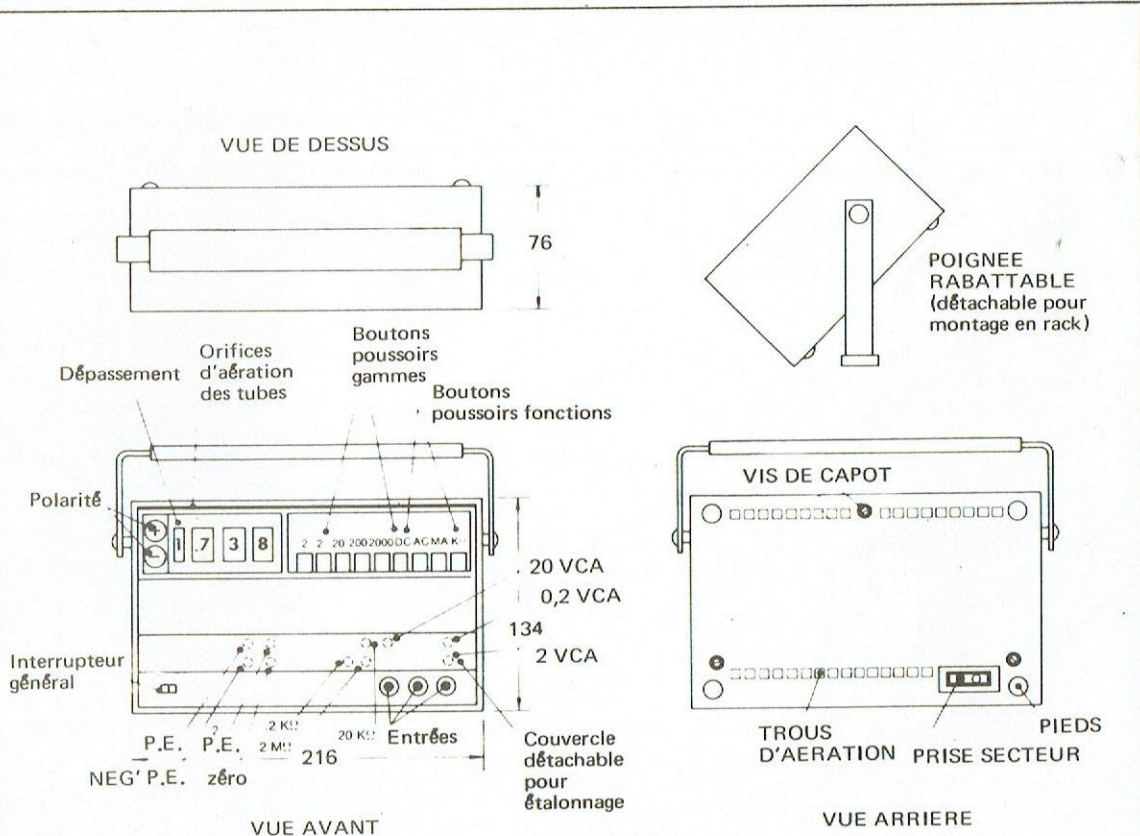
Pour utiliser l'appareil sur un secteur 115 V \pm 10 %, procéder de la façon suivante : dévisser les 3 vis à tête cruciforme encastrées à l'arrière de l'appareil. Enlever la poignée, déboucher le convecteur interne. Séparer les deux moitiés de l'appareil.

Côté alimentation (partie arrière), dévisser les 3 vis. Enlever le blindage. Dévisser les deux vis,

maintenant le convecteur secteur. Sortir le bloc alimentation.

Côté composant repérer les fils 1 marron, et 9 blanc, de part et d'autre de l'inscription "230", sur le circuit imprimé. Dessoûder ces fils et les ressouder dans les deux trous disponibles immédiatement à proximité, de part et d'autre de l'inscription "115", le fil marron près du fil noir, et le fil blanc près du fil rouge. Remplacer le fusible par un fusible 500 mA.

Remonter l'appareil dans l'ordre inverse des opérations de démontage. Rayer sur l'étiquette l'inscription "230 volts".



Dimensions en mm

Figure 1-1 PRESENTATION MECANIQUE

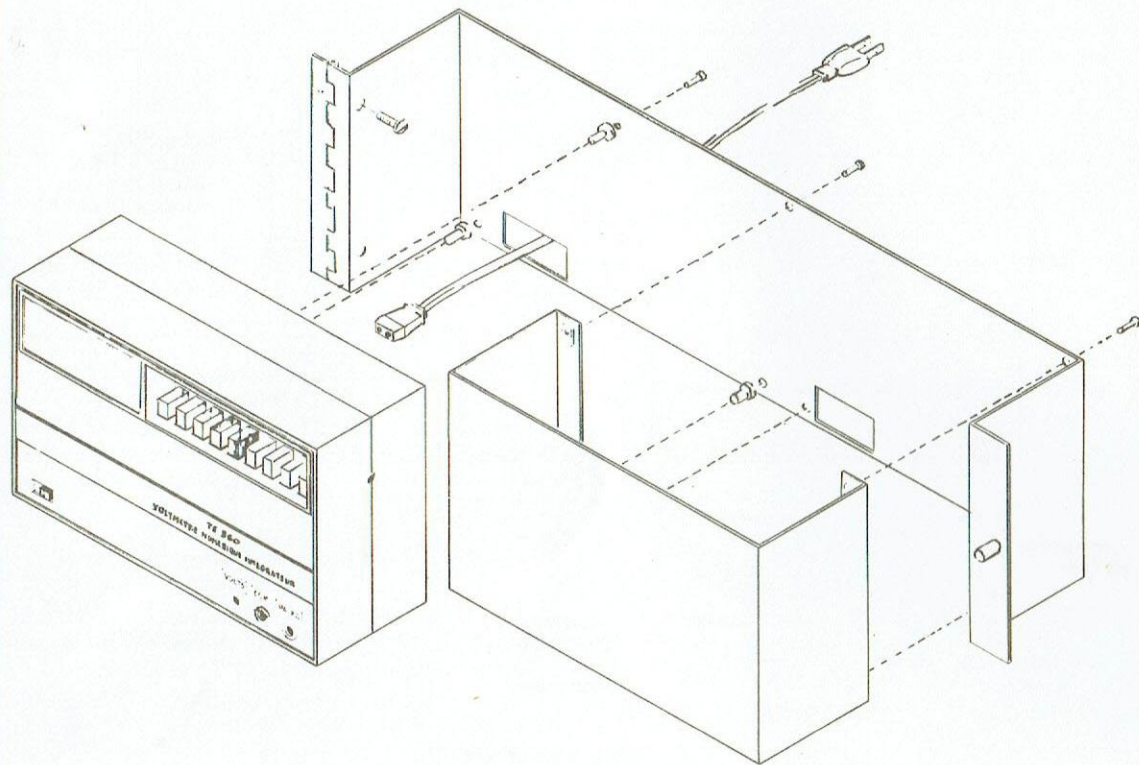


Figure 1-2 MONTAGE EN RACK (OPTION)

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

● TENSIONS CONTINUES

Gammes	Résolution	Impédance	* Précision court terme		* Précision long terme		Surcharges
			lec**	P.E.**	lec.	P.E.	
200 mV	100 μ V	> 100 M Ω	\pm 0,1 %	\pm 0,15 %	\pm 0,1 %	\pm 0,2 %	250 V
2 V	1 mV	> 1.000 M Ω	\pm 0,1 %	\pm 0,1 %	\pm 0,1 %	\pm 0,1 %	250 V
20 V	10 mV	10 M Ω	\pm 0,1 %	\pm 0,1 %	\pm 0,1 %	\pm 0,2 %	750/1000V
200 V	100 mV	10 M Ω	\pm 0,1 %	\pm 0,1 %	\pm 0,1 %	\pm 0,2 %	750/1000V
1.000 V	1 V	10 M Ω	\pm 0,1 %	\pm 0,1 %	\pm 0,1 %	\pm 0,2 %	750/1000V

Temps de réponse palier 400 ms
 Rejection du bruit de mode série ... 30 dB augmentant de 20 dB par décade
 Coefficient de tension \pm 0,0005 %/volt

● TENSIONS ALTERNATIVES (Modèle TE 360 seulement)

Gammes 0,2V - 2V - 20V - 200V - 750V eff. max.
 Impédance d'entrée 10 M Ω /90 pF
 Précision toutes gammes (50 Hz à 10 KHz)
 – Court terme \pm 0,5 % lec ; \pm 0,2 % P.E.
 – Long terme \pm 0,7 % lec ; \pm 0,3 % P.E.
 Précision gammes 0,2 et 2V (de 10 à 20 KHz)
 – Court terme \pm 1 % lec ; \pm 0,3 % P.E.
 – Long terme \pm 2 % lec ; \pm 0,4 % P.E.
 Précision gammes 0,2 et 2V (de 20 KHz à 100 KHz)
 – Court terme \pm 3 % lec ; \pm 0,5 % P.E.
 – Long terme \pm 5 % lec ; \pm 0,6 % P.E.
 Temps de réponse palier 2 sec. (0,1 % de la lecture finale)
 Coefficient de tension \pm 0,001 %/volt

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES (suite)

Surcharges :

* 750 V alt. eff. ou 1000 V cont. gammes 20, 200 et 2000

* 240 V alt. 50 H ou 115 V 400 Hz gammes 0,2 et 2V

● OHMMETRE

Gamme	Résolution	Courant	Précision court terme		Précision long terme		Surcharge
			lec.	P.E.	lec.	P.E.	
0,2 K Ω	0,1 Ω	1 mA	$\pm 0,2 \%$	$\pm 0,1 \%$	$\pm 0,3 \%$	$\pm 0,2 \%$	$\pm 20 V$
2 K Ω	1 Ω	1 mA	$\pm 0,2 \%$	$\pm 0,1 \%$	$\pm 0,3 \%$	$\pm 0,2 \%$	$\pm 20 V$
20 K Ω	10 Ω	10 μA	$\pm 0,2 \%$	$\pm 0,1 \%$	$\pm 0,3 \%$	$\pm 0,2 \%$	$\pm 20 V$
200 K Ω	100 Ω	10 μA	$\pm 0,2 \%$	$\pm 0,1 \%$	$\pm 0,3 \%$	$\pm 0,2 \%$	$\pm 20 V$
2 M Ω	1000 Ω	1 μA	$\pm 0,2 \%$	$\pm 0,2 \%$	$\pm 0,5 \%$	$\pm 0,2 \%$	$\pm 20 V$

Tension circuit ouvert 6 volts

Temps de réponse palier 400 ms

* Court terme : 23 $\pm 1^{\circ}C/7$ heures

Long terme : 10 à 40 $^{\circ}C/60$ jours

** L : de la lecture P.E. de la pleine échelle

● COURANTS CONTINUS

Gamme	Résolution	Shunt	Précision court terme		Précision long terme		Surcharge
			lec.	P.E.	lec.	P.E.	
0,2 mA	100 nA	1 K Ω	$\pm 0,2 \%$	$\pm 0,1 \%$	$\pm 0,2 \%$	$\pm 0,2 \%$	20 mA
2 mA	1 μA	100 Ω	$\pm 0,2 \%$	$\pm 0,1 \%$	$\pm 0,2 \%$	$\pm 0,2 \%$	100 mA
20 mA	10 μA	10 Ω	$\pm 0,2 \%$	$\pm 0,1 \%$	$\pm 0,2 \%$	$\pm 0,2 \%$	400 mA
200 mA	100 μA	1 Ω	$\pm 0,2 \%$	$\pm 0,1 \%$	$\pm 0,2 \%$	$\pm 0,2 \%$	2 A
2000 mA	1 mA	0,1 Ω	$\pm 0,3 \%$	$\pm 0,2 \%$	$\pm 0,5 \%$	$\pm 0,3 \%$	5 A

Chute de tension 0,2 volt

Temps de réponse palier 400 ms

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES (suite)

• COURANTS ALTERNATIFS (Modèle 360 seulement)

Précision toutes gammes (50 Hz à 10 KHz)

– Court terme	.....	± 0,5 % lec.	± 0,2 % P.E.
– Long terme	.....	± 0,7 % lec.	± 0,3 % P.E.
Temps de réponse palier	.....		2 sec.

• SURCHARGES

Tensions continues :

– Gammes 20V, 200V, 1000V	.....	1000 Volts continu ; 750V alt. efficace
– Gammes 0,2 et 2V	.....	250 Volts continu

Tensions alternatives :

– Gammes 20V, 200V, 1000V	.....	750 Volts alt. et/ou continu
– Gammes 0,2 et 2V	.....	250V 50 Hz ou 115V 400 Hz.

Ohmmètre Toutes gammes ± 20 V (protégé par un fusible interne)

Courants continus et alternatifs :

– Gammes 0,2 mA	.....	20 mA max.
– Gammes 2 mA	.....	100 mA max.
– Gammes 20 mA	.....	400 mA max. pendant 1 minute
– Gammes 200 mA	.....	2 A pendant 1 minute
– Gammes 2 A	.....	5 A pendant 1 minute

• CARACTERISTIQUES GENERALES

Consommation	.....	10 VA environ
Température	.....	10 à 40 ⁰ C (plage de la précision nominale)
Fonctionne	.....	de 0 à 50 ⁰ C
Temps de chauffage	.....	5 minutes

Tension secteur :

115 VCA	± 10 %	50 - 60 Hz sur option
220 VCA	± 10 %	50 - 60 Hz sur option

CHAPITRE 2 DÉBALLAGE ET INSPECTION

2.1. INTRODUCTION

2.2. Cette partie indique la façon de procéder pour essayer et vérifier l'appareil, et s'il y a lieu, la meilleure façon de le retourner au fournisseur.

2.3. DEBALLAGE ET INSPECTION

2.4. Avant d'accepter l'appareil présenté par le transporteur, examinez l'emballage. Tout dommage externe doit être remarqué à la fois par le client et le transporteur, et signalé à un inspecteur de la compagnie d'assurance.

2.5. Dès que l'appareil est déballé, vérifiez qu'il n'y a pas d'égratignures, d'interrupteurs ou de connecteurs abîmés. Si vous remarquez quelque dommage, n'utilisez pas l'appareil, à moins que la compagnie d'assurance ne vous le demande.

2.6. ALIMENTATION REQUISE

2.7. Le TE 360 et le TE 361 sont prévus pour être alimentés à partir du 230 V (115 V sur demande) ($\pm 10\%$) 50 - 60 Hz du secteur. Ils consomment environ 7 watts. Evitez de les brancher sur une source de tension non convenable ou de puissance insuffisante.

2.8. VERIFICATION DU FONCTIONNEMENT

2.9. Les opérations de vérification élémentaires ci-dessous permettent de s'assurer du bon état de fonctionnement des composants et des circuits, lors de la première mise sous tension. Ce rapide examen n'a pas l'ambition de vérifier toutes les caractéristiques de l'appareil.

2.10. Brancher l'appareil sur une source de tension convenable.

2.11. Mettre l'interrupteur général sur M(arche). Les tubes d'affichage doivent alors s'allumer.

2.12. Choisir la fonction "Voltmètre Continu" et la gamme 2 volts. Court-circuiter l'entrée voltmètre et l'entrée commune. La lecture doit être 0.000, 0.001 ou 0.002.

2.13. Sélectionner la fonction "ohmmètre". Court-circuiter l'entrée ohmmètre et l'entrée commune. Vérifier que la lecture est bien 0.000 ou 0.001.

2.14. Enlever le court-circuit et mettre l'interrupteur général sur A(arrêt). Débrancher l'appareil.

2.15. Remarque : ces appareils ont un très faible courant parasite interne. Si l'entrée n'est pas chargée, la lecture sera nulle pour les gammes 20, 200 ou 2000 V. Mais pour la gamme 2 V, le faible courant parasite à travers la grande impédance d'entrée crée une tension, et la valeur numérique affichée croît lentement. Si l'entrée est ouverte et la fonction ohmmètre sélectionnée quelle que soit la gamme choisie, l'appareil fait état d'un dépassement car la résistance mesurée est celle de l'air ambiant entre les bornes d'entrée.

2.16. REEXPEDITION

2.17. Un appareil endommagé doit être retourné à l'usine pour y être vérifié et réparé. Prévenez votre représentant **Tekelec** qui vous donnera toutes instructions pour la réexpédition. Une telle façon de procéder vous assurera un meilleur service.

CHAPITRE 3 UTILISATION

3.1. MODE D'EMPLOI

3.2. Les paragraphes qui suivent décrivent la manœuvre des TE 360 et TE 361, ainsi que leurs méthodes d'utilisation.

3.3. DESCRIPTION DE LA FACE AVANT

Voir figure 1-1. "vue de face"

3.4. MISE EN ROUTE

1. Brancher l'appareil sur une source de tension convenable (inutile si l'appareil est équipé d'une batterie).

2. Mettre l'interrupteur général sur M(arche)

3.5. MESURE D'UNE TENSION CONTINUE

1. Choisir le mode (ou fonction) continu.

2. Choisir la gamme 2000 (1000 volts max.)

3. Appliquer la tension à mesurer aux bornes de l'entrée "volt" et de l'entrée commune.

4. Observer l'affichage : si l'indicateur de dépassement (chiffre des milliers : 0 ou 1) clignote, ôter immédiatement la tension appliquée à l'entrée. Si la lecture est trop faible, réduire la gamme choisie

jusqu'à l'obtention d'une lecture convenable.

Gamme et limite correspondantes			Surcharges
.2 V	00,0	199,9 mV	250 V
2 V	,000	1,999 V	250 V
20 V	0,00	19,99 V	1000 V
200 V	00,0	199,9 V	1000 V
1000 V	000	999 V	1000 V

3.6. MESURE D'UNE TENSION ALTERNATIVE

(valable pour le TE 360 seulement)

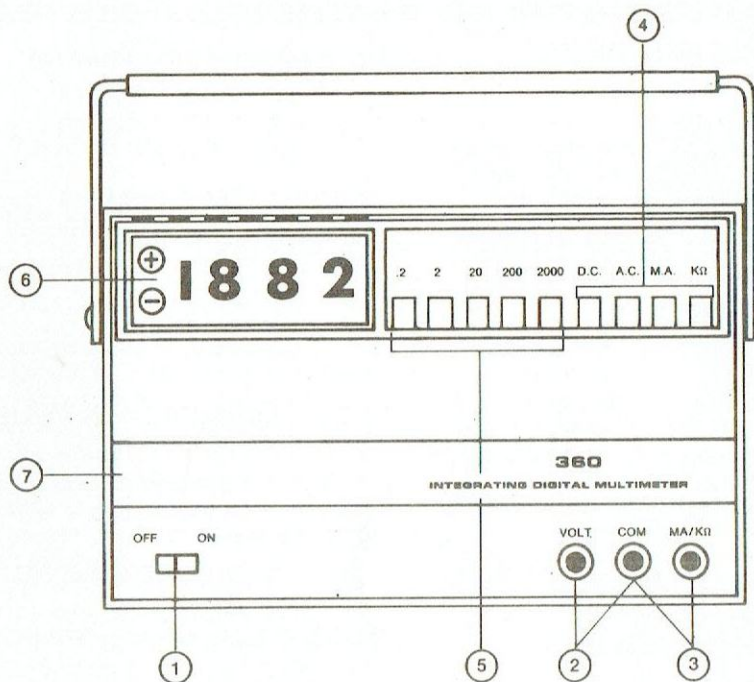
1. Choisir le mode (ou fonction) alternatif

2. Choisir la gamme 2000

3. Appliquer la tension à mesurer aux bornes de l'entrée "volt" et de l'entrée commune

4. Observer l'affichage : si l'indicateur de dépassement (chiffre des milliers : 0 ou 1) clignote, ôter rapidement la tension appliquée à l'entrée. Si la lecture est trop faible, réduire la gamme choisie jusqu'à l'obtention d'une lecture convenable.

Gamme et limite correspondantes			Surcharge
.2 V	00,0	199,9 mV	240 V, 50 Hz ou
2 V	,000	1,999 V	115 V, 400Hz
20 V	0,00	19,99 V	1000V continu
200 V	00,0	199,9 V	ou
1000 V	000	999 V	750V alt. effec.



1. Le commutateur MARCHÉ/ARRET permet la mise sous tension de l'appareil. La position MARCHÉ est à droite.
2. La borne VOLT (borne de gauche) et la borne COMMUN (borne du centre) servent aux mesures des tensions continues et alternatives.
3. La borne MA/K Ω (borne de droite) et la borne COMMUN (Borne du centre) servent aux mesures de courants et de résistances.
4. Les touches blanches permettent de choisir la fonction de mesure : CC, CA, MA, Kohms.
5. Les touches noires permettent de choisir pour chaque fonction, l'une des 5 gammes de mesure : 0,2 - 2 - 20 - 200 - 2000
6. L'affichage de la grandeur électrique mesurée comporte 3 chiffres significatifs + 1 chiffre de dépassement, l'indication de la virgule et de la polarité.
7. Couvercle escamotable permettant l'accès aux potentiomètres de réglage.

3.7. MESURE D'UNE RESISTANCE

1. Choisir la fonction ohmmètre
2. Choisir la gamme 2000
3. Brancher la résistance inconnue entre les bornes d'entrée marquées "MA/Kohms" et "COM".
4. Observer l'affichage. Si l'indicateur de dépassement (chiffre des milliers : 0 ou 1) clignote, la résistance est supérieure à 2 Mohms, si la lecture est trop faible, réduire la gamme choisie jusqu'à l'obtention d'une lecture convenable.

Gamme et limites correspondantes		Surcharges
.2 K Ω	00,0 199,9 Ω	\pm 20 V
2 K Ω	000 1,999 K Ω	\pm 20 V
20 K Ω	00 19,99 K Ω	\pm 20 V
200 K Ω	00,0 199,9 K Ω	\pm 20 V
2000 K Ω	000 1999 K Ω	\pm 20 V

3.8. MESURE D'UN COURANT CONTINU

1. Choisir la fonction ampèremètre (MA)
2. Choisir la gamme 2000
3. Appliquer le courant à mesurer entre les bornes d'entrée marquées "MA/K Ω " et "COM"
4. Observer l'affichage : si l'indicateur de dépassement (chiffre des milliers : 0 ou 1) clignote, diminuez immédiatement le courant. Si la lecture est trop faible, réduire la gamme choisie jusqu'à obtention d'une lecture convenable.

Gamme et limite correspondantes		Surcharges
.2 mA	00,0 199,9 μ A	20 mA
2 mA	,000 1,999 mA	100 mA
20 mA	0,00 19,99 mA	400 mA
(pendant 1 minute)		
200 mA	00,0 199,9 mA	2A (pendant 1')
2000 mA	000 1999 mA	5A (pendant 1')

3.9. MESURE D'UN COURANT ALTERNATIF

1. Choisir la fonction "ampèremètre" et le mode alternatif (enfoncer la touche alternatif et MA en même temps).
2. Choisir la gamme 2000
3. Appliquer le courant à mesurer entre les bornes d'entrée marquées "MA/K Ω " et "COM"
4. Observer l'affichage : si l'indicateur de dépassement (chiffre des milliers : 0 ou 1) clignote, diminuer immédiatement le courant. Si la lecture est trop faible, réduire la gamme choisie jusqu'à obtention d'une lecture convenable.

Gamme et limite correspondantes		Surcharges
.2mA	00,0 199,9 μ A	20 mA
2 mA	,000 1,999 mA	100 mA
20 mA	0,00 19,99 mA	400 mA (pend. 1')
200 mA	00,0 199,9 mA	2 A (pend. 1')
2000 mA	0,000 1999 mA	5 A (pend. 1')

CHAPITRE 4 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

4.1. INTRODUCTION

4.2. Les TE 360 et TE 361 sont des multimètres numériques à conversion analogique-numérique par intégration à double pente.

4.3. L'appareil est composé de deux parties : une partie analogique qui reçoit le signal d'entrée, l'amplifie et effectue la conversion analogique numérique. La sortie du convertisseur est reliée directement à la partie logique. Cette dernière reçoit donc l'information numérique en provenance de la partie analogique et la traite en vue d'un affichage qui permettra la lecture. Le fonctionnement du convertisseur est commandé par la partie logique.

4.4. La figure 4-1. est un schéma de principe de l'appareil. On trouvera dans ce livret un diagramme fonctionnel détaillé, sur lequel on peut distinguer les différentes parties suivantes :

- L'atténuateur de tension
- Le convertisseur alternatif-continu
- Le convertisseur analogique-numérique
- Le convertisseur résistance-tension
- Le convertisseur courant-tension (shunts)
- La partie numérique et le système d'affichage.

4.5. L'ATTENUATEUR DE TENSION

4.6. Cet atténuateur est un pont diviseur à résistances, offrant les rapports de réduction : 1, 1/100, 1/1000. Il est compensé par des capacités, ce qui permet d'avoir des rapports de division précis même en présence de tensions alternatives.

4.7. LE LIMITEUR DE SURTENSION

4.8. Il a pour but de protéger l'amplificateur, lorsqu'une tension trop forte est accidentellement appliquée. Il est réalisé à partir de 2 diodes CR1 et CR2 qui deviennent conductrices chaque fois que l'entrée est trop positive ou négative.

4.9. LE CONVERTISSEUR ALTERNATIF CONTINU (monté sur le TE 360 seulement)

4.10 C'est un circuit redresseur de précision. Les diodes (CR3, CR4) recevant la tension sont montées dans la boucle de retour d'un amplificateur opérationnel (Q1, Q2, A1) de façon à ce que la chute de tension aux bornes de la diode en conduction soit diminuée par le gain de l'amplificateur, et à ce qu'une conversion très linéaire et très précise soit obtenue. Pour les gammes .2 et 20, le gain de cet étage est 10 fois celui des gammes 2, 200 et 2000.

4.11. LE CONVERTISSEUR RESISTANCE-TENSION

4.12 Ce circuit est essentiellement une source de courant programmable, qui fait circuler un courant constant à travers la résistance inconnue. Le voltmètre numérique lit ensuite la tension aux bornes de la résistance. Ce circuit consiste d'un transistor Q26 et de 3 résistances de précision montées sur son émetteur. La tension de référence provient d'une "diode Zener" (Q21 est monté émetteur commun et basé en l'air. La jonction émetteur-base polarisée dans le sens indirect est en série avec la fonction base-collecteur polarisée dans le sens direct. La tension de référence est donc la tension d'avalanche émetteur-collecteur de Q21), qui est aussi utilisée par le voltmètre numérique. Les 3 courants constants sont :

$$\frac{6,5V}{6,5M\Omega} = 1\mu A \quad \frac{6,5V}{650M\Omega} = 10\mu A \quad \text{et} \quad \frac{6,5V}{6,5K\Omega} = 1mA$$

4.13. LE CONVERTISSEUR COURANT-TENSION

4.14. Le circuit comprend 5 résistances shunts, les différences de potentiel ainsi créées sont mesurées par le voltmètre numérique. On utilise les mêmes shunts en alternatif et en continu. La tension de sortie est 0,2 V pour un courant d'entrée correspondant à la pleine échelle de la gamme choisie. Si ce courant d'entrée est continu, le voltmètre mesure directement la tension fournie par les shunts. Par contre, il faut

une conversion alternatif-continu préalable, si le courant à mesurer est alternatif.

4.15. L'AMPLIFICATEUR D'ENTREE

4.16 Cet amplificateur d'entrée est d'un type nouveau. Il a été prévu pour donner les avantages de la stabilisation par commutation, sans avoir la complexité habituellement rencontrée dans ce type d'amplificateur.

Les figures 4-2 et 4-3 sont des schémas simplifiés de cet amplificateur.

4.17 FONCTIONNEMENT DU COM- MUTATEUR ECHANTILLONNEUR

4.18 L'état normal de l'amplificateur (au repos) entre les mesures est le suivant : l'interrupteur S.1 est fermé et l'interrupteur S.2 est ouvert. Voir figure 4-2. L'amplificateur, A5, est un amplificateur opérationnel intégré à très grand gain. Pour les besoins de notre explication, nous supposons ici que son gain est infini, et qu'il existe à son entrée une très faible tension résiduelle, de l'ordre de quelques centaines de micro-volts.

4.19 Dans les conditions de la figure 4-2, la tension à la sortie de l'amplificateur sera égale à la tension à son entrée. Cette tension est essentiellement nulle et le transistor monté à la sortie est maintenu bloqué. Le courant I est donc nul. La tension d'entrée V est appliquée au condensateur d'arrêt C18.

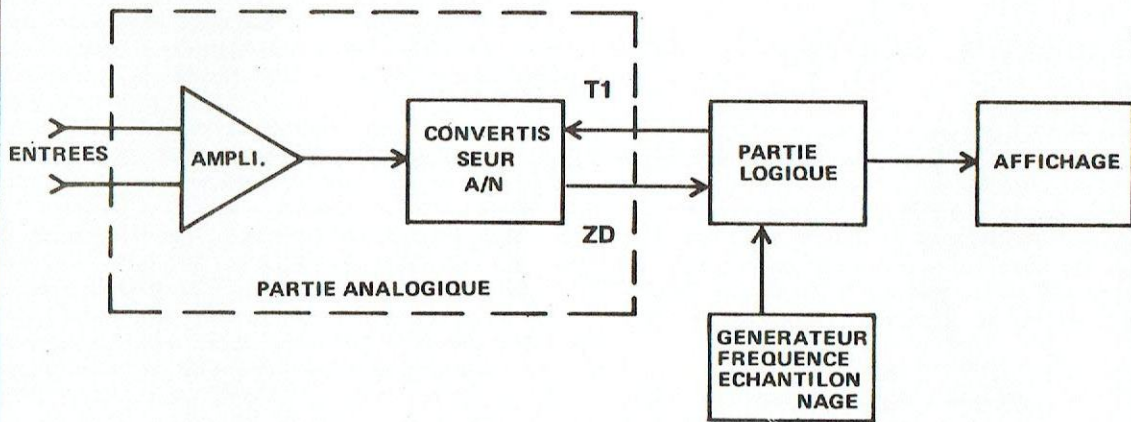


Figure 1-4 SCHEMA DE PRINCIPE

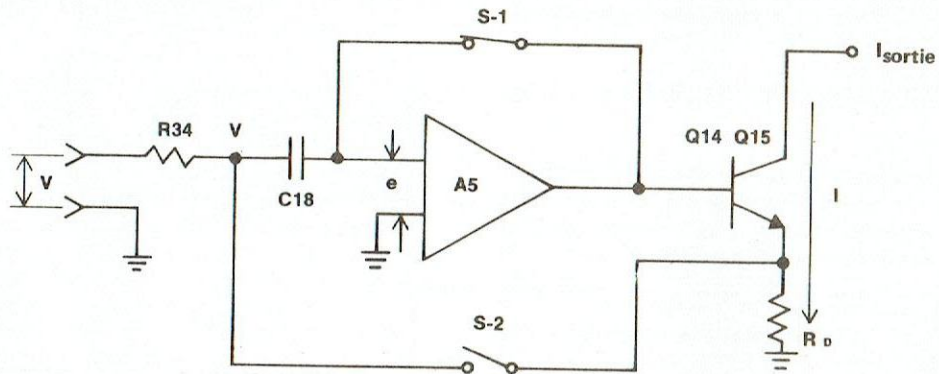


Figure 4-2 AMPLIFICATEUR D'ENTREE - COMMUTATEUR FERME

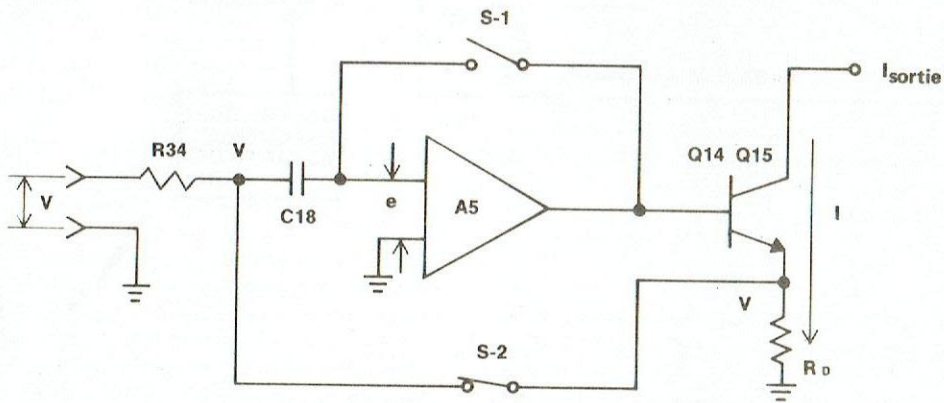


Figure 4-3 AMPLIFICATEUR D'ENTREE - COMMUTATEUR OUVERT

L'impédance d'entrée de l'amplificateur opérationnel est très faible, car elle est fortement diminuée par la présence de la boucle de retour formée par S.1. La capacité C18 se charge donc jusqu'à la tension V.

4.20 Supposons, qu'avec une tension d'entrée V constante, l'état des interrupteurs S1 et S2 soit soudain changé : on obtient l'état de la figure 4-3 où S1 est ouvert et S2 est fermé. Parce que l'émetteur du transistor est à la masse quand S2 se ferme, que Rd est une résistance beaucoup plus faible que R34, la tension devant le condensateur d'arrêt C18 commence subitement à décroître. Une impulsion négative traverse ce condensateur, est amplifiée par A5 dont la tension de sortie croît brutalement. Le transistor se débloque, le courant d'émetteur à travers Rd augmente jusqu'à ce que l'amplificateur A5 revienne à son état initial, la tension résiduelle "e" se retrouvant à son entrée. Pendant que l'amplificateur élève la tension aux bornes de Rd jusqu'à V, son impédance d'entrée est très grande, parce que S1 est maintenant ouvert. Pendant ce même temps la capacité C18 ne peut pas se charger ou se décharger à travers cette grande impédance. Quand A1 retourne à son état initial, la charge du condensateur C18 n'a pas changée et la tension à ses bornes est encore V. Supposons que l'interrupteur S2 soit un interrupteur parfait et qu'il n'y ait pas de chute de potentiel à ses bornes, alors la tension V apparaît aux bornes de Rd. Un courant que nous appellerons le courant de sortie I, proportionnel à la tension V, circule donc à travers Rd. Ce courant I est aussi le courant de collecteur du transistor de sortie, si nous supposons que le gain en courant, bêta, est extrêmement grand et que le courant de base est essentiellement nul.

4.21 Les interrupteurs conservent les positions de la figure 4-3 pendant le temps de conversion T1 (temps d'échantillonnage et d'intégration). Parce qu'on n'a plus besoin du courant I après le temps T1, les interrupteurs sont remis dans les positions de la figure 4-2. La fermeture de S1 rend nulle la tension à la sortie de l'amplificateur A5. La tension aux bornes de Rd tombe et s'annule. Et, bien sur, le courant de sortie, I, fait de même.

4.22. INVERSION DE LA POLARITE

4.23. Les mesures faites avec le TE 360 sont indépendantes de la polarité, qu'il affiche d'ailleurs sur sa face avant. Le convertisseur analogique-numérique n'accepte qu'une seule polarité. L'amplificateur d'entrée doit donc fournir au convertisseur un signal de polarité convenable, quelque soit celle du signal appliqué. Le circuit d'inversion de la polarité assure cette transformation comme le montre la figure 4-4.

4.24. Comme il a été dit plus haut, la commutation de l'amplification porte la tension V au sommet de Rd. Si cette tension est positive Q14 et Q15 conduisent. Ce couple de transistor en montage de Darlington à un très grand gain en courant, beta. Il passe donc un courant de collecteur à travers RE qui est proportionnel à la tension V (ce courant traverse aussi Rd). Pour des tensions ou courants d'entrée positifs ce courant est le signal envoyé au convertisseur analogique-numérique, parce que la base de Q14 doit être à un potentiel positif pour que ce transistor con-

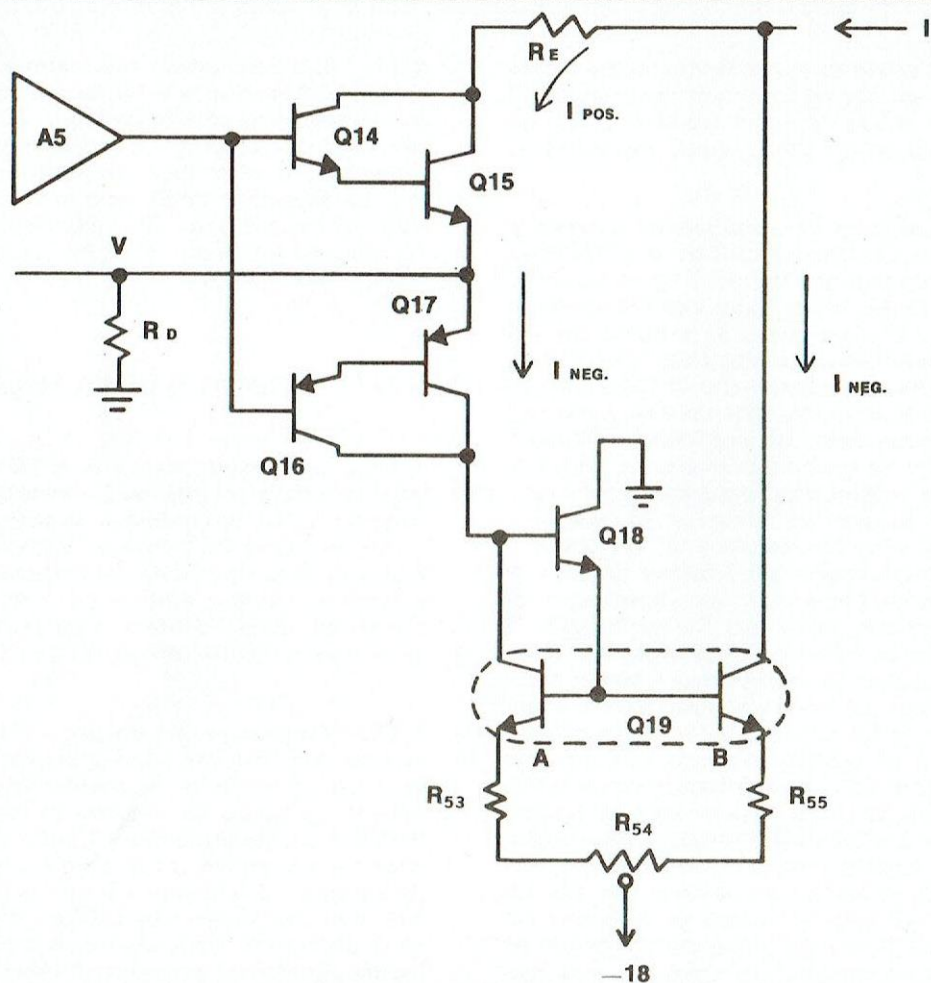


Figure 4-4 CIRCUIT D'INVERSION DE LA POLARITE

duise, Q16 et Q17 sont bloqués. Il n'y a aucun courant de base possible pour Q18 ; par conséquent Q18 et Q19 sont aussi bloqués. I positif circule et I négatif est nul lorsque le signal d'entrée est de polarité positive.

4.25. Lorsque le signal d'entrée est de polarité négative, l'amplificateur A5 crée encore une tension V au sommet de Rd après avoir rendu conducteurs Q16 et Q17. Un courant, que nous appellerons I négatif proportionnel à V, traverse les collecteurs de Q16 et Q17. Son intensité est celle qu'aurait I positif si le signal d'entrée avait été de polarité positive. Il est nécessaire de faire passer le courant I négatif à travers le convertisseur analogique numérique par le chemin I. C'est le but de l'amplificateur à contre-réaction, formé par Q18 et Q19. Cet amplificateur a un gain unitaire. Tout courant qui pénètre la base de Q18, rend Q19 conducteur. Cette conduction fait passer le courant I négatif à travers R53, R54 jusqu'à l'alimentation - 18 V. Si les "beta" de Q 18 et Q 19 sont grands, une partie négligeable du courant traverse la base de R18, et presque tout le courant I négatif traverse Q19 et les résistances pour rejoindre l'alimentation.

4.26 Q19B est là pour laisser passer un courant égal à celui qui traverse Q19A. Ces transistors sont une paire de transistors identiques montés dans un même boîtier. Leurs caractéristiques émetteur-base sont donc aussi identiques et Q 18 rend à la fois Q 19A et Q19B conducteurs. Leurs émetteurs sont alors au même potentiel. Ceci étant le cas, le potentiomètre R54 ayant permis de rendre égales les résistances d'émetteurs, les courants d'émetteurs sont égaux. I négatif traverse

Q19A, le courant traversant Q19B est égal à I négatif. Le courant d'émetteur de Q19B traverse son collecteur et devient le courant I du convertisseur analogique-numérique. C'est ainsi que ce circuit inverseur de polarité crée un courant de même intensité et de même sens aussi bien pour une tension d'entrée positive que négative.

4.27. INTEGRATION A DOUBLE PENTE

4.28 Ce procédé réalise une conversion analogique numérique par intégration d'un signal d'entrée pendant un certain laps de temps, chargeant ainsi un condensateur d'intégration, C 22, proportionnellement à l'amplitude de ce signal. Ce condensateur est ensuite déchargé à vitesse constante jusqu'à ce qu'il regagne sa charge initiale. Le temps mis pour décharger le condensateur jusqu'à son état initial est aussi proportionnel à l'amplitude de ce signal d'entrée. La figure 4-5, fait état de la forme des principaux signaux. Ici, le temps pris pour intégrer le signal est appelé T1. Le temps pris pour décharger le condensateur est appelé T2. Une horloge située dans la partie logique, autorise l'intégration du signal pendant 1000 unités de temps. Un compteur situé dans cette même partie, les compte. Lorsque ce temps est écoulé, on coupe l'arrivée du signal et un générateur de courant de référence est branché sur le condensateur d'intégration. Le courant de référence décharge le condensateur à vitesse constante. Le compteur, dans la partie logique, continue de compter jusqu'à ce que le condensateur retrouve sa charge initiale. Lorsque le compteur s'arrête, il s'est écoulé un nombre N d'unité de temps, nombre proportionnel à l'amplitude du signal d'entrée. La

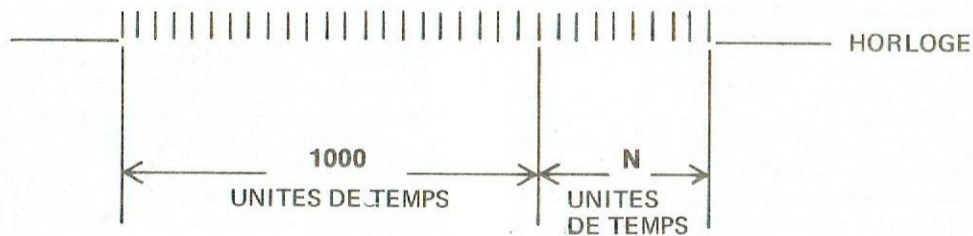
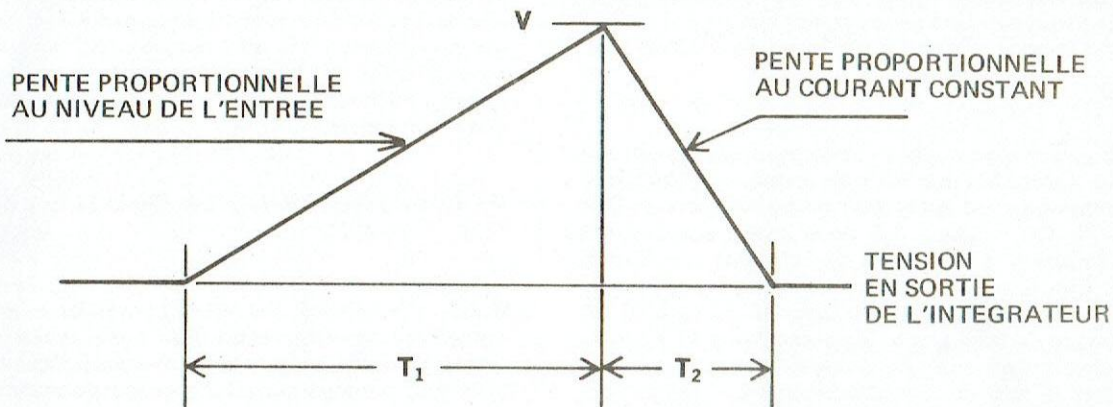


Figure 4-5 FORMES D'ONDES DE L'INTEGRATION DOUBLE PENTE

fréquence de l'horloge, le gain de l'amplificateur et l'intensité du courant de référence sont choisis d'une façon telle que le nombre N sur lequel le compteur s'est arrêté puisse être affiché directement en volts.

4.29. A précision donnée, cette méthode d'intégration permet de réaliser un appareil de qualité à un prix plus faible que par n'importe quelle autre méthode. De nombreux problèmes inhérents aux autres méthodes de conversions analogique-numérique sont éliminés par l'emploi de celle-ci. Par exemple, comme le montre la figure 4-5, le niveau de la charge en tension initiale du condensateur d'intégration n'a pas besoin d'être stable. L'intégration peut commencer à un niveau différent à chaque mesure. Un circuit est nécessaire pour détecter le retour au niveau initial. Ce circuit est un comparateur. Tous les convertisseurs analogique-numérique utilisent un comparateur, dont le type peut être très variable. Cependant, avec la méthode d'intégration à double pente, la dérive du zéro du comparateur n'est pas aussi critique qu'avec les autres méthodes. De même, le seul élément réactif passif du circuit qui ait de l'importance est le condensateur d'intégration. Mais les non-linéarités et les instabilités de ce condensateur n'importent pas, parce qu'il est chargé jusqu'à une certaine tension, puis immédiatement déchargé à partir de cette tension jusqu'à son état initial ; ce qui, par conséquent, élimine les effets d'une dérive à long terme. Cette méthode ne nécessite pas non plus d'avoir une horloge précise et sans dérive. En effet, si la fréquence de l'horloge diminue d'une façon telle que le temps T1 soit augmenté, l'intégration sera plus longue ; le temps de charge T1, puis de décharge de durée T2, seront plus longs. Le nombre N d'unités de temps écoulées resteront le même, et l'effet de cette variation de la fréquence de l'horloge sera nul.

4.30. LE CONVERTISSEUR ANALOGIQUE NUMERIQUE

4.31. (voir schéma de la figure 4-6). Le condensateur d'intégration est le condensateur C22. Il reçoit du courant en provenance de deux sources, la source de courant "signal" (I, en sortie de l'amplificateur) et la source de courant de référence. Comme il est expliqué plus haut, le courant "signal" est présent pendant le temps T1 et le courant de référence est présent pendant le temps T2. Ces courants n'agissent jamais sur le condensateur en même temps. Des protes (voir figure 4-6) commandent la commutation de ces courants. Normalement, le courant de référence s'écoule à travers sa porte dans le détecteur de zéro. Le condensateur d'intégration C22 a été chargé jusqu'à une tension que nous appellerons E1.

Ceci est l'état normal du convertisseur analogique-numérique avant qu'une mesure commence.

4.32. Le détecteur de zéro est un comparateur dont l'impédance est très grande quand la tension aux bornes de C22 est inférieure au niveau E1. Quand cette tension s'élève au dessus du niveau E1, l'impédance du détecteur de zéro devient très faible, et celui-ci détourne à travers lui le courant de référence, maintenant donc la tension au niveau E1. Les circuits du détecteur de zéro signalent la faute à la partie logique quand la tension aux bornes de C22 commence à tomber en dessous de E1. Ils envoient également une impulsion aux circuits logiques quand la tension est remontée au niveau E1. La figure 4-7. montre le synchronisme et la forme des ondes.

4.33. Les circuits logiques déterminent l'instant où une mesure doit commencer. Et à ce moment là, ils font fermer la porte du courant de référence et ouvrir celle du courant signal par le système de commande des portes. Le sens du courant signal est tel qu'il décharge C22. C'est pourquoi, la tension aux bornes de C22 décroît à vitesse constante. Ceci fait démarrer aussitôt le comptage de l'horloge, comme le montre la figure 4-1. La décharge de C22 se poursuit jusqu'au millième "coup" de l'horloge. Puis les circuits logiques font fermer la porte du courant signal et ouvrir celle du courant de référence par le système de commande des portes. Le courant de référence est toujours d'un sens tel qu'il charge C22 et rend la tension à ses bornes positive. Cette tension s'élève ensuite, à une vitesse déterminée par l'intensité du courant de référence jusqu'à ce que la tension E1 soit atteinte. A cet instant, le détecteur de zéro envoie une impulsion vers la partie logique, et le comptage s'arrête. Le nombre qui reste dans le compteur à ce moment là est l'information numérique cherchée. Le détecteur de zéro maintient la tension aux bornes de C22 au niveau E1, en absorbant le courant de référence. Le convertisseur analogique-numérique demeure dans cet état jusqu'à ce que l'ordre suivant d'exécution d'une mesure soit donné par le circuit logique et que le système de commande des portes soit encore actionné.

4.34. Le détecteur de zéro est un amplificateur différentiel réalisé à partir des transistors Q22, Q23, et Q25 comme le montre la figure 4-8. Quand le système de mesure est au repos, le courant de réf-

rence cherche à rendre positive la tension d'entrée du détecteur de zéro. Le gain de l'amplificateur étant négatif, sa sortie essaie de devenir négative. Mais CR15 conduit alors et crée une boucle de contre-réaction suffisante pour conserver la tension de la capacité d'intégration C22 au niveau du seuil de l'amplificateur de zéro.

4.35. LA BASCULE DE DETECTION DU DEPASSEMENT

4.36 A3 est une bascule bistable qui compte les retenues en provenance du compteur. A3 ne peut pas répondre à l'impulsion de retenue en provenance du compteur qui marque la fin de T1 à cause de la forme d'onde présente sur la broche 9. Sur la ligne partant de la broche 10, qui porte l'information utile, la tension devient positive ; si une deuxième impulsion de retenue survient, A3 est mise à zéro. La broche 10 descend au potentiel masse, et l'indicateur de dépassement s'allume.

4.37 LE CIRCUIT CLIGNOTANT DE L'INDICATEUR DE DEPASSEMENT

4.38 Quand l'affichage dépasse 1999, il est nécessaire que le chiffre le plus significatif clignote d'une façon notable et indique qu'un débordement a eu lieu. Les éclats lumineux sont créés par la bascule A3, et le circuit formé de C9, R20 et CR5. S'il y a dépassement, l'impulsion positive présente sur la broche 10, (voir formes d'ondes sur la figure 4-9) est prolongée et maintient l'indicateur allumé pendant 40 ms environ, puis l'indicateur s'éteint. Ceci est répété au

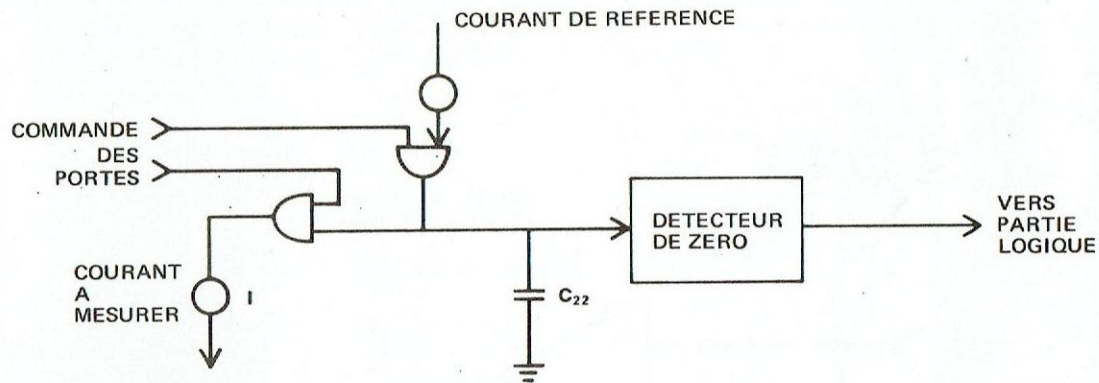


Figure 4-6 SCHEMA DE PRINCIPE DU CONVERTISSEUR A/N

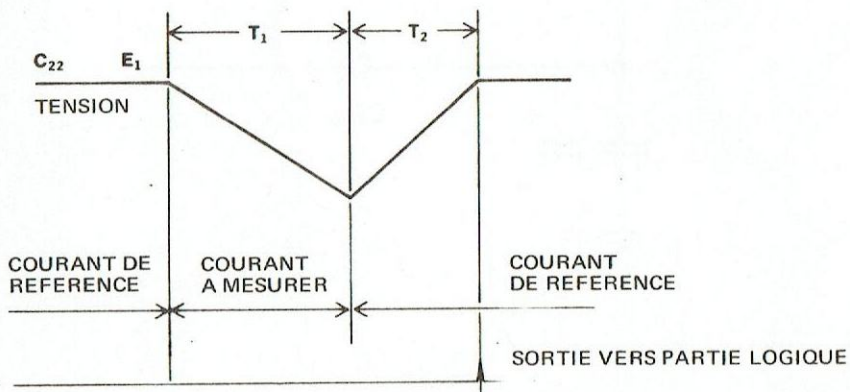


Figure 4-7 FORMES D'ONDE ET SYNCHRONISME DU CONVERTISSEUR A/N

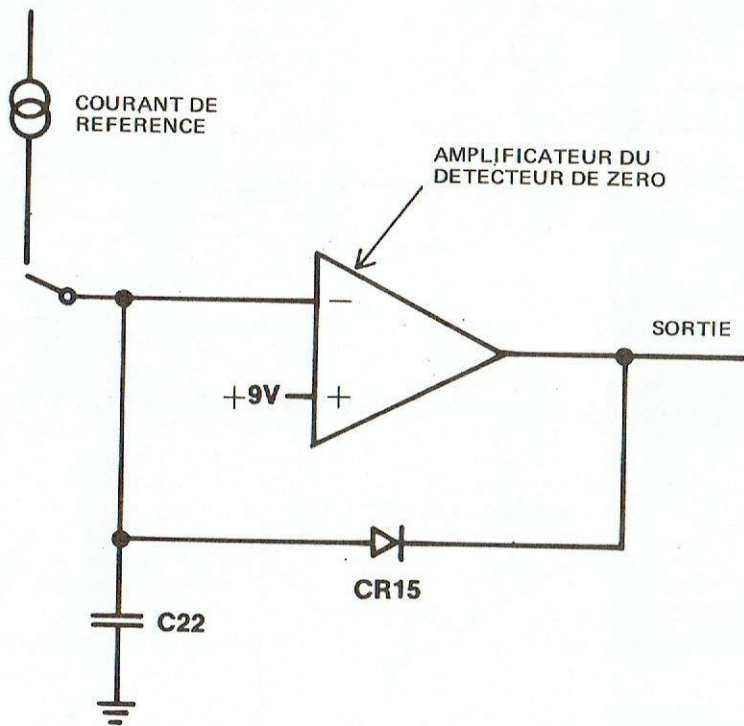


Figure 4-8 SCHEMA DE PRINCIPE DU DETECTEUR DE ZERO

cours du prochain cycle d'affichage, approximativement 200 ms plus tard, ce qui fait clignoter l'indicateur.

4.39 LE GENERATEUR DE LA FREQUENCE D'ECHANTILLONNAGE

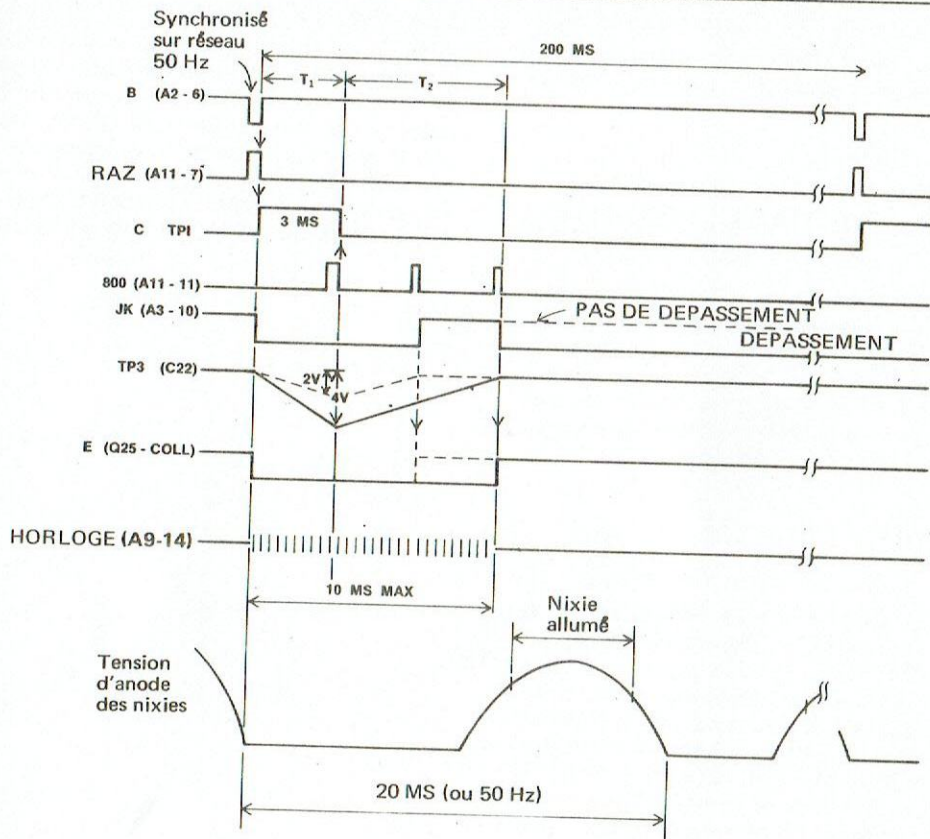
4.40 Ce circuit se trouve sur la carte d'alimentation il est constitué des transistors Q33 et Q34, monté en un circuit qui ressemble à un thyristor. Il est déclenché par l'annulation périodique du courant secteur à travers Q32 et Q30. Il est redéclenché approximativement toutes les 200 ms, c'est-à-dire toutes les 10 périodes du secteur (50 Hz)

4.41. LA PARTIE LOGIQUE

4.42 La partie logique comprend trois compteurs décimaux, qui comptent les impulsions émises par une horloge à 300 KHz. Les compteurs sont commandés par une bascule A4. Cette bascule est mise sur 1 par la bascule A2, et remise à 0 par le détecteur de zéro. La bascule A2 est mise à 1 par une impulsion de démarrage en provenance du générateur de la fréquence de l'échantillonnage et remise à 0 par un débordement du compteur. Le décodeur décode l'information codée en binaire, et sélectionne les dix cathodes de chacun des nixies.

4.43 FORMES D'ONDES

4.44 La figure 4-9. expose le cas d'une tension d'entrée de 2 volts ; correspondant à la pleine échelle de la gamme de mesure : 2V. En pointillé a été représenté le cas d'une tension de 1 volt, mesurée sur la même gamme. La conversion analogique numérique est faite pendant le temps où les nixies sont éteints ou quand leur tension d'anode est nulle pendant la moitié de chaque période de leur alimentation.



CONDITIONS : FONCTION : CC
 GAMME : 2
 TENSION D'ENTREE : - 2,0 VCC
 1,0 VCC

Figure 4-9 FORMES D'ONDES

CHAPITRE 5 MAINTENANCE

5.1. ETALONNAGE

5.2. Les opérations suivantes permettent d'étalonner le TE 360 et le TE 361. Pour ce dernier on ne tiendra pas compte des opérations 8, 9 et 10. Quand toutes les opérations auront été effectuées, l'appareil sera dans les spécifications citées, quelles que soient la fonction et la gamme choisies.

5.3. Mettre l'interrupteur général sur Marche et laisser chauffer l'appareil pendant 15 minutes.

5.4. Désagraffer le couvercle qui se trouve sur la face avant de l'appareil (plaque d'aluminium horizontale portant la marque et le nom de l'appareil). Régler avec un tournevis fin les potentiomètres comme il est indiqué dans le tableau 5-1.

5.5. EMBLACEMENT DES ELEMENTS CONSTITUTIFS

5.6. Le dessin des cartes et l'emplacement des éléments sont fournis par les figures 5-1 et 5-2. Une liste des éléments, et de leurs numéros d'ordre constitue le tableau 5-3.

TABLEAU 5.1.

ETALONNAGE

REGLAGE DES POTENTIOMETRES

Opérations Successives	Fonctions à sélectionner	Gamme à sélectionner	Entrée nécessaire	Règlages à effectuer
1.	CC	.2	court-circuiter COM-VOLT	Ajuster le potentiomètre de zéro (R32) jusqu'à l'affichage de 00.0 (polarité mouvante)
2.	CC	.2	+ 0.1900 V	Ajuster le potentiomètre PE (R57) jusqu'à l'affichage de : + 190.0
3.	CC	.2	- 0.1900 V	Ajuster le potentiomètre négatif PE (R54) jusqu'à l'affichage de : - 190,0
4.	CC	2	+ 1.900 V	Ajuster le potentiomètre 2 P.E. (R99) jusqu'à l'affichage de : + 1.900
5.	K Ω	.2	190.0 Ω entre "COM" et "K Ω "	Ajuster le potentiomètre .2 K Ω (R70) jusqu'à l'affichage de 190.0
6.	K Ω	20	19.00 K Ω	Ajuster le potentiomètre 20 K Ω (R71) jusqu'à l'affichage de : 19.00
7.	K Ω	2000	1900 K Ω	Ajuster le potentiomètre 2 M Ω (R72) jusqu'à l'affichage 1900
8.	CA	2	1.900 V eff. 100 Hz altern. entre "COM" et "volt"	Ajuster le potentiomètre 2 VCA (R12) jusqu'à l'affichage : 1.900
9.	CA	12	0.1900 V eff. 100 Hz altern.	Ajuster le potentiomètre 0,2 VCA (R94) jusqu'à l'affichage : 190,0
10.	CA	20	19.00 V eff. 2KHz altern.	Ajuster le condensateur variable 20 VCA (C25) jusqu'à l'affichage de : 19.00

TABLEAU 5-2

PANNES COMMUNES ET CAUSES POSSIBLES.

SYMPTOMES	CAUSES POSSIBLES
L'affichage est constamment nul, quelle que soit la fonction choisie.	: Q4, 5, 9, 10, 11, 12, 24, 33, 34, A2, A4, CR11, et CR12
Les indicateurs lumineux sont allumés en permanence	: Q4, 5, 10, 20, 22, 25, 35, 36, A2, A4, CR15
Il y a débordement quelle que soit la fonction choisie	: A5
Il y a débordement en fonctionnement ampèremètres et ohmmètres	: F1
L'affichage d'une entrée négative ne dépasse pas 500 mV sur la gamme 2 V	: Q37
L'affichage est 1000 pour une entrée nulle ou il y a débordement pour une entrée égale à la moitié de la pleine échelle	: A3
L'appareil ne fonctionne que pour des entrées positives	: Q16, 17, 18, 19
L'appareil ne fonctionne que pour des entrées négatives	: Q14, 15
L'affichage est différent de zéro pour des entrées nulles quelle que soit la fonction	: Q16, 17, 18, CR6, 7, Q8, 22, 24 circuit imprimé sale.
La linéarité < 10 % P.E.	: A5, C22
L'appareil dérive sur la gamme 2 M Ω	: Q26, R75, circuit imprimé sale ou entrée ohms.
La pleine échelle ne peut pas être atteinte lors de l'étalonnage	: Q21, CR23, R58, R97, R98
L'indicateur ou polarité positive reste allumé	: Q13
Il y a débordement ou affichage variable pour les gammes 2 à 2000 mA	: A7 (résistances shunt)
L'appareil ne fonctionne que pour des entrées alternat.	: C24, Q1, 2, A1

TABLE 5-3 NOMENCLATURE

REFERENCES	DESCRIPTION	Quantité
16 601	Boîtier, partie avant	1
16 602	Boîtier, partie arrière	1
16 650	Carte alimentation	1
16 741	Carte principale	1
16 618	Polaroid	1
16 619	Cadre du polaroid	1
16 620	Plaquette d'identification	1
16 746	Poignée	1
16 718	Garniture de la poignée	1
16 870	Vis de fixation de la poignée	1
16 827	Transformateur T1	2
16 946	Indicateur de dépassement DS 1	1
8AG - 1/4A	Fusible alimentation F2 (petit fusible)	1
#275 003	Fusible entrée F1	1
ZM 1000	Tubes d'affichage V1, V2, V3	3
16 945	Bloc sélecteur de fonctionn & gamme	1
16 587-5	Tube néon (+), DS2	1
16 587-6	Tube néon (-), DS1	1
1509-102	Bornes d'entrée (rouge) , J1, J3	2
1509-103	Bornes d'entrée (noir) J2	1
16 909	Accessoires pour montage en rack (option)	
# 699	Cordons de mesure	
# 17 186	Cordon d'alimentation	1
#518	Commutateur alimentation	1
	Alimentation autonome (Modèle 360 B)	

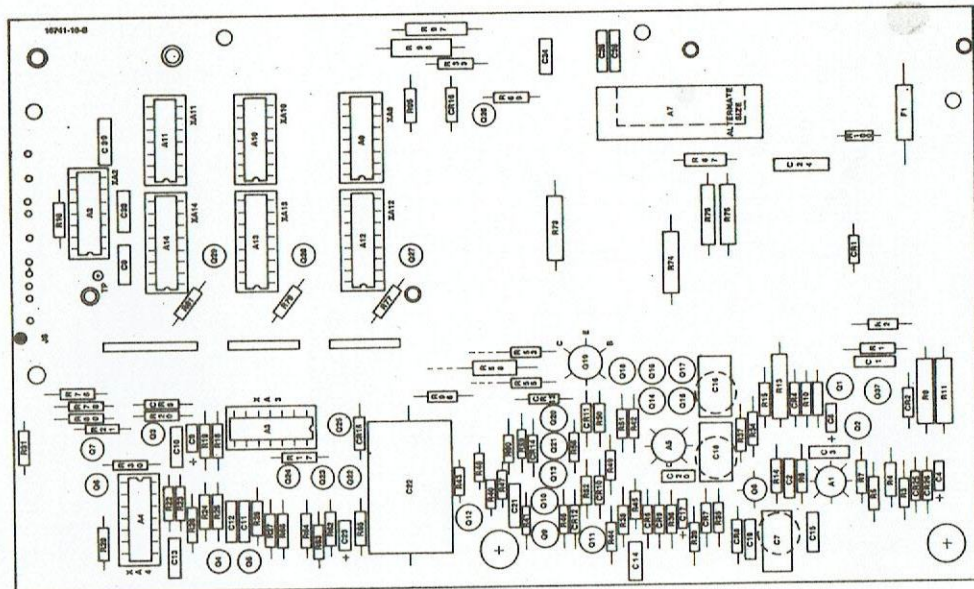


Figure 5-1 CARTE PRINCIPALE (N. 16 741)
(Face A de la carte principale 16.741)

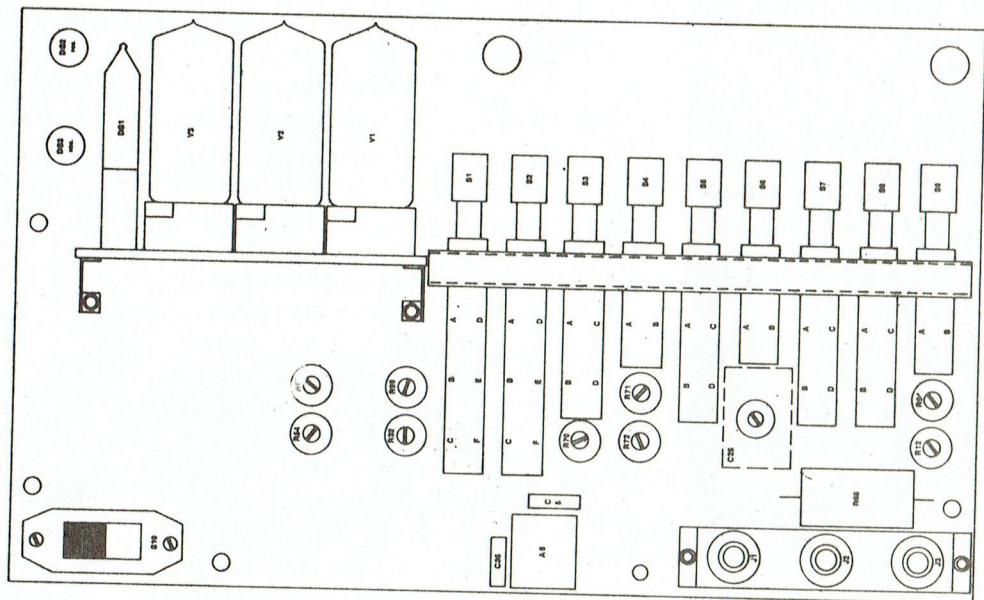


Figure 5-1 FACE AVANT (Boîtier enlevé)
 (Face B de la carte principale 16.741)

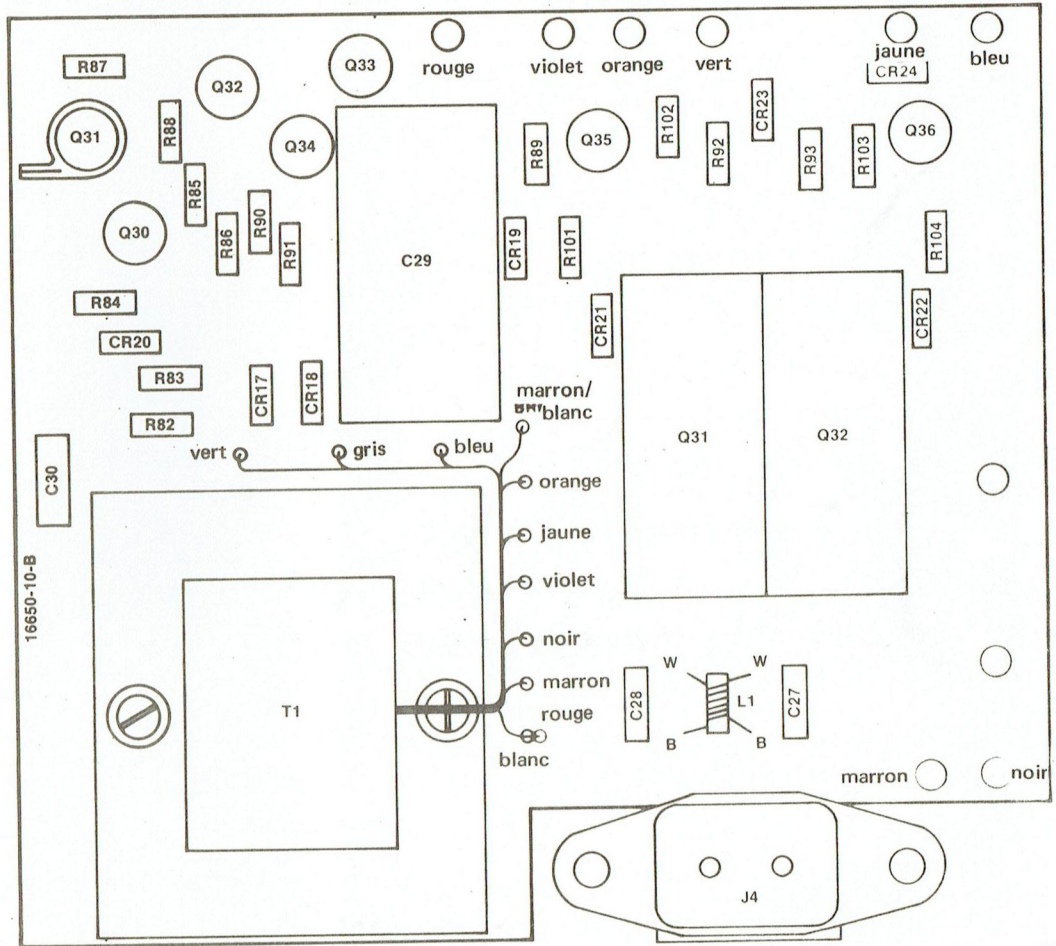


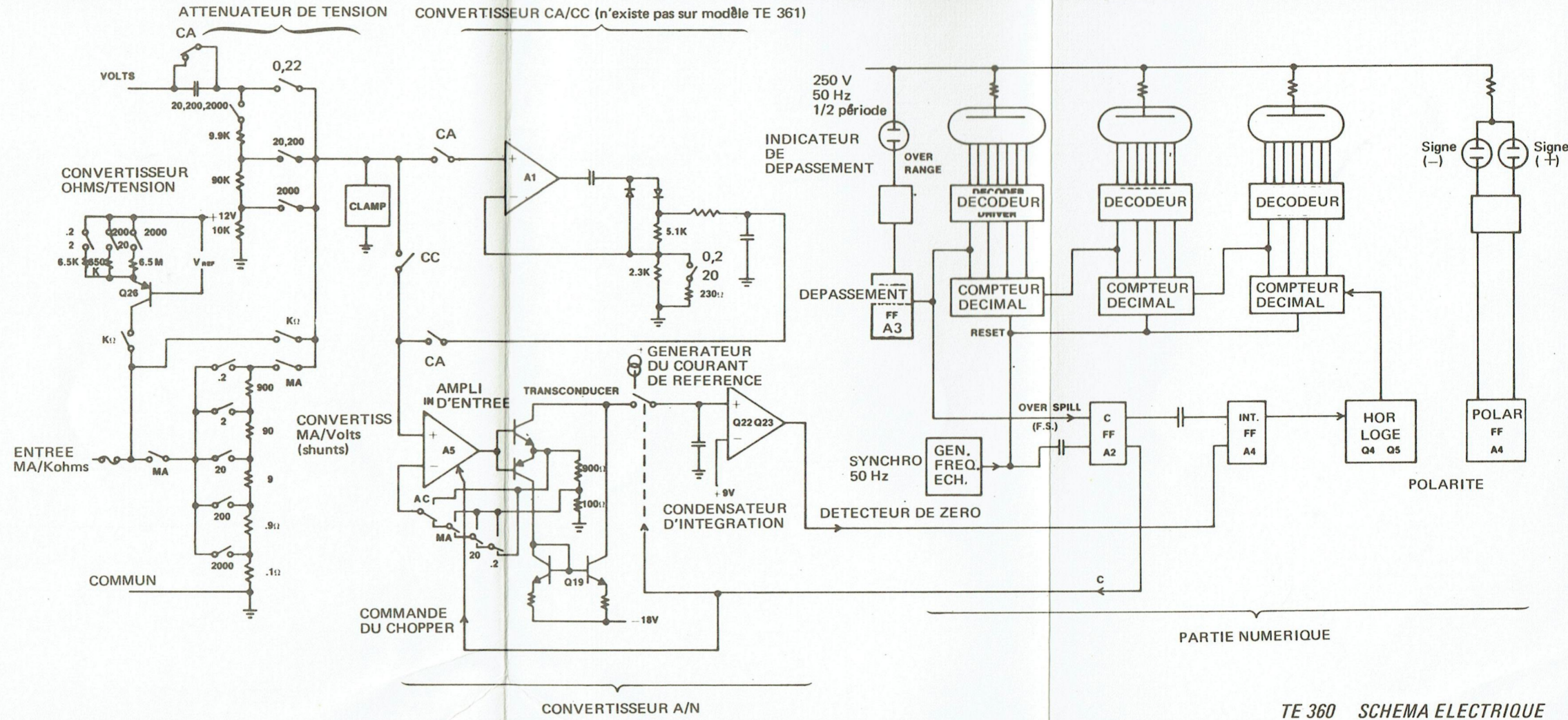
Figure 5-2 CARTE ALIMENTATION (N. 16.650)

SCHEMAS

TE 360 - Diagramme de fonctionnement

TE 360 - Schéma électrique

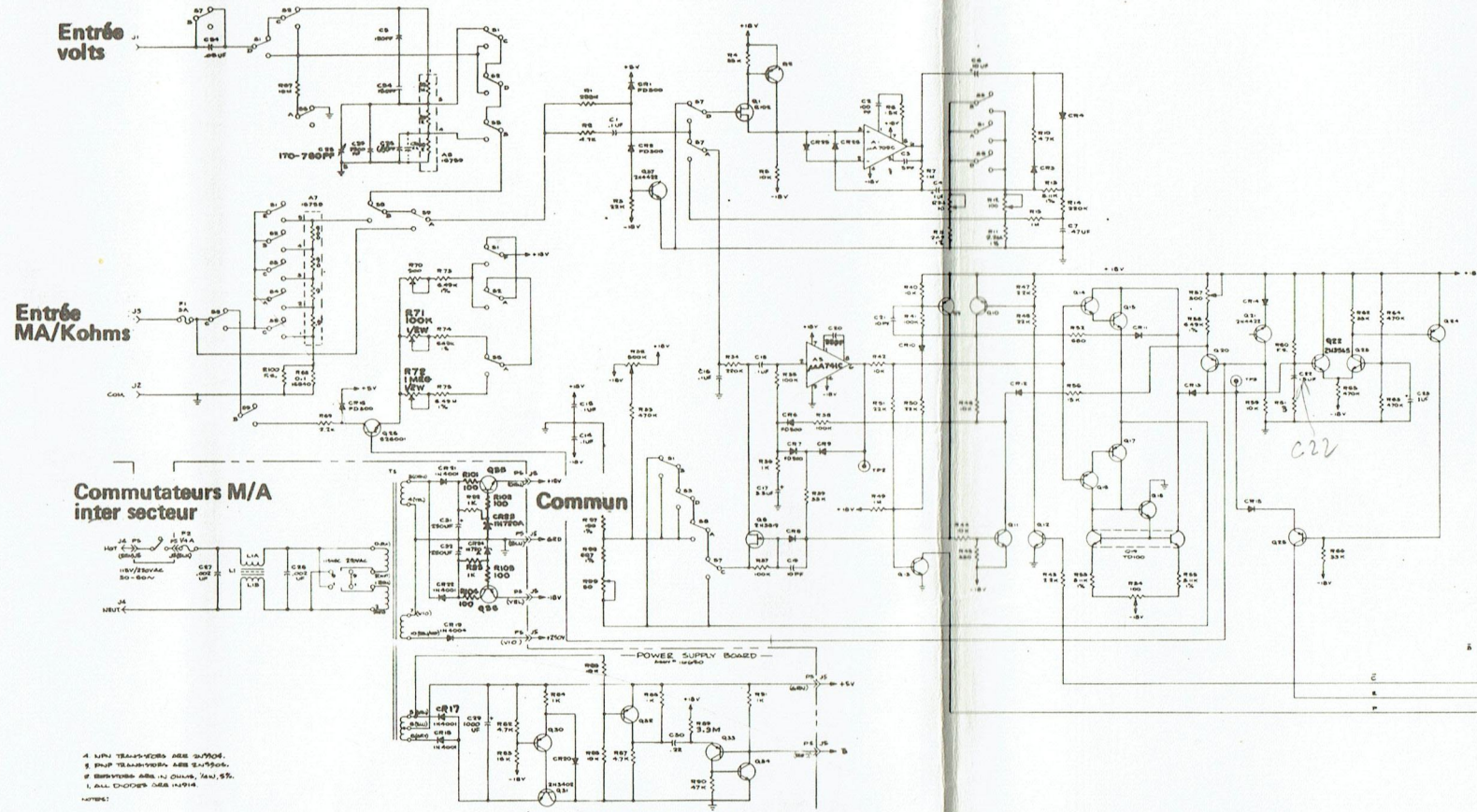
TE 361 - Schéma électrique



TE 360 SCHEMA ELECTRIQUE

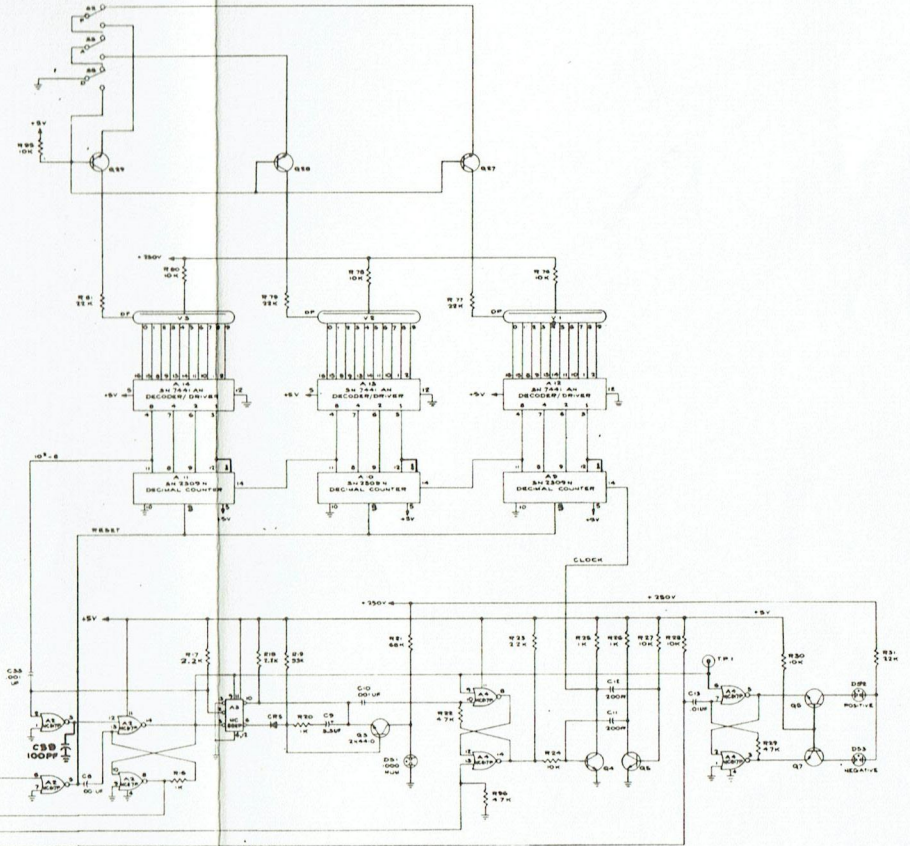
REVISION CHANGY	
01	02 03 04 05 06 07 08 09 10
02	11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
03	21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
04	31 32 33 34 35 36 37 38 39 40
05	41 42 43 44 45 46 47 48 49 50
06	51 52 53 54 55 56 57 58 59 60
07	61 62 63 64 65 66 67 68 69 70
08	71 72 73 74 75 76 77 78 79 80
09	81 82 83 84 85 86 87 88 89 90
10	91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

CARTE PRINCIPALE (N. 16 741)



CARTE ALIMENTATION (N. 16 650)

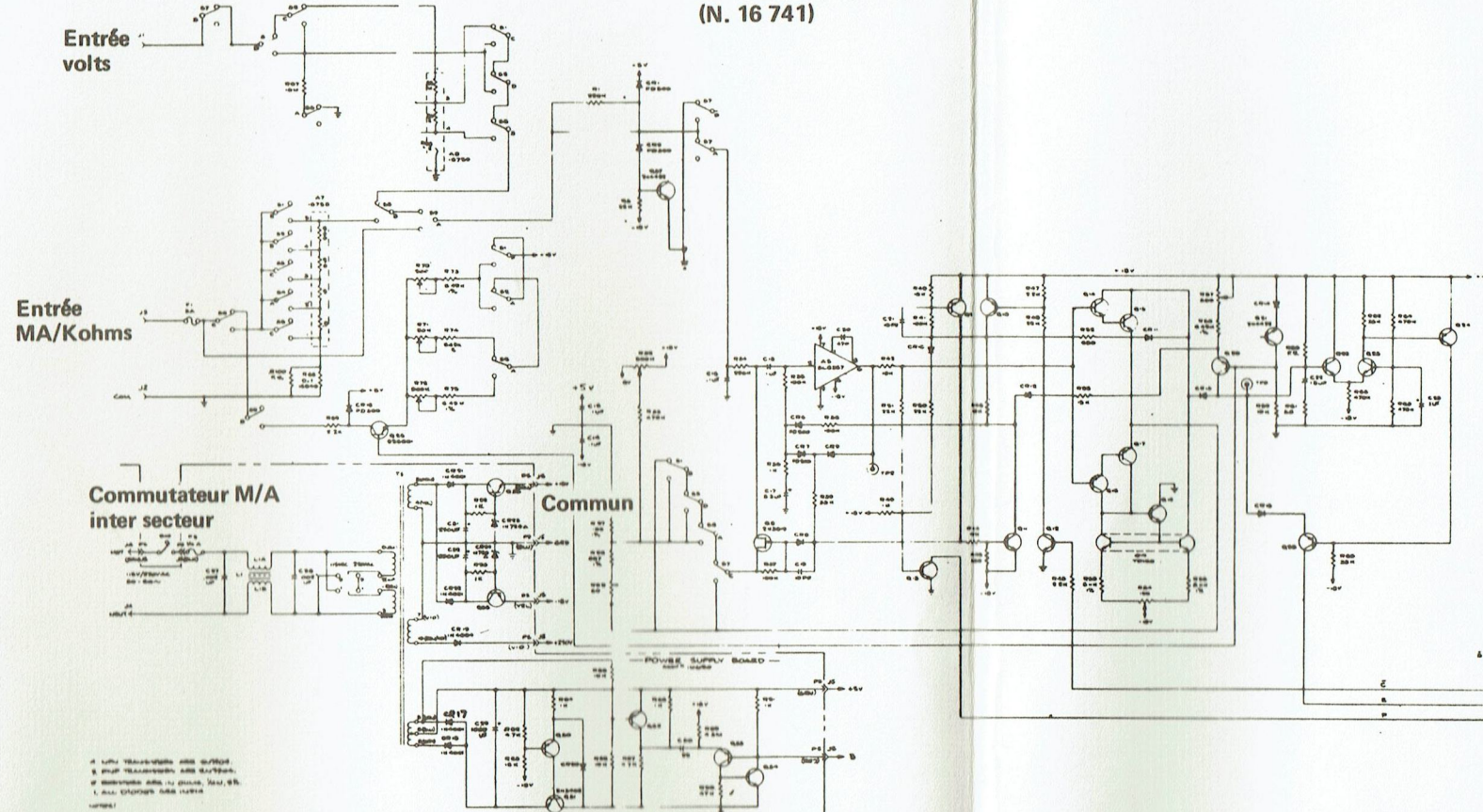
- 1. LUTS TRANSISTORS ARE 2N709.
- 2. PNP TRANSISTORS ARE 2N709.
- 3. RESISTORS ARE IN OHMS, UNLESS STATED OTHERWISE.
- 4. ALL CAPACITORS ARE IN P.F.



SCHEMA ELECTRIQUE TE.360

CHASSY	
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24
25	26
27	28
29	30
31	32
33	34
35	36
37	38
39	40
41	42
43	44
45	46
47	48
49	50
51	52
53	54
55	56
57	58
59	60
61	62
63	64
65	66
67	68
69	70
71	72
73	74
75	76
77	78
79	80
81	82
83	84
85	86
87	88
89	90
91	92
93	94
95	96
97	98
99	100

CARTE PRINCIPALE
(N. 16 741)



CARTE ALIMENTATION
(N. 16 650)

1. L'unité de mesure est en Ohms
2. L'unité de mesure est en Ohms
3. L'unité de mesure est en Ohms
4. L'unité de mesure est en Ohms
5. L'unité de mesure est en Ohms
6. L'unité de mesure est en Ohms
7. L'unité de mesure est en Ohms
8. L'unité de mesure est en Ohms
9. L'unité de mesure est en Ohms
10. L'unité de mesure est en Ohms
11. L'unité de mesure est en Ohms
12. L'unité de mesure est en Ohms
13. L'unité de mesure est en Ohms
14. L'unité de mesure est en Ohms
15. L'unité de mesure est en Ohms
16. L'unité de mesure est en Ohms
17. L'unité de mesure est en Ohms
18. L'unité de mesure est en Ohms
19. L'unité de mesure est en Ohms
20. L'unité de mesure est en Ohms
21. L'unité de mesure est en Ohms
22. L'unité de mesure est en Ohms
23. L'unité de mesure est en Ohms
24. L'unité de mesure est en Ohms
25. L'unité de mesure est en Ohms
26. L'unité de mesure est en Ohms
27. L'unité de mesure est en Ohms
28. L'unité de mesure est en Ohms
29. L'unité de mesure est en Ohms
30. L'unité de mesure est en Ohms
31. L'unité de mesure est en Ohms
32. L'unité de mesure est en Ohms
33. L'unité de mesure est en Ohms
34. L'unité de mesure est en Ohms
35. L'unité de mesure est en Ohms
36. L'unité de mesure est en Ohms
37. L'unité de mesure est en Ohms
38. L'unité de mesure est en Ohms
39. L'unité de mesure est en Ohms
40. L'unité de mesure est en Ohms
41. L'unité de mesure est en Ohms
42. L'unité de mesure est en Ohms
43. L'unité de mesure est en Ohms
44. L'unité de mesure est en Ohms
45. L'unité de mesure est en Ohms
46. L'unité de mesure est en Ohms
47. L'unité de mesure est en Ohms
48. L'unité de mesure est en Ohms
49. L'unité de mesure est en Ohms
50. L'unité de mesure est en Ohms
51. L'unité de mesure est en Ohms
52. L'unité de mesure est en Ohms
53. L'unité de mesure est en Ohms
54. L'unité de mesure est en Ohms
55. L'unité de mesure est en Ohms
56. L'unité de mesure est en Ohms
57. L'unité de mesure est en Ohms
58. L'unité de mesure est en Ohms
59. L'unité de mesure est en Ohms
60. L'unité de mesure est en Ohms
61. L'unité de mesure est en Ohms
62. L'unité de mesure est en Ohms
63. L'unité de mesure est en Ohms
64. L'unité de mesure est en Ohms
65. L'unité de mesure est en Ohms
66. L'unité de mesure est en Ohms
67. L'unité de mesure est en Ohms
68. L'unité de mesure est en Ohms
69. L'unité de mesure est en Ohms
70. L'unité de mesure est en Ohms
71. L'unité de mesure est en Ohms
72. L'unité de mesure est en Ohms
73. L'unité de mesure est en Ohms
74. L'unité de mesure est en Ohms
75. L'unité de mesure est en Ohms
76. L'unité de mesure est en Ohms
77. L'unité de mesure est en Ohms
78. L'unité de mesure est en Ohms
79. L'unité de mesure est en Ohms
80. L'unité de mesure est en Ohms
81. L'unité de mesure est en Ohms
82. L'unité de mesure est en Ohms
83. L'unité de mesure est en Ohms
84. L'unité de mesure est en Ohms
85. L'unité de mesure est en Ohms
86. L'unité de mesure est en Ohms
87. L'unité de mesure est en Ohms
88. L'unité de mesure est en Ohms
89. L'unité de mesure est en Ohms
90. L'unité de mesure est en Ohms
91. L'unité de mesure est en Ohms
92. L'unité de mesure est en Ohms
93. L'unité de mesure est en Ohms
94. L'unité de mesure est en Ohms
95. L'unité de mesure est en Ohms
96. L'unité de mesure est en Ohms
97. L'unité de mesure est en Ohms
98. L'unité de mesure est en Ohms
99. L'unité de mesure est en Ohms
100. L'unité de mesure est en Ohms

