

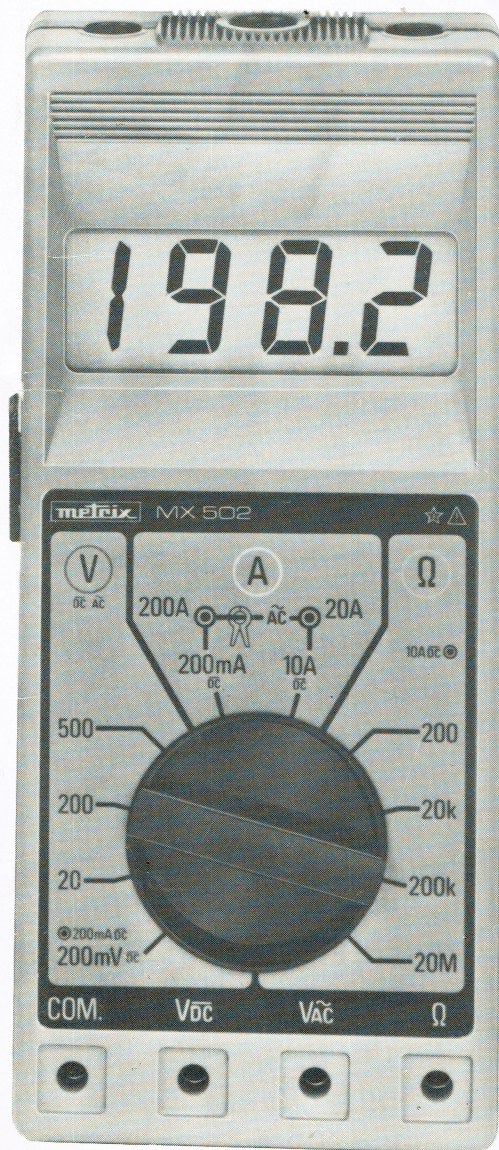
6698

MX 502

metrix

ITT Composants et Instruments

Division Instruments Metrix
Chemin de la Croix-Rouge - B.P. 30
F 74010 Annecy Cedex
Tél. : (50) 52.81.02 - Télex : 385 131
Siret : 642 044 374 00055
C.C.P. Lyon 71335



SOMMAIRE

Généralités	2
Caractéristiques techniques	2
Accessoires livrés avec l'instrument	4
Accessoires livrés sur demande	4
Mise en place de la pile	5
Mise en route de l'appareil	5
Vérification des fusibles	5
Remplacement des fusibles	5
Mesure de tensions continues	6
Mesure de tensions alternatives	7
Mesure de tensions jusqu'à 3 000 V continu ou alternatif	8
Mesure de haute tension 30 000 V continu	9
Mesure de tensions avec sonde de filtrage TV	10
Mesure d'intensités continues	11
Mesure d'intensités supérieures à 10 A en continu avec shunt extérieur	12
Mesure d'intensités alternatives avec pince ampèremétrique HA 1153	13
Mesure d'intensités alternatives avec adaptateur HA 1183	14
Mesure de résistances	15
Mesure de températures	16
Principe de fonctionnement	17
Maintenance	20
Réglage	20
Liste de pièces électriques	61

SUMMARY	21
---------	----

INHALTSVERZEICHNIS	41
--------------------	----

GÉNÉRALITÉS

C'est un multimètre autonome à affichage numérique conçu pour les mesures courantes en électricité et en électronique : tensions, intensités, résistances.

L'alimentation est assurée par une pile de 9 V type 6F22 et l'autonomie est d'environ 200 heures.

- L'affichage de la valeur mesurée est réalisé par des chiffres 7 segments à cristaux liquides (hauteur des chiffres 18 mm) permettant de lire de 000 à 1999.

- La virgule est positionnée en fonction du calibre affiché.

- Le dépassement (calibre sélectionné inférieur à la valeur mesurée) est signalé par l'extinction de tous les chiffres à l'exclusion du 1 à gauche de la fenêtre de lecture.

- Le signe "—" devant le chiffre indique que le potentiel sur la douille VDC - 200 mA DC ou 10 A DC est négatif par rapport à la douille COM ; dans le cas contraire, le signe — est éteint.

- Le signe "←" au-dessus du "—" informe l'utilisateur que la pile est à changer (dès l'apparition de ce signe, il reste environ 50 heures d'autonomie).

- Un fusible à haut pouvoir de coupure en série dans le COM assure la protection de l'utilisateur et de l'instrument contre les dangers du courant électrique en cas de court-circuit. Les calibres sont également protégés par des éléments surdimensionnés et un fusible sur le calibre 200 mA.

- La forme rectangulaire allongée assure une bonne prise en main.

- De nombreux accessoires étendent les possibilités de l'appareil.

Caractéristiques techniques

TENSIONS CONTINUES : ± 100 μV à ± 500 V

Calibres	Précision		Surcharge admissible
	L = Lecture	Cal. = Calibre	
200 mV	± 0,3 % L	± 0,1 % Cal.	500 V
20 V	± 0,75 % L	± 0,1 % Cal.	750 V ou
200 V	± 0,75 % L	± 0,1 % Cal.	1000 V
500 V	± 1 % L	± 0,1 % Cal.	pendant 1 mn

Résolution max. : 100 μV

Résistance d'entrée : 2 MΩ

Coefficient de température : ± 0.05 %/°C

TENSIONS ALTERNATIVES : 1 V à 500 V

Calibres	Précision		Surcharge admissible
	L = Lecture	Cal. = Calibre	
20 V	± 1.5 % L	± 0.5 V (40 Hz à 3 kHz)	750 V ~
200 V	± 1.5 % L	± 0.25 % Cal. (40 Hz à 10 kHz)	ou
500 V	± 1.5 % L	± 0.25 % Cal.	1000 V crête

Résolution max. : 10 mV

Résistance d'entrée : 1 MΩ

Coefficient de température : ± 0.05 %/°C

Bande passante à ± 0.5 dB

30 Hz à 5 kHz sur calibre 20 V

30 Hz à 20 kHz sur calibres 200 et 500 V

OHMMETRE : 0.1 Ω à 20 MΩ

Calibres	Précision		V et I max. de mesure	Surcharge admissible
	L = Lecture	Cal. = Calibre		
200 Ω	± 0.5 % L	± 0.2 % Cal.	0.3 V 1 mA	220 V ~ ou
20 kΩ	± 0.5 % L	± 0.2 % Cal.	0.3 V 20 μA	380 V ~
200 kΩ	± 0.5 % L	± 0.2 % Cal.	0.3 V 10 μA	pendant
20 MΩ	± 5 % L	± 0.2 % Cal.	0.3 V 0.3 μA	30 s

Résolution max. : 0.1 Ω

Coefficient de température : ± 0.05 %/°C

(sauf calibre 20 MΩ ± 0.2 %/°C)

INTENSITÉS CONTINUES : ± 100 μA à ± 15 A

Calibres	Précision	Protection
200 mA	± 1.5 % L ± 0.2 % Cal.	Fusible 1 A 250 V
10 A	" "	" 16 A 380 V

Résolution max. : 100 μA

Chute de tension : < 0.3 V/200 mA, < 0.5 V/10 A

Coefficient de température : ± 0.1 %/°C

INTENSITÉS ALTERNATIVES :

avec pince HA 1153 de 500 mA à 200 A

Calibres : 20 A et 200 A

Résolution max. : 10 mA

Précision : ± 3 % de la lecture

INTENSITÉS ALTERNATIVES :

avec adaptateur HA 1183

Calibres : 2 - 20 - 200 mA - 2 A - 10 A

Résolution max. : 1 μA

Précision : ± 3 % de la lecture

GÉNÉRALITÉS

Affichage : 2000 points de mesure (3 1/2 digits)

7 segments à cristaux liquides

Hauteur des chiffres 18 mm

Polarité automatique - "affichée"

par rapport au COM

Virgule positionnée en fonction du calibre affiché

Dépassement signalé par le 1 allumé

(à gauche de la fenêtre de lecture),

les autres digits étant éteints

Éclairement d'une flèche ← signalant un

temps de fonctionnement restant de

50 heures env.

MESURE DE TENSIONS CONTINUES

- Brancher les cordons noir et rouge entre COM et VDC.
- Mettre le sélecteur de fonctions/calibres sur l'une des positions 200 mV à 500 V.

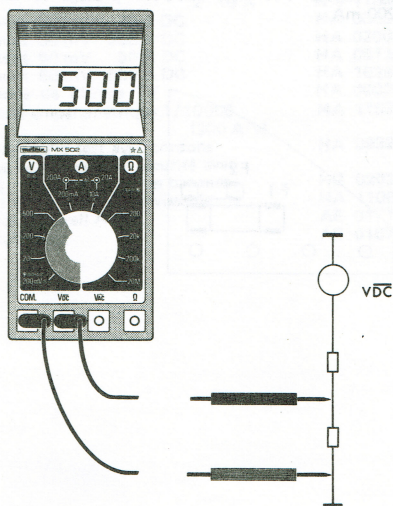
Nota : Pour les valeurs inconnues de tensions, il est préférable de commencer par le calibre le plus élevé et de décroître progressivement pour avoir une meilleure précision (maximum de chiffres après la virgule).

- Prendre la mesure et lire le résultat.

Calibre	Lecture	Surcharge max. admissible
200 mV	00.0 à ± 199.9 mV	500 V
20 V	0.00 à ± 19.99 V	750 V
200 V	00.0 à ± 199.9 V	ou
500 V	000 à ± 500 V	1000 V pendant 1 minute

Nota : a) Pour les tensions supérieures au calibre affiché, le dépassement est signalé par l'affichage du 1 à gauche de la fenêtre de lecture et l'extinction de tous les autres chiffres (sauf sur le calibre 500 V)

b) L'affichage du signe — indique que la tension sur la borne VDC est négative par rapport à celle apparaissant sur COM ; dans le cas contraire, le signe — est éteint.



MESURE DE TENSIONS ALTERNATIVES

- Brancher les cordons noir et rouge entre COM et V AC.
- Mettre le sélecteur de fonctions/calibres sur l'une des positions 20 V à 500 V.

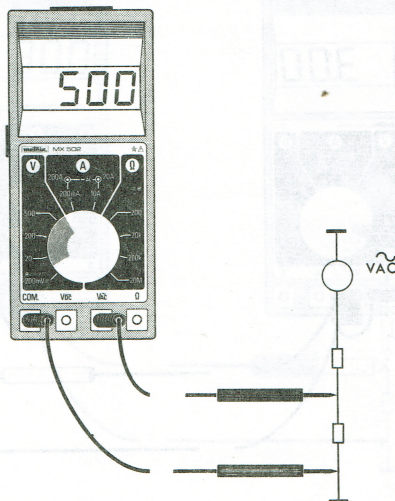
Nota : Pour les valeurs inconnues de tensions, il est préférable de commencer par le calibre le plus élevé et de décroître progressivement pour avoir une meilleure précision (maximum de chiffres après la virgule).

- Prendre la mesure et lire le résultat.

Calibre	Lecture	Surcharge max. admissible
20 V	0.00 à ± 19.99 V	750 V ~
200 V	00.0 à ± 199.9 V	ou
500 V	000 à ± 500 V	1000 V crête

Nota : a) Pour les tensions supérieures au calibre affiché, le dépassement est signalé par l'affichage du 1 à gauche de la fenêtre de lecture et l'extinction de tous les autres chiffres (sauf sur le calibre 500 V)

b) Ce multimètre est étalonné pour des mesures de tensions de forme sinusoïdale.



MESURE DE TENSIONS JUSQU'A 3000 V CONTINU OU ALTERNATIF

Utiliser la sonde 1/1000 HA 1156 (ou HT 203). Elle comporte un diviseur par 1000 ($20\text{ M}\Omega/20\text{ k}\Omega \pm 5\%$).

Suivant la nature du courant, brancher la sonde entre COM et VDC pour le continu entre COM et VAC pour l'alternatif

- Placer le sélecteur de fonctions calibres sur 20 V zone V
- Prendre la mesure et lire les résultats.

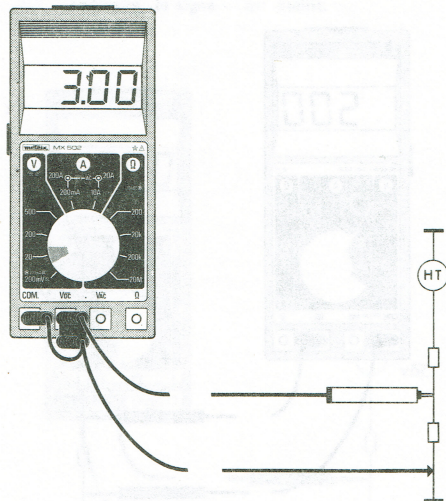
Calibre	Lecture
20 V	0.00 à 3.00 kV Valeur à ne pas dépasser

Nota : Pour les tensions continues, le signe — s'allume pour les tensions négatives par rapport au COM.

Attention : La mesure de tensions élevées requiert certaines précautions.

S'assurer que la sonde est parfaitement propre, les poussières peuvent rendre sa surface conductrice.

Éviter, lors de la mesure, tout contact entre la main libre (ou tout autre partie du corps) et des pièces métalliques réunies à la terre.



MESURE DE HAUTE TENSION 30000 V continu

Utiliser la sonde 1/1000 HT 207. Elle comporte un diviseur par 1000 ($1500\text{ M}\Omega/6\text{ M}\Omega \pm 5\%$).

- Brancher la sonde entre COM et VDC.
- Placer le sélecteur de fonctions calibres sur 20 V ou 200 V zone V.
- Prendre la mesure et lire le résultat.

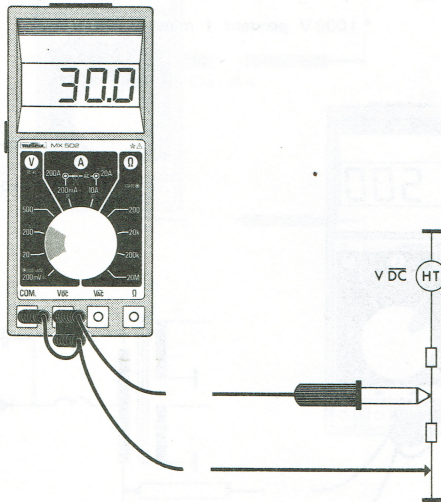
Calibre	Lecture
20 V	0.00 à $\pm 19.99\text{ kV}$
200 V	00.0 à $\pm 30.0\text{ kV}$ Valeur à ne pas dépasser

Attention : La mesure de tensions élevées requiert certaines précautions.

S'assurer que la sonde est parfaitement propre, les poussières peuvent rendre sa surface conductrice.

Vérifier la continuité du circuit entre l'anneau de garde et les fiches bananes noires à l'aide de l'ohmmètre du multimètre. La résistance ne doit pas dépasser $10\ \Omega$. Travailler dans un lieu très sec sur un tapis isolant.

Éviter tout contact entre la main libre (ou tout autre partie du corps) et des pièces métalliques réunies à la terre.



MESURE DE TENSIONS AVEC SONDE DE FILTRAGE TV

Utiliser la sonde HA 902. Elle est destinée à protéger le multimètre contre les impulsions de fortes valeurs superposées à une tension continue ; c'est le cas, par exemple des tensions rencontrées dans les circuits de base de temps des téléviseurs. Cette protection est assurée par un filtre passe-bas ($R = 100 \text{ k}\Omega$ $C = 100 \text{ nF}$) qui bloque les impulsions et ne laisse passer que la composante continue à mesurer.

L'erreur maximale fin de calibre est de 5 %.

La tension maximale admissible par la sonde est de 1500 V.

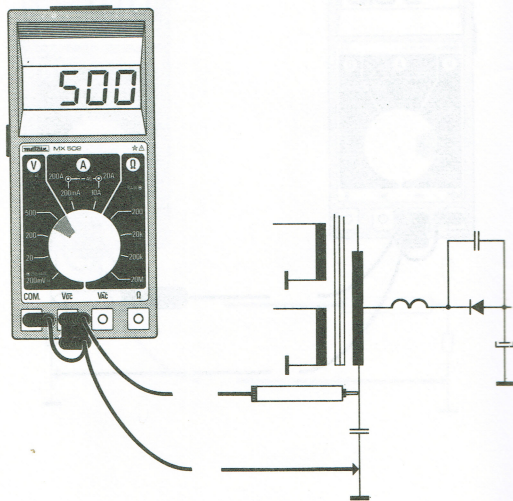
Attention : Il est dangereux de prendre des mesures directement sur l'anode du tube balayage ligne, où la tension en impulsions atteint des valeurs élevées risquant d'endommager l'appareil. Points de mesure conseillés : grille du tube balayage ligne ou base du transformateur ligne aux bornes de la capacité de récupération.

- Placer le sélecteur de fonctions calibres sur 500 V zone V.

- Prendre la mesure, lire le résultat.

Calibre	Lecture
500 V	de 000 à $\pm 500 \text{ V}^*$ Valeur à ne pas dépasser

* 1000 V pendant 1 minute



MESURE D'INTENSITÉS CONTINUES

- Brancher les cordons noir et rouge entre COM et 200 mA (douille femelle sur le côté gauche de l'appareil) ou entre COM et 10 A (douille femelle sur le côté droit de l'appareil).

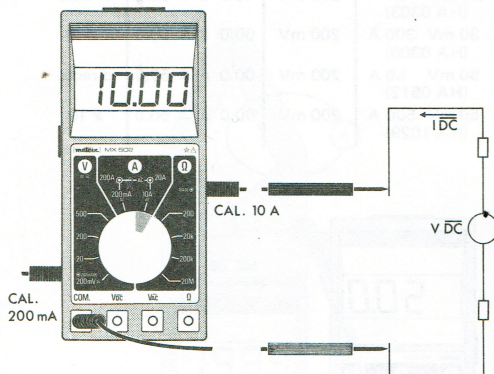
- Mettre le sélecteur de fonctions calibres sur la position 10 A ou 200 mA Zone A du contacteur DC DC

- Brancher le multimètre en série dans le circuit après avoir coupé son alimentation.

- Remettre le circuit sous tension et lire le résultat.

Calibre	Lecture
200 mA	00.0 à $\pm 199.9 \text{ mA}$
10 A	0.00 à $\pm 15.0 \text{ A}^*$ Valeur à ne pas dépasser

* 15 A pendant 5 minutes, 10 A en permanence



MESURE D'INTENSITÉS SUPÉRIEURES A 10 A EN CONTINU AVEC SHUNT EXTÉRIEUR

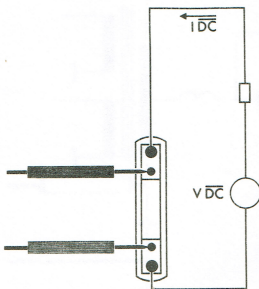
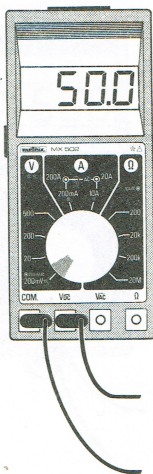
On utilise un shunt pour mesurer des intensités de fortes valeurs. C'est une résistance de faible valeur à brancher en série dans le circuit électrique dont on veut mesurer l'intensité. Celle-ci produit, dans la résistance du shunt, une chute de tension mesurée alors par le multimètre en fonction V continu.

Étant donné que la résolution du multimètre est de 0,1 mV, il est intéressant d'utiliser des shunts dont la chute de tension est un multiple entier du mV.

Par exemple, pour un shunt qui chute 30 mV pour un courant de 30 A, soit 1 mV de chute de tension par ampère, l'affichage sera de 00.0 à 30.0.

- Placer le sélecteur de fonctions calibres sur 200 mV zone V .
- Prendre la mesure et lire le résultat.

Shunts	Calibre	Lecture	Valeur = lecture
30 mV 30 A (HA 0303)	200 mV	00.0 à ± 30.0	directe
30 mV 300 A (HA 0300)	200 mV	00.0 à ± 30.0	x 10
50 mV 50 A (HA 0512)	200 mV	00.0 à ± 50.0	directe
50 mV 500 A (HA 1029)	200 mV	00.0 à ± 50.0	x 10



MESURE D'INTENSITÉS ALTERNATIVES AVEC PINCE AMPÈREMÉTRIQUE HA 1153

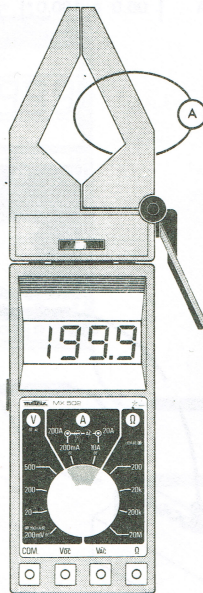
La pince ampèremétrique est un transformateur d'intensité permettant la mesure des intensités alternatives sans ouverture du circuit électrique.

Cette pince se fixe directement sur le multimètre ; une molette centrale permet de visser la pince sur le multimètre, le levier assure l'ouverture de la pince. Celle-ci peut se placer dans le sens indiqué par le dessin ci-contre ou dans l'autre sens.

- Placer le sélecteur de fonctions calibres sur 200 A ou 20 A dans la zone A .
- Serrer le conducteur traversé par le courant avec les mâchoires de la pince.

Lire le résultat :

Calibre	Lecture
20 A	0.00 à 19.99 A
200 A	00.0 à 199.9 A



MESURE D'INTENSITÉS ALTERNATIVES AVEC ADAPTATEUR HA 1183

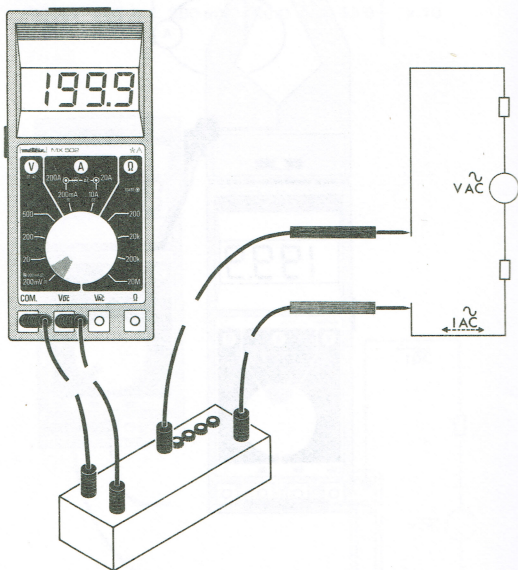
Cet accessoire permet de créer des calibres supplémentaires 2 - 20 - 200 mA \sim et 2 - 10 A \sim .

Il se place en série dans le circuit dont on veut mesurer l'intensité alternative.

Nota : Ne pas oublier de couper l'alimentation du circuit sous test avant d'effectuer toute manipulation.

- Placer le sélecteur de fonctions calibres sur 200 mV DC zone V.
- Effectuer le branchement comme indiqué sur la figure ci-contre :
- Prendre la mesure :

Calibre multi-mètre	Calibre HA 1183	Lecture	Valeur = lecture
200 mV	2 mA	00.0 à 199.9	÷ 100 en mA
	20 mA	00.0 à 199.9	÷ 10 en mA
	200 mA	00.0 à 199.9	directe en mA
	2 A	00.0 à 199.9	÷ 100 en A
	10 A	00.0 à 100.0*	÷ 10 en A



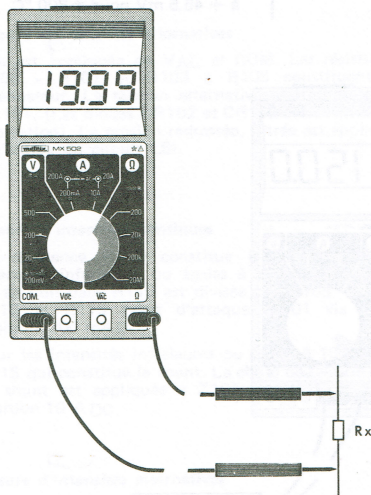
MESURE DE RÉISTANCES

- Placer le sélecteur de calibres dans la zone Ω sur l'une des positions 200 Ω à 20 M Ω .
- Brancher les cordons noir et rouge entre COM et Ω
- Mesurer la résistance et lire le résultat.

Calibre	Lecture
200 Ω	00.0 à 199.9 Ω
20 k Ω	0.00 à 19.99 k Ω
200 k Ω	00.0 à 199.9 k Ω
20 M Ω	0.00 à 19.99 M Ω

Nota : Lorsqu'aucune résistance n'est branchée, l'affichage indique 1, il y a dépassement puisque la résistance est infinie ; de même le 1 s'allume lorsque la valeur de la résistance mesurée dépasse celle du calibre affiché.

Éviter de mesurer des résistances sur des circuits sous tension.



MESURE DE TEMPERATURES

Deux types de sonde sont utilisés pour la mesure de températures.

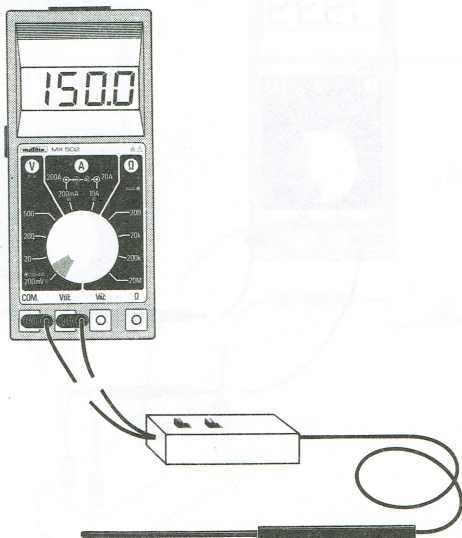
1° La sonde HA 1159 permet les mesures de -50°C à $+150^{\circ}\text{C}$ sur les solides ou gaz (ne pas la tremper dans les liquides), la lecture de la température est directe.

- Effectuer le branchement comme indiqué ci-contre et lire le résultat.

Calibre sonde	Calibre multimètre	Lecture directe en degrés
1 mV/°C	200 mV DC	de -50.0 à $+150.0$

2° La sonde HA 836 thermocouple fer constantan délivre une tension en mV qu'il est facile de transposer en °C à l'aide d'une table de correspondance livrée avec la sonde.

Calibre multimètre	Lecture
200 mV DC	de -08.0 mV pour -200°C à $+45.5$ mV pour $+800^{\circ}\text{C}$



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le multimètre comprend :

- des circuits d'entrée
- un circuit LSI Z101
- un afficheur Z103
- une alimentation constituée d'une pile standard de 9 V

CIRCUITS D'ENTRÉE

a) Mesure de tensions continues

La tension à mesurer est appliquée entre VDC et COM. Les résistances R101 à R105 constituent un atténuateur. Les diverses cellules de cet atténuateur sont sélectionnées par S102, de façon à disposer d'une tension maximale de 200 mV à l'entrée du circuit LSI.

Nota : La position 1 de S102 correspond au calibre 200 mV.

b) Mesure de tensions alternatives

Elle est appliquée en VAC et COM. Les résistances R106 - R107 et R103 à R105 constituent un atténuateur. La tension alternative est redressée par CR101. (Les diodes CR102 et CR108 constituent une protection). La tension redressée, filtrée est appliquée à l'entrée du circuit LSI.

c) Mesure d'intensités continues

La résistance R110 constitue le shunt pour les intensités inférieures ou égales à 200 mA. La chute de tension dans R110 est divisée par R108 - R109 - R116 et R115 avant d'attaquer Z101 via S102, position 200 mADC.

Pour les intensités inférieures ou égales à 10 A, c'est R115 qui constitue le shunt. La chute de tension dans ce shunt est appliquée à Z101 via R116 et S102, position 10 A DC.

d) Mesure d'intensités alternatives

Ces mesures sont réalisables avec la pince ampèremétrique de rapport 10.000/1.

La pince constitue un transformateur d'intensité ; pour 200 A ou 20 A dans le primaire, on dispose au secondaire d'un courant de 20 mA ou 2 mA.

Le courant du secondaire redressé par CR105 provoque dans R116 et R115 une chute de tension appliquée à l'entrée de Z101 directement (calibre 20 A) ou après division par R109 - R108 (calibre 200 A).

e) Mesure de résistances

La tension d'alimentation + 9 V est appliquée par CR103 à R111 en série avec R_x et une résistance étalon R121.

La tension aux bornes de R_x est appliquée directement à l'entrée de Z101 entre E + borne 31 et E Vréf. borne 36.

Le courant I circulant dans R_x et dans Rétalon détermine des chutes de tension I. R_x et I.Rétalon.

Comme le nombre d'impulsions comptées est égal à

$$N = \frac{V_x}{V_{\text{réf.}}} \times 1000 \text{ (voir paragraphe suivant)}$$

$$\text{ou à } N = \frac{I R_x}{I R_{\text{ét.}}} \times 1000 = \frac{R_x}{R_{\text{ét.}}} \times 1000$$

le nombre d'impulsions est indépendant du courant, il est fonction uniquement de la résistance étalon.

Pour les gammes 20 k Ω , 200 k Ω et 20 M Ω , les résistances R122 à R124 constituent les résistances étalons.

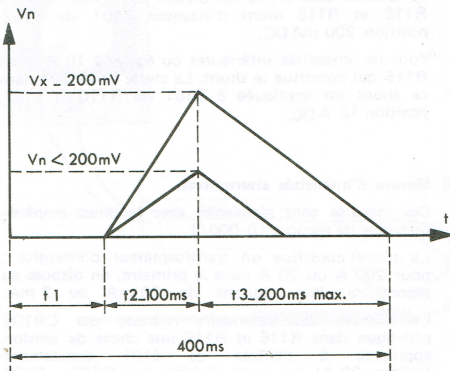
Circuit Z101

C'est un circuit LSI (intégration à grande échelle) de faible consommation conçu pour commander un afficheur 3 1/2 digits du type 7 segments à cristaux liquides.

Ce circuit comprend :

- le convertisseur A/D (analogique digital)
- les circuits de comptage, la commande d'affichage
- la tension de référence et une horloge.

Celle-ci délivre une fréquence de 40 kHz réglée par R131 ; elle est ensuite divisée par 4 pour avoir des impulsions de comptage de 100 μ s.



Durant t_1 , il y a remise à zéro de l'ensemble par mise à la masse de l'entrée de l'amplificateur et compensation des offset des circuits analogiques.

Durant t_2 , il y a intégration de la tension d'entrée V_x pendant 1000 périodes d'horloge, soit $1000 \times 100 \mu s = 100 \text{ ms}$.

V_x compris entre 0 et 200 mV est directement proportionnel à la valeur mesurée.

Durant t_3 , il y a intégration de la tension de référence. Au début de cette phase, l'entrée de l'intégrateur est commutée de V_x à $V_{\text{réf.}}$. La polarité de la référence est déterminée durant t_2 en fonction de la polarité de V_x .

Le nombre d'impulsions comptées entre le début de ce cycle et le moment où la sortie de l'intégrateur traverse le potentiel 0 est proportionnel à la tension d'entrée V_x .

$$\text{On peut écrire : } N = \frac{V_x}{V_{\text{réf.}}} \times 1000$$

$$\text{pour } V_x = 200 \text{ mV} \quad V_{\text{réf.}} = 100 \text{ mV} \quad N = 2000$$

Afficheur 7 segments Z103

C'est un ensemble complet comprenant 3 digits et demi du type 7 segments à cristaux liquides. Il est alimenté par une tension alternative 50 Hz (broche 1) qui évite les phénomènes d'électrolyse.

Cet afficheur est relié directement au circuit du LSI qui commande l'affichage.

Les points décimaux sont positionnés par le commutateur de fonctions calibres qui applique du + 9 V sur les "Ou exclusif" Z102. Ceux-ci reçoivent également le signal carré 50 Hz qui est transmis aux points 16 - 12 (V1 et V2).

La broche 38 alimente le signe ←. Z102c reçoit une information de Q101.

Lorsque la tension de la pile est supérieure à 7 V, Q101 est saturé, le collecteur est au niveau bas, le signe ← est éteint.

Lorsque la tension de la pile est inférieure à 7 V, Q101 est bloqué, le collecteur est au niveau haut, le signe ← est allumé.

En continu, la polarité négative des points VDC, 200 mADC et 10 ADC par rapport au commun est seule affichée. Pour les valeurs positives, il n'y a pas de signe + devant le chiffre affiché.

Lorsque la capacité du compteur est dépassée, c'est-à-dire au-delà de 1999 points, l'afficheur indique le dépassement par l'éclairement du 1 le plus à gauche et extinction des autres chiffres.

MAINTENANCE

Cet instrument ne requiert aucune opération de maintenance particulière, si ce n'est qu'il faut éviter de le stocker longtemps avec sa pile qui risque de "couler" et d'oxyder les points de contacts.

RÉGLAGE

Deux potentiomètres seulement pour le réglage. L'appareil doit être alimenté avec une pile délivrant 9 V en régime de fonctionnement.

Fréquence pilote

Utiliser un périodemètre branché à la borne 21 de Z101. La fréquence en ce point est de $40000 \text{ Hz}/800 = 50 \text{ Hz}$. Agir sur R131 pour lire $20 \text{ ms} \pm 0.1 \%$.

Pente d'intégration

- Se placer sur la gamme 200 mV
- Court-circuiter VDC et COM et vérifier l'affichage qui doit être 00.0.
- Appliquer une tension de 190 mV DC entre VDC + et COM -. Agir sur R119 pour lire 190.0.
- Inverser la polarité de la source et vérifier que l'affichage est - 190.0.

SUMMARY

General	22
Specifications	22
Accessories with the instrument	24
Accessories on demand	24
To replace the battery	25
To replace the fuses	25
To operate the instrument	25
To check the fuses	25
DC voltage measurement	26
VAC measurement	27
VDC VAC $\leq 3000 \text{ V}$ measurement	28
High voltage 30 kV measurement DC	29
Voltage measurement with TV probe HA 0902	30
IDC measurements	31
IDC $\geq 10 \text{ A}$ measurement with external shunt	32
AC current measurement with transclip HA 1153	33
AC current measurement with mA adapter HA 1183	34
Resistance measurement	35
Temperature measurement	36
Principle	37
Maintenance	40
Adjustment	40
List of replaceable parts	61

GENERAL

This digital instrument is a battery powered multimeter for the usual measurements in the electrical and electronic areas (voltages, currents and resistances).

- Display of the measured value is shown on a 7 segments digit (liquid crystal) display 18 mm high (Readings from 000 to 1999).
- Decimal point is function of the choosen range.
- Overflow (choosen range less than the measured value) is indicated by extinction of all digits except the 1 at left of the reading unit.
- The negative sign indicates the polarity of the terminals VDC, 200 mA DC or 10 A DC is negative w.r.t. COM terminal. Otherwise the negative sign is not seen.
- When the \leftarrow sign (just above $-$) appears the dry cell must be changed (only 50 working hours left before change).
- A high flash-over safety power fuse in series with the COM input is fitted to protect user. The 200 mA range is equipped with a protective fuse.
- The multimeter is easy to hold in one hand.
- Through the use of an extended range of accessories a great variety of measures can be obtained.

SPECIFICATIONS

DC VOLTAGES : $\pm 100 \mu\text{V}$ to $\pm 500 \text{ V}$

Ranges	Accuracy		Admissible Overload
	R = Reading	Ra = Range	
200 mV	$\pm 0.3 \% R$	$\pm 0.1 \% Ra$	500 V
20 V	$\pm 0.75 \% R$	$\pm 0.1 \% Ra$	750 V or
200 V	$\pm 0.75 \% R$	$\pm 0.1 \% Ra$	1000 V
500 V	$\pm 1 \% R$	$\pm 0.1 \% Ra$	during 1 mn

Maximum resolution : 100 μV

Input resistance : 2 M Ω

Temperature coefficient : $\pm 0.05 \% / ^\circ\text{C}$

AC VOLTAGES : 1 V to 500 V

Ranges	Accuracy		Admissible Overload
	R = Reading	Ra = Range	
20 V	$\pm 1.5 \% R$	$\pm 0.5 V$ (40 Hz to 3 kHz)	750 V \sim
200 V	$\pm 1.5 \% R$	$\pm 0.25 \% Ra$ (40 Hz to 10 kHz)	or
500 V	$\pm 1.5 \% R$	$\pm 0.25 \% Ra$	1000 V peak

Maximum resolution : 10 mV

Input resistance : 1 M Ω

Temperature coefficient : $\pm 0.05 \% / ^\circ\text{C}$

Bandwidth at $\pm 0.5 \text{ dB}$:

30 Hz 5 kHz range 20 V
30 Hz 20 kHz ranges 200 and 500 V

OHMMETER : 0.1 Ω to 20 M Ω

Ranges	Accuracy		Measurement V and I max.	Admissible Overload
	R = Reading	Ra = Range		
200 Ω	$\pm 0.5 \% R$	$\pm 0.2 \% Ra$	0.3 V 1 mA	220 V AC
20 k Ω	$\pm 0.5 \% R$	$\pm 0.2 \% Ra$	0.3 V 20 μA	or
200 k Ω	$\pm 0.5 \% R$	$\pm 0.2 \% Ra$	0.3 V 10 μA	380 V AC
20 M Ω	$\pm 5 \% R$	$\pm 0.2 \% Ra$	0.3 V 0.3 μA	(during 30 seconds)

Maximum resolution : 0.1 Ω

Temperature coefficient : $\pm 0.05 \% / ^\circ\text{C}$

(except 20 M Ω range $\pm 0.2 \% / ^\circ\text{C}$)

DC CURRENT : $\pm 100 \mu\text{A}$ to $\pm 15 \text{ A}$

Ranges	Accuracy		Protection
	R = Reading	Ra = Range	
200 mA	$\pm 1.5 \% R$	$\pm 0.2 \% Ra$	Fuse 1 A 250 V
10 A	"	"	Fuse 16 A 380 V

Maximum resolution : 100 μA

Voltage drop : $< 0.3 \text{ V}$ 200 mA $< 0.5 \text{ V}$ 10 A

Temperature coefficient : $\pm 0.1 \% / ^\circ\text{C}$

AC CURRENT : with HA 1153 transclip
from 500 mA up to 200 A

Ranges : 20 A and 200 A

Maximum resolution : 10 mA

Accuracy : $\pm 3 \%$ of reading

AC CURRENT : with HA 1183 adapter

Ranges : 2 - 20 - 200 mA - 2 A - 10 A

Maximum resolution : 1 μA

Accuracy : $\pm 3 \%$ of reading

Display : 2000 counts (3 1/2 digits)
 7 segments (liquid crystal)
 Digit height 18 mm
 Negative sign displayed w.r.t. COM
 Decimal point function of choosen range
 Overflow (1/2 digit 1 lights on, other digits light off)
 Arrow lights on when operating time is within 50 last hours.

Measurement rate : 2,5/second

Series mode rejection : AC DC - 40 dB

Common mode rejection : AC DC - 100 dB
 AC DC 70 dB

Common mode voltage between COM and earth :
 500 V DC 380 V r.m.s.

Reference temperature : + 23°C ± 2°C

Working temperature : 0 to + 50°C

Relative humidity : < 80 % at + 40°C

Storing temperature : - 20°C to + 65°C

Power supply : 1 dry cell 9 V PP3

Operating time : about 200 h

Dimensions : 177 x 77 x 36 mm

Mass : 0,4 kg approx.

ACCESSORIES SUPPLIED WITH THE INSTRUMENT

1 Test leads	AG 0044
1 Fuse 16 A 380 V	AA 2261
1 Semi delayed fuse 1 A	AA 0414
1 Cell 9 V	AL 0020

ACCESSORIES ON DEMAND

Thermoprobe - 50°C + 150°C	HA 1159
Thermoprobe - 200 + 800°C	HA 0836
HV probe 3 kV DC AC	HT 0203
HV probe 30 kV DC	HT 0207
mA Adapter	HA 1183
Shunt 30 mV 30 A	HA 0303
Shunt 30 mV 300 A	HA 0300
Shunt 50 mV 50 A	HA 0512
Shunt 50 mV 500 A	HA 1029
Transclip case	AE 0167
Transclip 1/10 000 ^e (200 A AC)	HA 1153
TV probe	HA 0902
Grip test leads	HA 0932
Safety leads with grip test	{ HG 0202
	{ +
	{ HA 1106
Instrument case	AE 0177

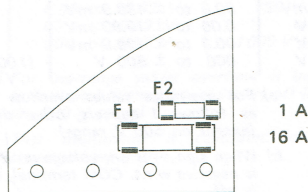
TO REPLACE THE BATTERY

Open the compartment at the back of the instrument (use a screw driver). Fit the new battery observed the right polarity on the studs.

TO REPLACE THE FUSES

Open the instrument (3 screws on the backcover) to get to the fuses on the printed board.

16 A 380 V AA 2261 (in the COM circuit)
 1 A AA 414 (for ... 200 mA ranges)



TO OPERATE THE INSTRUMENT

Slide the on/off switch upwards (left side of the instrument).

Display unit indication is 000 for all positions of the V and A function of the selector.

On Ω it will indicate 1 when inputs Ω and COM are not short circuited.

TO CHECK FUSE 1 A

When on 200 Ω short circuit Ω and 200 mA the display must be more than 010.0 if not 1 A fuse is blown.

DC VOLTAGE MEASUREMENT

- Connect red and black leads between V_{DC} and COM terminals.
- Set the range/function selector to positions 20 mV to 500 V.

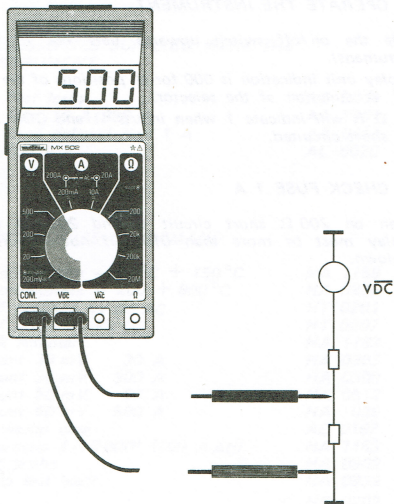
Note : For unknown values set to 500 V then decrease progressively - to get maximum accuracy (maximum of digits on the right of the decimal point).

- Measure and read as follows.

Range	Reading	Max. admissible Overload
200 mV	00.0 to ± 199.9 mV	500 V
20 V	0.00 to ± 19.99 mV	750 V
200 V	00.0 to ± 199.9 mV	or
500 V	000 to ± 500 V	(1000 V 1 mn)

Note : a) For overrange values overflow is indicated as follows 1 appears, other digits are off (except on 500 V range)

- b) When sign - is on, voltage on V_{DC} terminal is negative w.r.t. COM terminal, if not sign - is off.



VAC MEASUREMENT

- Connect red and black leads between V_{AC} and COM terminals.
- Set the range/function selector to positions 20 V to 500 V.

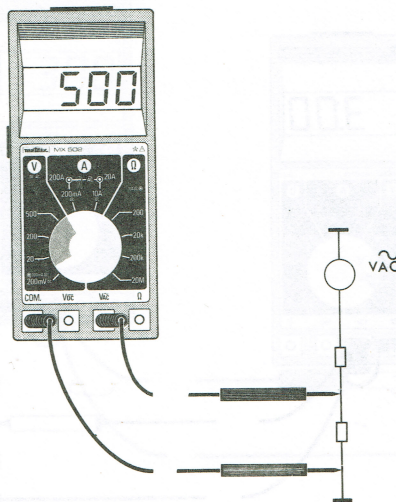
Note : For unknown values set to 500 V then decrease (maximum of digits on the right of the decimal point).

- Measure and read as follows.

Range	Reading	Max. admissible Overload
20 V	0.00 to 19.99 V	750 V r.m.s.
200 V	00.0 to 199.9 V	or
500 V	000 to 500 V	1 000 V peak

Note : a) For overrange values overflow is indicated as follows 1 is on, other digits are off (except on 500 V range)

- b) This multimeter is calibrated only for sinusoidal waveform.



VDC VAC \leq 3000 V MEASUREMENT

Use 1/1000 probe (HA 1156 or HT 203)

It consists of a 1/1000 divider (20 M Ω /20 k Ω \pm 5 %).

Connect the probe :

- For DC between COM and VDC
- For AC between COM and VAC
- Set the ranges/function selector to 20 V (area V)
- Measure and read as follows.

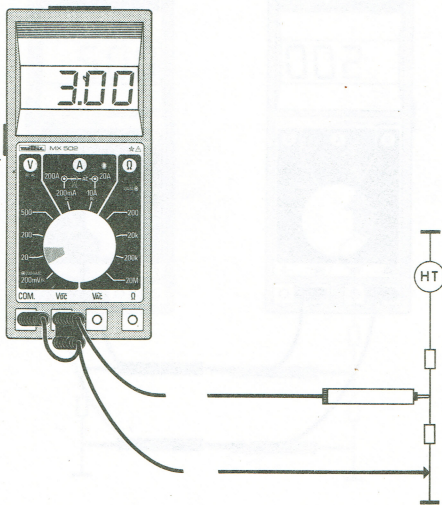
Range	Reading
20 V	0.00 to 3.00 kV (do not overflow)

Note : DC voltage : sign – lights on for negative voltage w.r.t. COM.

Precautions : Check that the probe is clean and dry dust or damp can cause surface conduction.

Avoid contact between the free hand (or any other part of the body) and any earthed metallic objects.

If possible measure EHT at a point after some circuit resistance, which could provide a voltage drop in the event of accident.



HIGH VOLTAGE 30 kV MEASUREMENT DC

Use the HT 207 probe (Ratio 1/1000 1500 M Ω /6 M Ω \pm 5 %).

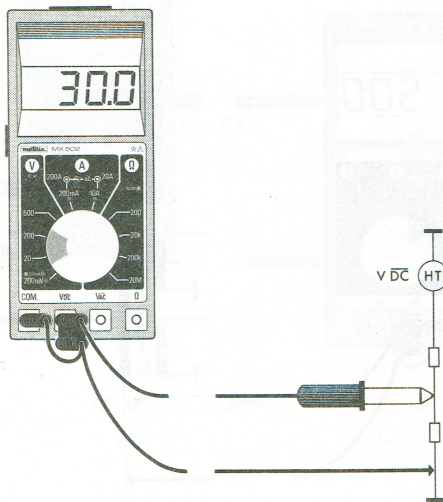
- Connect the probe between COM and VDC terminals.
- Set the ranges/function switch to 20 or 200 V (area V).
- Measure and read as follows.

Range	Reading
20 V	0.00 to \pm 19.99 kV
200 V	00.0 to \pm 30.00 kV (do not overflow)

Precautions : Check that the probe is clean and dry dust or damp can cause surface conduction.

Check that there is continuity between the guard ring and the black banana plug using the Ohms range of the meter.

The resistance should not be higher than 10 Ohms. Work in a dry area on an insulating mat. Avoid contact between the free hand (or any other part of the body) and any earthed metallic objects.



VOLTAGE MEASUREMENT TV PROBE HA 0902

It is designed to protect the meter against brief high peak pulses superimposed onto DC (as in TV time base circuits). A low pass filter $R = 100 \text{ k}\Omega$, $C = 10 \text{ nF}$ allows the DC component to be measured, pulses being rejected.

Maximum error for full range is $\pm 5 \%$.

Maximum voltage allowed on the probe is 1500 V.

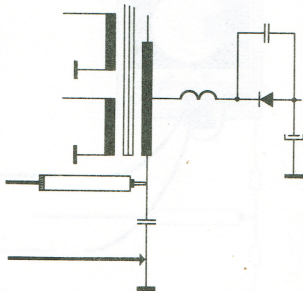
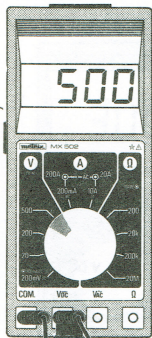
Caution : TV receivers : never connect the instrument directly to the anode of the line frequency output tube. At this point a high voltage sawtooth superimposed on the DC may damage the meter. To measure the booster voltage take it at the base of line frequency transformer.

- Set the ranges/function selector to 500 V (V area).

- Measure then read as follows.

Range	Reading
500 V	000 to $\pm 500 \text{ V}^*$ (do not overflow)

* 1000 V 1 mn



DC MEASUREMENTS

- Connect black and red leads between COM and 200 mA (socket on the left side of the instrument), or between COM and 10 A (socket on the right side of the instrument).

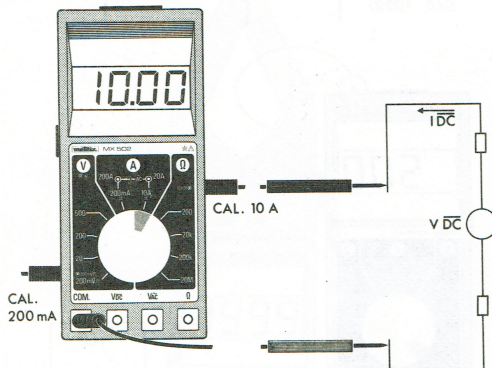
- Set the ranges/functions selector to 10 A or 200 mA DC (area A).

- Connect the meter in series with the circuit under test (this circuit must not be operating).

- Operate the circuit and measure

Range	Reading
200 mA	00.0 to $\pm 199.9 \text{ mA}$
10 A	0.00 to $\pm 15.0 \text{ A}^*$ (do not overflow)

*permanent 10 A - 5 minutes 15 A



$I_{DC} \geq 10$ A MEASUREMENT WITH EXTERNAL SHUNT

A shunt is a very low resistance that may be inserted in series with the circuit under test.

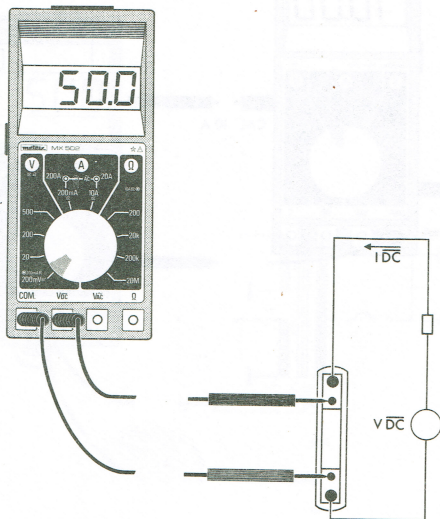
The meter measures the voltage drop at the shunt outputs (VDC - function).

Resolution being 0.1 mV, voltage drop must be multiple of 1 mV.

For instance shunt 30 A 30 mV with 1 mV = 1 A display will be 00.0 up to 30.0.

- Set the range function selector to 200 mV area V.
- Measure and read as follows.

Shunts	Range	Reading	Value = Reading
30 mV 30 A (HA 0303)	200 mV	00.0 to ± 30.0	direct
30 mV 300 A (HA 0300)	200 mV	00.0 to ± 30.0	x 10
50 mV 50 A (HA 0512)	200 mV	00.0 to ± 50.0	direct
50 mV 500 A (HA 1029)	200 mV	00.0 to ± 50.0	x 10



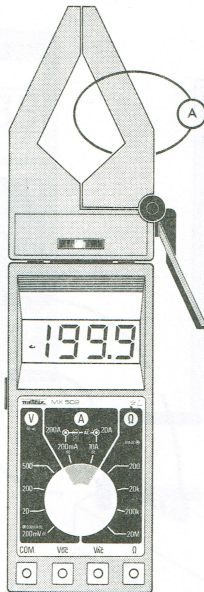
AC CURRENT MEASUREMENT WITH TRANSLCLIP HA 1153

Using the transclip measurement without having to open the circuit can be done. A center screw allows the fitting of the transclip to the multimeter.

To open the jaws press down the lateral handle.

- Set the functions-ranges selector to 200 A or 20 A (area A).
- Open the jaws to encircle the conductor.
- Read as follows :

Range	Reading
20 A	0.00 to 19.99 A
200 A	00.0 to 199.9 A



AC CURRENT MEASUREMENT WITH mA ADAPTER HA 1183

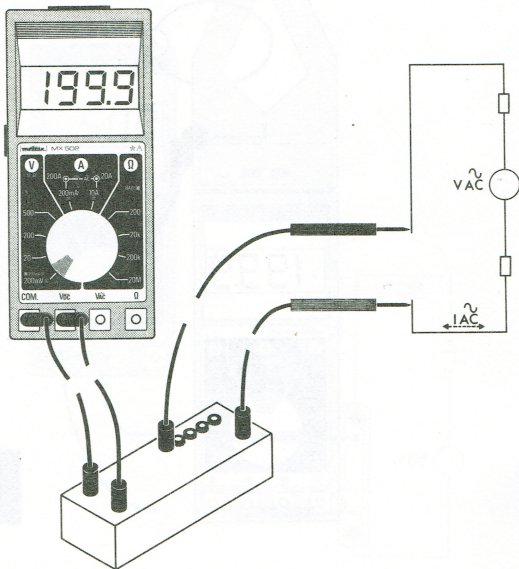
Additional ranges : 2 - 20 - 200 mA - 2 - 10 A
In series with the circuit to be measured.

Note : Do not forget to disconnect the instrument from its power supply before any action.

- Set the function selector to range 200 mV DC (V area)
- Connect as indicated on figure.
- Measure as follows :

Multimeter range	HA 1183 range	Reading	Value = Reading
200 mV DC	2 mA	00.0 to 199.9	÷ 100 in mA
	20 mA	00.0 to 199.9	÷ 10 in mA
	200 mA	00.0 to 199.9	direct in mA
	2 A	00.0 to 199.9	÷ 100 in A
	10 A	00.0 to 10.0 *	÷ 10 in A

* 20 A during 5 minutes



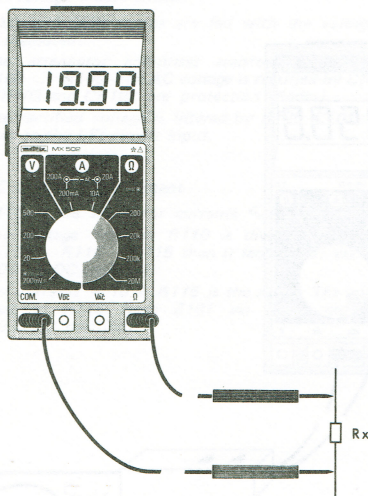
RESISTANCE MEASUREMENT

- Set the range selector to positions 200 Ω to 20 M Ω (area Ω).
- Connect the red and black test leads between Ω and COM terminals.
- Measure resistance and read :

Range	Reading
200 Ω	00.0 to 199.9 Ω
20 k Ω	0.00 to 19.99 k Ω
200 k Ω	00.0 to 199.9 k Ω
20 M Ω	0.00 to 19.99 M Ω

Note : With no resistance at input display will indicate 1 - overflow with infinite resistance. (Same indication as for normal overflows).

Avoid measuring when the circuit is under tension.



TEMPERATURE MEASUREMENT

1° With HA 1159 probe - 50°C + 150°C (except liquids) can be read directly.

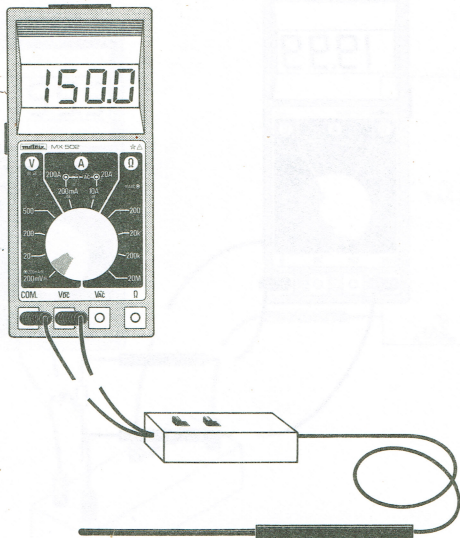
- Connect as indicated in figure.

Probe range	Multimeter	Direct reading in degree
1 mV/°C	200 mVDC	- 50.0 to + 150.0

2° With HA 836 probe

The reading is in mV use table (with HA 836) to convert it in °C.

Range	Reading
200 mVDC	- 08.0 mV → - 200°C + 45.5 mV → + 800°C



PRINCIPLE

This multimeter incorporates :

- input circuits
- a LSI circuit Z101
- a display unit Z103
- a DC supply (9 V battery PP3)

INPUT CIRCUITS

a) DC voltage measurement

V_{DC} and COM inputs are fed with the voltage to be measured.

The attenuator comprises : Resistors R101 ... R105. Different sections of this attenuator are selected by S102 to produces a 200 mV max. voltage at the input of the LSI circuit.

Note : Range 200 mV corresponds to position 1 of S102.

b) AC voltage measurement

V_{AC} and COM inputs are fed with the voltage to be measured.

The attenuator comprises resistors R106 R107 R103 ... R105. The AC voltage is rectified by CR101 (CR102 and CR108 are protection diodes).

The rectified voltage is filtered by R125 C101, then goes to the LSI circuit input.

c) DC current measurement

R110 is the shunt for currents ≤ 200 mA

The voltage drop in R110 is divided by R108 - R109 - R116 - R115 then it feeds Z101 via S102 (200 μA DC position)

For currents ≤ 10 A R115 is the shunt. The voltage drop in R115 feeds Z101 via R116 and S102 (10 A DC position).

d) AC current measurement

Using the 10000/1 ratio transclip transformer 20 or 200 A in the primary winding, goes 2 or 20 mA in the secondary.

This current is rectified by CR105 giving a voltage drop in R116 R115 which is fed to the input of Z101 directly (20 A range) or via R109 - R108 (200 A range).

e) Resistance measurement

A supply voltage + 9 V is applied through CR103 to R111 in series with R_x and a standard resistance R121.

The voltage at terminals of R_x feeds directly Z101 between E + terminal 31 and E - V_{ref} , terminal 36.

Current I in R_x and R standard generates a voltage drop $I R_x$ and $I R_{standard}$.

Since the quantity counted pulses is equal to :

$$N = \frac{V_x}{V_{ref}} \text{ (see following paragraph)}$$

$$\therefore N = \frac{I R_x}{I R_{standard}} \times 1000 = \frac{R_x}{R_{standard}} \times 1000$$

N (number of impulsions) does not depend upon the standard resistance.

For ranges 20 k Ω 200 k Ω 20 M Ω standard resistances are R122 to R124.

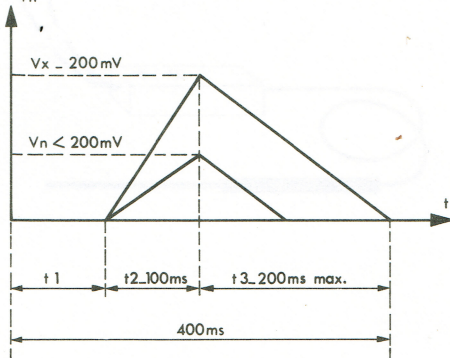
Z101 : LSI

Z101 circuit is a LSI circuit (low power and high scale integration) which drives the display (3 1/2 digit 7 segments liquid crystal)

This circuit includes :

- the analog digital converter, (double ramp)
- the counting circuits, the display control
- the reference voltage and a 40 kHz clock pulse adjusted by R131.

This signal is divided by 4 to give count pulses of 100 μ s V_n



During t_1 - set to zero, amplifier input grounded, analog circuits offset compensated.

During t_2 - V_x is integrated for 1000 cycles of clock pulse $\therefore t_2 = 1000 \cdot 100 \mu\text{s} = 100\text{ms}$

V_x (between 0 and 200 mV) is directly proportional to the measured value.

During t_3 the reference voltage is integrated. At the beginning of this sequence, integrator input is switched from V_x to V_{ref} .

During t_2 reference voltage polarity is determined by polarity of V_x .

The sum of counted pulses from the beginning of that cycle and the moment when the output of the integrator reaches 0 is proportional to the V_x input voltage such as

$$N = \frac{V_x}{V_{ref.}} \times 1000$$

$$\text{if } V_x = 200\text{ mV} \quad N = 2000 \\ \text{and } V_{ref.} = 100\text{ mV}$$

Z103 : 7 segments display unit

The complete set consists of a 3 1/2 digits 7 segments liquid crystal display. It is powered by a 50 Hz AC voltage (pin 1) to avoid electrolysis phenomena.

This display unit is directly connected to a LSI display control circuit.

Decimal points are set by the function/range selector position this applies + 9 V onto the exclusive/or Z102 they also receive 50 Hz square signal going to points 16 - 12 V_1 and V_2 .

Pin 38 feeds the \leftarrow sign. Z102c receive an information from Q101.

When the dry cell voltage is larger than 7 V, Q101 is saturated its collector voltage is low \leftarrow sign is turned off.

When the dry cell voltage is lower than 7 V Q101 is blocked, its collector voltage is high \leftarrow sign lights on.

For DC only negative polarity of V_{DC} 200 mA DC and 10 ADC w.r.t. "Common" is displayed.

When counter capacity is reached overflow over 1999 points is indicated as follows : the digit 1 most to the left lights on - other digits are extinct.

MAINTENANCE

When a long storage time is required remove the dry cell.

ADJUSTMENT

The dry cell voltage must be 9 V when operating the instrument.

Standard frequency

Connect a periodometer to Z101 21

$$\text{where } f = \frac{40000 \text{ Hz}}{800} = 50 \text{ Hz}$$

Adjust R131 to read 20 ms \pm 0,1 %.

Integration slope

- Set the range switch to 200 mV
- Short circuit VDC and COM and check the display is 00.0.
- With 190 mVDC between VDC + and COM -. Adjust R119 to read 190.0.
- Reverse the source polarity and check that the display reads - 190.0.

INHALTSVERZEICHNIS

Allgemeines	42
Technische Daten	42
Mit dem Multimeter gelieferttes Zubehör	44
Auf Wunsch lieferbares Zubehör	44
Einsetzen der Batterie	45
Einschalten des Gerätes	45
Überprüfen der 1 A-Sicherung	45
Auswechseln der Sicherungen	45
Messung von Gleichspannungen	46
Messung von Wechselspannungen	47
Messung von Gleich- oder Wechselspannungen bis 3000 V	48
Messung von Hochspannungen bis 30000 V _~	49
Messung von Hochspannungen mit dem HF-Tastkopf mit TV-Filter	50
Messung von Gleichströmen	51
Messung von Gleichströmen über 10 A mit externem Nebenwiderstand	52
Messung von Wechselströmen mit der Stromanlegezange HA 1153	53
Messung von Wechselströmen mit dem Wechselstromadapter HA 1183	54
Messung von Widerständen	55
Messung von Temperaturen	56
Arbeitsweise	57
Wartung und Pflege	60
Einstellung	60
Liste der elektrischen Bauteile	61

ALLGEMEINES

Das MX 502 ist ein tragbares, weitgehend autonomes Digitalmultimeter für die in der Elektrotechnik und Elektronik üblichen Messungen : Spannungen Ströme und Widerstände.

Das Gerät wird mit einer 9 V -Batterie, Typ 6F22, betrieben. Die Betriebsdauer mit einer Batterie liegt bei ca. 200 Stunden.

Der Meßwert wird über 7-Segment-LCD-Elemente mit 18 mm Zifferhöhe angezeigt. Alle Werte zwischen 000 und 1999 werden angezeigt.

Das Komma wird entsprechend dem eingestellten Meßbereich verschoben.

Ein Überlauf (d.h. gewählter Meßbereich ist zu klein für die angelegte Meßgröße) wird durch Verlöschen der rechten drei Ziffern angezeigt, links im Anzeigefenster verbleibt eine "1".

Das Zeichen "--" vor der angezeigten Zahl bedeutet, daß das Potential an der Meßbuchse VDC - 200 mA DC oder 10 A DC gegenüber der COM-Meßbuchse negativ ist. Bei positivem Potential erfolgt keine Anzeige.

Das Zeichen "←" über dem "--" Zeichen zeigt an, daß die Batterie gewechselt werden muß. Bei Erscheinen dieses Zeichens verbleiben noch ca. 50 Stunden Betriebszeit.

Durch eine Schmelzsicherung mit hoher Trennfähigkeit, die in den COM-Stromkreis eingefügt ist, werden Benutzer und Gerät vor den Gefahren eines evtl. Kurzschlusses geschützt. Die einzelnen Meßbereiche sind durch Überdimensionierung der Bauelemente und eine Schmelzsicherung im 200 mA -Bereich geschützt.

Eine besonders praktische Haltung in der Hand ist durch die längliche, rechteckige Formgebung des Gerätes gewährleistet.

Die Einsatzmöglichkeiten des Gerätes werden durch zahlreiches Zubehör erweitert.

Technische Daten

GLEICHSPANNUNG : $\pm 100 \mu\text{V}$ bis $\pm 500 \text{ V}$

Meßbereiche	Genauigkeit		zul. Überlast
	(A = Anzeige	M = Meßbereich)	
200 mV	$\pm 0,3 \%$ A	$\pm 0,1 \%$ M	500 V
20 V	$\pm 0,75 \%$ A	$\pm 0,1 \%$ M	750 V od.
200 V	$\pm 0,75 \%$ A	$\pm 0,1 \%$ M	1000 V
500 V	$\pm 1 \%$ A	$\pm 0,1 \%$ M	für 1 min.

Maximale Auflösung : 100 μV

Eingangswiderstand : 2 M Ω

Temperaturkoeffizient : $\pm 0,05 \%$ / °C

WECHSELSPANNUNG : 1 V bis 500 V

Meßbereiche	Genauigkeit		zul. Überlast
	(A = Anzeige	M = Meßbereich)	
20 V	$\pm 1,5 \%$ A	$\pm 0,5 \%$ V	750 V \sim
	(40 Hz bis 3 kHz)		oder
200 V	$\pm 1,5 \%$ A	$\pm 0,25 \%$ M	
	(40 Hz bis 10 kHz)		
500 V	$\pm 1,5 \%$ A	$\pm 0,25 \%$ M	1000 V _s

Maximale Auflösung : 10 mV

Eingangswiderstand : 1 M Ω

Temperaturkoeffizient : $\pm 0,05 \%$ / °C

Bandbreite bei $\pm 0,5 \text{ dB}$

Im Meßbereich 20 V : 30 Hz bis 5 kHz

Im Meßbereich 200 V und 500 V : 30 Hz bis 20 kHz

OHMMETER : 0,1 Ω bis 20 M Ω

Meßbereiche	Genauigkeit (A = Anzeige M = Meßbereich)	V und I max. bei Messung	zul. Überlast
200 Ω	$\pm 0,5 \%$ A $\pm 0,2 \%$ M	0,3 V 1 mA	220 V \sim od.
20 k Ω	$\pm 0,5 \%$ A $\pm 0,2 \%$ M	0,3 V 20 μA	380 V \sim
200 k Ω	$\pm 0,5 \%$ A $\pm 0,2 \%$ M	0,3 V 10 μA	für
20 M Ω	$\pm 5 \%$ A $\pm 0,2 \%$ M	0,3 V 0,3 μA	30 s

Maximale Auflösung : 0,1 Ω

Temperaturkoeffizient : $\pm 0,05 \%$ / °C

(im Meßbereich 20 M Ω $\pm 0,2 \%$ / °C)

GLEICHSTROM : $\pm 100 \mu\text{A}$ bis $\pm 15 \text{ A}$

Meßbereiche	Genauigkeit (A = Anzeige M = Meßbereich)	Überlastschutz
200 mA	$\pm 1,5 \%$ A $\pm 0,2 \%$ M	Sicherung 1 A 250 V
10 A	" "	" 16 A 380 V

Maximale Auflösung : 100 μA

Spannungsabfall : $< 0,3 \text{ V} / 200 \text{ mA}$, $< 0,5 \text{ V} / 10 \text{ A}$

Temperaturkoeffizient : $\pm 0,1 \%$ / °C

WECHSELSTROM : mit Stromanlegezange HA 1153 von 500 mA bis 200 A

Meßbereiche : 20 A und 200 A

Maximale Auflösung : 10 mA

Genauigkeit : $\pm 3 \%$ der Anzeige

WECHSELSTROM : mit Wechselstromadapter HA 1183

Meßbereiche : 2 - 20 - 200 mA - 2 A - 10 A

Maximale Auflösung : 1 μA

Genauigkeit : $\pm 3 \%$ der Anzeige

Anzeige : 2000 Meßpunkte (3 1/2 Digit)
 7-Segment-Flüssigkristallanzeige
 Ziffernhöhe : 18 mm
 Automatische Anzeige der "—" Polarität in Bezug auf den COM-Eingang
 Eine 1 am linken Rand des Anzeigefensters, wobei alle restlichen Ziffern gelöscht sind, zeigt einen Überlauf an.
 Aufleuchten eines Pfeils "←" zeigt eine Restbetriebszeit von ca. 50 Std. an.

Meßrate : 2,5 Messungen/s

Serientaktunterdrückung : $\sim / -$ 40 dB

Gleichtaktunterdrückung : $\sim / -$ 100 dB
 \sim / \sim 70 dB

Höchstzulässige Gleichtaktspannung zwischen COM-Meßbuchse und Erde : 500 V = oder 380 V_{eff}.

Bezugstemperatur : 23°C ± 2°C

Arbeitstemperatur : 0°C bis 50°C

Rel. Luftfeuchtigkeit : < 80 % bei 40°C

Lagertemperatur : - 20°C bis + 65°C

Stromversorgung : eine 9 V-Batterie, Typ 6F22
 Betriebsdauer ca. 200 Std.

Abmessungen : 177 x 77 x 36 mm

Gewicht : ca. 0.4 kg

MIT DEM MULTIMETER GELIEFERTES ZUBEHÖR

1 Satz Meßschnüre mit Meßspitzen	AG 0044
1 Sicherung 16 A, 380 V flink	AA 2261
1 Sicherung 1 A, halbrträge	AA 0414
1 Batterie 9 V	AL 0020

AUF WUNSCH LIEFERBARES ZUBEHÖR

Temperatursonde - 50°C bis + 150°C	HA 1159
Thermoelement-Sonde - 200°C bis + 800°C	HA 0836
Hochspannungstastkopf 3 kV DC - AC	HT 0203
Hochspannungstastkopf 30 kV DC	HT 0207
Wechselspannungsadapter mA \sim 2 - 20 - 200 mA - 2 - 10 A	HA 1183
Shunt 30 mV 30 A DC	HA 0303
Shunt 30 mV 300 A DC	HA 0300
Shunt 50 mV 50 A DC	HA 0512
Shunt 50 mV 500 A DC	HA 1029
HT-Tastkopf mit TV-Filter	HA 0902
Stromwandlerzange 1/10 000 (200 A \sim)	HA 1153
Satz Meßschnüre mit Klemmspitzen	HA 0932
Satz Sicherheitsmeßschnüre mit	
{ Bananensteckern	HG 0202
{ aufschraubbare Klemmspitze	HA 1106
Tragetasche für Multimeter	AE 0177
Tragetasche für Stromanzeiger	AE 0167

EINSETZEN DER BATTERIE

Die Batterie befindet sich in einem besonderen Fach auf der Rückseite des Gerätes.

- Eine Schraubenzieher in den Schlitz am Fachdeckel einschieben und Fachdeckel öffnen.
- Batterie einsetzen, dabei auf richtige Polarität achten.

EINSCHALTEN DES GERÄTES

- Auf der linken Seite des Gerätes befindet sich ein Schiebescalter, der zum Einschalten nach oben geschoben wird. In der Anzeige erscheint dann in allen A- bzw. V-Meßbereichen die Zahl 000.
- Im Ω -Meßbereich erscheint die Anzeige "11...1" wenn zwischen der Ω -Meßbuchse und COM keine Verbindung besteht.

ÜBERPRÜFEN DER 1 A-SICHERUNG

- Gerät auf Meßbereich 200 Ω schalten und die Buchse Ω mit der Buchse 200 mA DC kurzschließen. Das Gerät muß nun einen Wert über 1.000 anzeigen. Erscheint die Anzeige "11...1" ist die 1 A-Sicherung defekt.

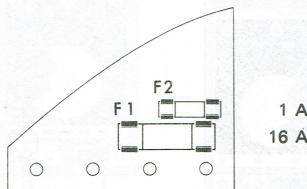
AUSWECHSELN DER SICHERUNGEN

- Gerät öffnen durch Ausschrauben der 3 Schrauben auf der Geräterückseite.

Die Sicherungen sitzen in Klammerhalterungen auf der Printplatte.

Die Sicherung 16 A 380 V, Best. Nr. AA 2261, sichert den Meßbereich 10 A.

Die Sicherung 1 A, Best. Nr. AA0414, sichert den Meßbereich 200 mA.



MESSUNG VON GLEICHSPANNUNGEN

- Die rote bzw. die schwarze Meßschnur in die Buchse VDC bzw. COM einstecken.
- Meßbereichsschalter auf gewünschten Meßbereich zwischen 200 mV und 500 V stellen.

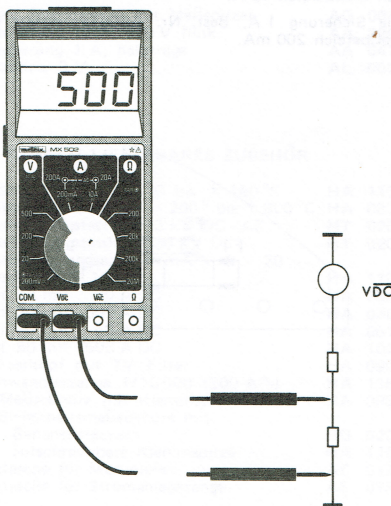
Anmerkung : Bei unbekanntem Spannungswerten sollte immer mit dem höchsten Meßbereich begonnen werden. Anschliessend wird auf die niederen Bereiche umgeschaltet, bis die beste Auflösung erzielt wird (größtmögliche Anzahl von Ziffern hinter dem Komma).

- Messung vornehmen und Anzeigewert ablesen.

Meßbereich	Anzeige	zul. Überlast
200 mV	00.0 bis ± 199.9 mV	500 V
20 V	0.00 bis ± 19.99 V	750 V
200 V	00.0 bis ± 199.9 V	oder
500 V	000 bis ± 500 V	1000 V für 1 Min.

Anmerkungen :

- Liegt die Spannung über dem eingestellten Meßbereich, erscheint ganz links im Anzeigenfenster eine "1" und alle anderen Ziffern verlöschen (außer im Meßbereich 500 V!).
- Erscheint das Zeichen "-" vor der Zahl, so ist die an der VDC-Buchse anliegende Spannung negativ in Bezug auf die COM-Buchse. Bei positiver Spannung erscheint kein Vorzeichen.



MESSUNG VON WECHSELSPANNUNGEN

- Die rote bzw. schwarze Meßschnur in die Buchsen VAC und COM stecken.
- Meßbereichsschalter auf gewünschten zwischen 20 V und 500 V.

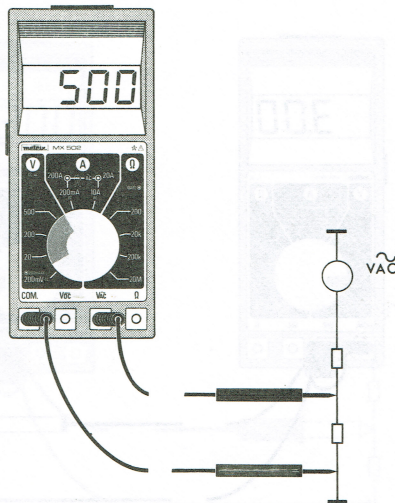
Anmerkung : Bei unbekanntem Spannungswerten sollte immer mit dem höchsten Meßbereich begonnen werden. Anschliessend wird auf die niederen Bereiche umgeschaltet, bis die beste Auflösung erzielt wird (größtmögliche Anzahl von Ziffern hinter dem Komma).

- Messung vornehmen und Anzeigewert ablesen.

Meßbereich	Anzeige	zul. Überlast
20 V	0.00 bis ± 19.99 V	750 V \sim
200 V	00.0 bis ± 199.9 V	oder
500 V	000 bis ± 500 V	1000 V s

Anmerkungen :

- Liegt die Spannung über dem eingestellten Meßbereich, erscheint ganz links im Anzeigenfenster eine "1" und alle anderen Ziffern verlöschen (außer im Meßbereich 500 V).
- Das Multimeter ist vorgesehen und geeicht für genaue Messung von sinusförmigen Wechselspannungen.



MESSUNG VON GLEICH- ODER WECHSELSPANNUNGEN BIS 3000 V

Hierzu wird der Hochspannungstastkopf HA 1156 (oder HT 0203) 1/1000 verwendet. Dieser Tastkopf enthält einen 1 : 1000 Teiler ($20 \text{ M}\Omega / 20 \text{ k}\Omega \pm 5 \%$).

Je nach Spannungsart wird der Tastkopf an die Buchsen COM und VDC für Gleichspannungen, bzw. an COM und VAC für Wechselspannungen angeschlossen

- Meßbereichsschalter auf 20 V stellen
- Messung vornehmen und Anzeigewert ablesen.

Meßbereich	Anzeige
20 V	0.00 bis 3.00 kV

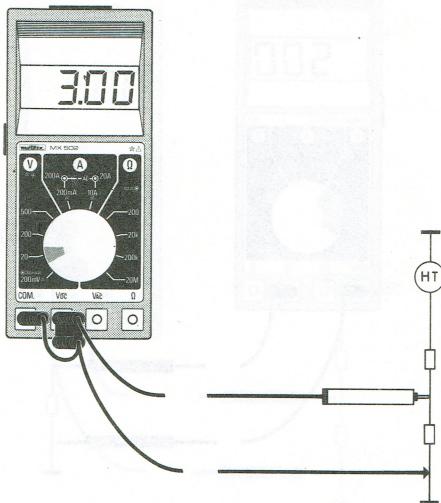
Diesen Wert nicht überschreiten

Anmerkung : Bei Gleichspannungsmessungen erscheint das Vorzeichen "—" bei negativen Spannungen gegenüber COM.

Achtung : Bei Messung von Hochspannungen sind gewisse Vorsichtsmaßnahmen zu treffen.

Es ist darauf zu achten, daß der Griff des Tastkopfes einwandfrei sauber ist ; Schmutz und Staub können eine Oberflächenleitung bewirken.

Während der Messung ist mit der freien Hand oder jedem anderen Körperteil ein Kontakt mit geerdeten Metallgegenständen zu vermeiden.



MESSUNG VON HOCHSPANNUNGEN BIS 30000 V=

Hierzu wird der Hochspannungstastkopf HT 0207 1/1000 verwendet. Dieser Tastkopf enthält einen 1 : 1000 Teiler ($1500 \text{ M}\Omega / 6 \text{ M}\Omega \pm 5 \%$).

- Tastkopf an die Buchsen COM und VDC anschließen.
- Meßbereichsschalter auf 20 V oder 200 V stellen Funktionsbereich V.
- Messung vornehmen und Anzeigewert ablesen.

Meßbereich	Anzeige
20 V	0.00 bis $\pm 19.99 \text{ kV}$
200 V	00.0 bis $\pm 30.0 \text{ kV}$

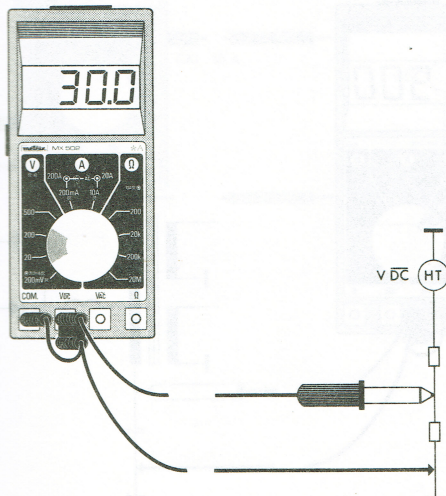
Diesen Wert nicht überschreiten

Achtung : Bei Messung von Hochspannungen sind gewisse Vorsichtsmaßnahmen zu treffen.

Es ist darauf zu achten, daß der Griff des Tastkopfes einwandfrei sauber ist ; Schmutz und Staub können eine Oberflächenleitung bewirken.

Vor einer Messung ist in der Ohmmeter-Betriebsart des Multimeters die Leitfähigkeit zwischen dem Schutzring und den schwarzen Bananensteckern zu überprüfen. Der gemessene Widerstand darf 10Ω nicht übersteigen. Die Messungen sind in sehr trockener Umgebung auf einer isolierenden Unterlage durchzuführen.

Während der Messung ist mit der freien Hand oder jedem anderen Körperteil ein Kontakt mit geerdeten Metallgegenständen zu vermeiden.



MESSUNG VON HOCHSPANNUNGEN MIT DEM HF-TASTKOPF MIT TV-FILTER

Der hierbei zu verwendende HF-Tastkopf HA 0902 schützt das Multimeter vor Beschädigungen durch Spannungsspitzen, die einer Gleichspannung überlagert sind, wie dies z.B. bei Zeitablenkschaltungen in FS-Geräten der Fall ist. Im Tastkopf bewirkt ein Tiefpaß mit $R = 100 \text{ k}\Omega$ und $C = 10 \text{ nF}$ diesen Schutz, da nur die zu messende Gleichspannung durchgelassen wird und Spannungsspitzen abgefangen werden.

Der größte Fehler beträgt 5 % vom Meßbereichsende.

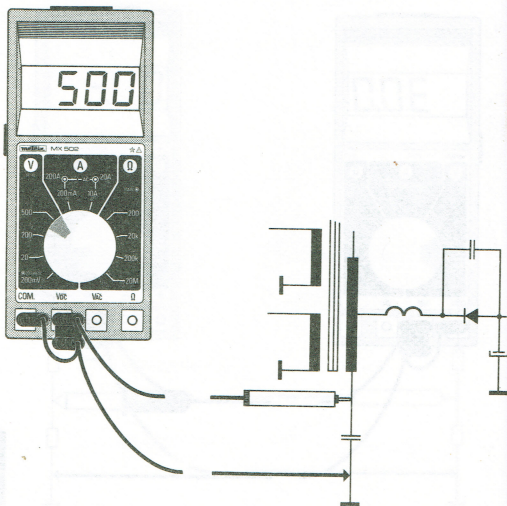
Die größte zulässige Spannung am Tastkopf beträgt 1500 V.

Achtung: Es ist gefährlich die Messung direkt an der Anode der Zeilenablenkröhre vorzunehmen. Dort können Spannungsspitzen auftreten, die das Meßgerät evtl. beschädigen. Als Meßpunkte werden empfohlen: Gitterspannung an der Zeilenablenkröhre oder Basis des Zeilentransformators an den Klemmen des Booster-Kondensators.

- Meßbereichsschalter auf 500 V stellen Funktionsbereich V.

- Messung vornehmen und Anzeigewert ablesen.

Meßbereich	Anzeige
500 V	000 bis $\pm 500 \text{ V}^*$ Diesen Wert nicht überschreiten $* 1000 \text{ V}$ während 1 Min.



MESSUNG VON GLEICHSTRÖMEN

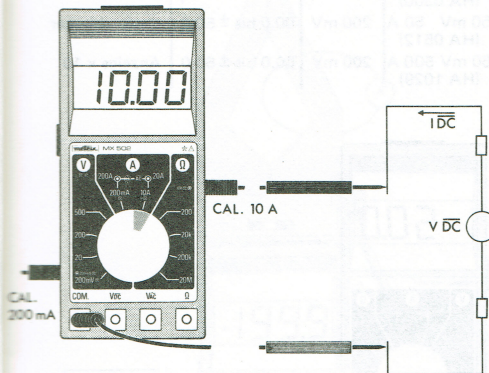
- Die schwarze bzw. die rote Meßschnur in die Buchse COM bzw. die 200 mA - Buchse auf der linken Geräteseite einstecken.

- Meßbereichsschalter auf 200 mA DC oder auf 10 A DC stellen in Funktionsbereich A.

- Stromversorgung im Meßkreis abschalten und Meßgerät in Reihe in den Stromkreis einfügen.

- Stromversorgung wieder einschalten und Anzeigewert ablesen.

Meßbereich	Anzeige
200 mA 10 A	00.0 bis $\pm 199.9 \text{ mA}$ 0.00 bis $\pm 15.0 \text{ A}^*$ Diesen Wert nicht überschreiten $* 15 \text{ A}$ für 5 Min., 10 A dauernd



MESSUNG VON GLEICHSTRÖMEN ÜBER 10 A MIT EXTERNEM NEBENWIDERSTAND

Zur Messung großer Stromstärken wird ein externer Nebenwiderstand verwendet. Darunter versteht man einen Widerstand mit geringem Wert, der in den zu messenden Stromkreis eingefügt wird. Der Stromfluß erzeugt am Nebenwiderstand einen Spannungsabfall, der mit dem Multimeter im Gleichspannungsmessbereich gemessen wird.

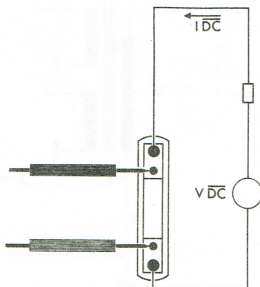
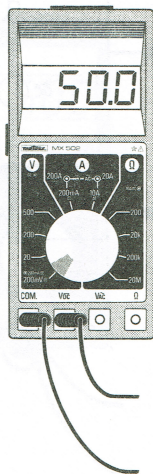
Da die Auflösung des Multimeters 0,1 mV beträgt, ist die Verwendung von Shunts angezeigt, deren Spannungsabfall jeweils ein Vielfaches von 1 mV beträgt.

Beispiel: Ein Nebenwiderstand mit einem Spannungsabfall von 30 mV bei einem Strom von 30 A (d. h. also 1 mV Spannungsabfall pro Ampere) ergibt einen Anzeigebereich von 00.0 bis 30.0.

- Meßbereichsschalter auf 200 mV stellen in Betriebsart V.

- Messung vornehmen und Anzeigewert ablesen.

Shunt	Meßbereich	Anzeige	Wert
30 mV 30 A (HA 0303)	200 mV	00.0 bis ± 30.0	direkt ablesbar
30 mV 300 A (HA 0300)	200 mV	00.0 bis ± 30.0	Anzeige x 10
50 mV 50 A (HA 0512)	200 mV	00.0 bis ± 50.0	direkt ablesbar
50 mV 500 A (HA 1029)	200 mV	00.0 bis ± 50.0	Anzeige x 10



MESSUNG VON WECHSELSTRÖMEN MIT DER STROMANLEGEZANGE HA 1153

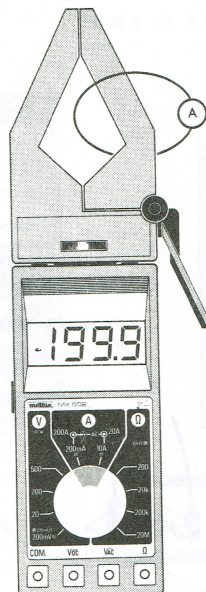
Eine Stromanlegezange ist ein Stromstärken-Umsetzer mit dem Wechselströme gemessen werden können, ohne den Meßkreis aufzutrennen.

Die Stromanlegezange wird direkt am Multimeter befestigt. Mit der Rändelmutter in der Mitte wird die Zange festgeschraubt und der seitliche Hebel dient zum Öffnen der Zange. Die Zange kann wie abgebildet aufgesetzt werden oder auch mit dem Hebel auf der linken Seite.

- Meßbereichsschalter auf 20 A oder 200 A stellen im Funktionsbereich A.

- Zange öffnen und um den stromdurchflossenen Leiter schieben. Anschl. Zange wieder schließen und Anzeigewert ablesen.

Meßbereich	Anzeige
20 A	0.00 bis 19.99 A
200 A	0.00 bis 199.9 A



MESSUNG VON WECHSELSTRÖMEN MIT DEM WECHSELSTROMADAPTER HA 1183

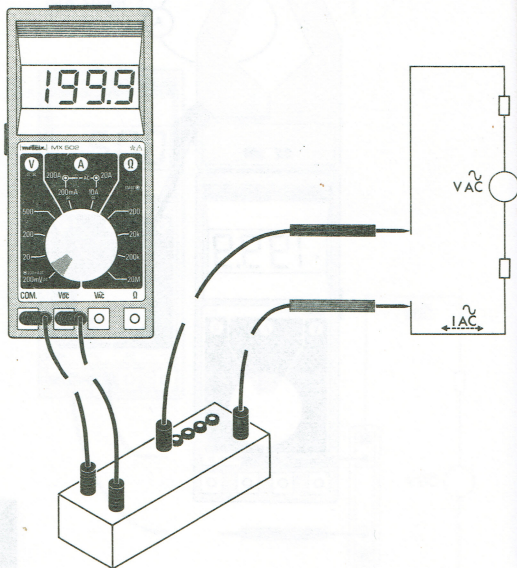
Mit diesem Zubehör werden folgende zusätzliche Meßbereiche erfasst : 2 - 20 - 200 mA \sim und 2 - 10 A \sim .*
Der Adapter wird in Reihe in den zu messenden Stromkreis eingefügt.

Anmerkung : Vor jedem Eingriff muß die Stromversorgung des Meßkreises abgeschaltet werden!

- Meßbereichsschalter auf 200 mVDC stellen im Funktionsbereich V.
- Adapter und Meßgerät wie in der Abb. gezeigt anschließen.
- Messung vornehmen.

Meßbereich des Multi-meters	Meßbereich am HA 1183	Anzeige	Wert
200 mV DC	2 mA	00.0 bis 199.9	÷ 100 in mA
	20 mA	00.0 bis 199.9	÷ 10 in mA
	200 mA	00.0 bis 199.9	direkt ablesbar
	2 A	00.0 bis 199.9	÷ 100 in A
	10 A	00.0 bis 199.9	÷ 10 in A

* 20 A für 5 Min.



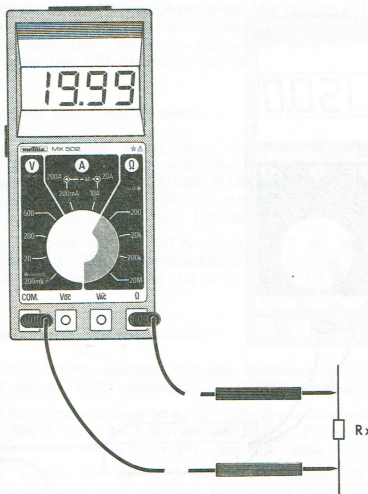
MESSUNG VON WIDERSTÄNDEN

- Meßbereichsschalter in Funktionsbereich Ω auf einen der Meßbereiche zwischen 200 Ω und 20 M Ω stellen.
- Rote bzw. schwarze Meßschnur in die Buchse Ω bzw. COM stecken.
- Widerstand messen und Anzeigewert ablesen.

Meßbereich	Anzeige
200 Ω	00.0 bis 199.9 Ω
20 k Ω	0.00 bis 19.99 k Ω
200 k Ω	00.0 bis 199.9 k Ω
20 M Ω	0.00 bis 19.99 M Ω

Anmerkung : Bei offenem Meßkreis erscheint die Anzeige "1 . . ." da wegen des unendlichen Widerstandes ein Überlauf angezeigt wird. Diese Anzeige erscheint auch, wenn der gemessene Widerstand höher ist als der eingestellte Meßbereich.

Widerstände sollen nur in spannungsfreien Schaltungen gemessen werden.



MESSUNG VON TEMPERATUREN

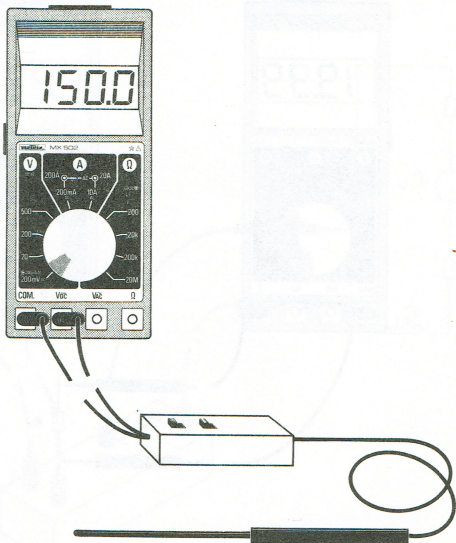
Zur Messung von Temperaturen können zwei Temperaturmeßsonden verwendet werden :

- 1) Mit der Temperatursonde HA 1159 können Temperaturen von Festkörpern oder Gasen im Bereich $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$ gemessen werden (die Sonde darf nicht in Flüssigkeiten eingetaucht werden). Die Anzeige der Temperatur kann direkt abgelesen werden.
 - Die Sonde wird gemäß Abbildung angeschlossen und die Temperatur kann direkt abgelesen werden.

Meßbereich Sonde	Meßbereich Multimeter	Direkte Anzeige in $^{\circ}\text{C}$
1 mV/ $^{\circ}\text{C}$	200 mV DC	$-50,0$ bis $+150,0$

- 2) Die Temperatursonde HA 0836 mit einem Eisen/Konstantan-Thermoelement gibt eine Spannung im mV-Bereich ab, die gemessen wird und mittels der der Sonde beiliegenden Umrechnungstabelle einfach in $^{\circ}\text{C}$ - Werte umgerechnet werden kann.

Meßbereich Multimeter	Anzeige
200 mV DC	von $-08,0$ mV für $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+45,5$ mV für $+800\text{ }^{\circ}\text{C}$



ARBEITSWEISE

Dieses Multimeter besteht aus folgenden Baugruppen :

- den Eingangsstufen
- dem LSI-Baustein Z101,
- dem Anzeige-Baustein Z103,
- der Stromversorgung mit der 9-V-Standardbatterie

INGANGSSTUFEN

a) Messung von Gleichspannungen

Die zu messende Spannung liegt zwischen VDC und COM. Die Widerstände R101 bis R105 bilden einen Spannungsteiler. Die Eingänge dieses Spannungsteilers werden durch den Schalter S102 so angewählt, daß am Eingang des LSI-Bausteins jeweils eine maximale Spannung von 200 mV liegt.

Anmerkung : Die Stellung 1 des Schalters S102 entspricht der Meßbereichseinstellung 200 mV.

b) Messung von Wechselspannungen

Wechselspannungen liegen zwischen VAC und COM an. Die Widerstände R106, R107 sowie R103 bis R105 bilden einen Spannungsteiler. Die Wechselspannung wird durch CR101 gleichgerichtet (die Dioden CR102 und CR108 sind Schutzdioden). Die so gleichgerichtete und gefilterte Spannung wird an den Eingang des LSI-Bausteins gelegt.

c) Messung von Gleichströmen

Der Widerstand R110 dient als Nebenwiderstand für Ströme bis zu 200 mA. Die an R110 abfallende Spannung wird durch R108, R109, R116 und R115 heruntergeteilt und gelangt dann über S102 in Stellung 200 mA DC zum Baustein Z101.

Für Ströme bis zu 10 A dient R115 als Nebenwiderstand. Der Spannungsabfall wird über R116 und S102 in Stellung 10 ADC am Baustein Z101 geleitet.

d) Messung von Wechselströmen

Wechselströme werden mit der Stromwandlerzange mit einem Teilverhältnis 1 : 10 000 gemessen.

Die Stromanlegezange ist ein Stromstärken-Umsetzer : für 200 A bzw. 20 A Stromdurchfluß im Primärkreis, fließen im Sekundärkreis 20 mA bzw. 2 mA.

Der Strom im Sekundärkreis wird durch CR105 gleichgerichtet und ruft an R116 und R115 einen Spannungsabfall vor, der entweder direkt an den Eingang von Z101 gelegt wird (Meßbereich 20 A) oder nach Teilung durch R109, R108 (Meßbereich 200 A).

e) Messung von Widerständen

Die Versorgungsspannung von + 9 V gelangt über CR103 und R111 an den in Reihe geschalteten zu messenden Widerstand R_x und an den gezeichneten Widerstand R121.

Der Spannungsabfall an den Klemmen von R_x wird direkt an Z101 gelegt an die Eingänge E + pin 31 und E V_{ref} , pin 36.

Der durch R_x und durch R121 fließende Strom I bestimmt die Spannungsabfälle $I \cdot R_x$ und $I \cdot R121$.

Die Anzahl der gezählten Impulse ist gleich N

$$N = \frac{V_x}{V_{ref}} \times 1000 \quad (\text{siehe folgenden Abschnitt})$$

$$\text{folglich gilt } N = \frac{I \cdot R_x}{I \cdot R121} \times 1000 = \frac{R_x}{R121}$$

Die Anzahl der Impulse ist daher stromunabhängig, sie hängt ausschließlich vom Verhältnis R_x zum gezeichneten Widerstand R121 ab.

In den Meßbereichen 20 k Ω , 200 k Ω und 20 M Ω dienen die Widerstände R122 bis R124 als gezeichnete Bezugswiderstände.

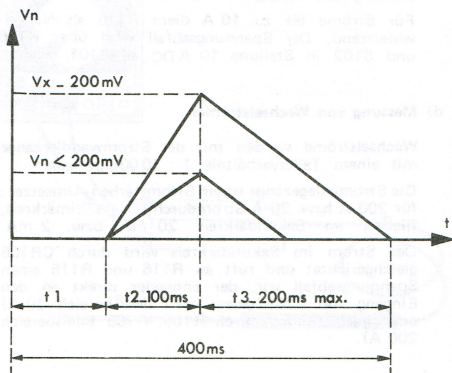
Baustein Z101

Es handelt sich hierbei um einen LSI-Baustein (Large Scale Integration = Höchste Integrationsdichte) mit geringem Stromverbrauch, der direkt eine 3 1/2 Digit-7-Segment-Flüssigkristallanzeige ansteuert.

In diesem Baustein sind integriert :

- der A/D-Wandler (analog/digital),
- der Zähler und die Anzeige-Ansteuerung,
- die Bezugsspannungsquelle und der Taktgeber.

Der Taktgeber gibt eine über R131 einstellbare Frequenz von 40 kHz ab, die anschl. durch 4 geteilt wird, um Zählimpulse von 100 μ s Dauer zu erhalten.



Während t_1 wird die gesamte Schaltung auf Null rückgesetzt. Hierzu wird der Verstärkereingang an Masse gelegt und die Offset-Spannungen der analogen Schaltkreise werden kompensiert.

Während t_2 wird die Eingangsspannung V_x für die Dauer von 1000 Taktimpulsen aufintegriert, d.h. also

$$1000 \times 100 \mu s = 100 \text{ ms.}$$

Die zwischen 0 und 200 mV liegende Spannung V_x ist direkt dem gemessenen Wert proportional.

Während t_3 wird eine Bezugsspannung V_{ref} aufintegriert. Zu Beginn dieser Phase wird der Eingang des Integrators von V_x auf V_{ref} umgeschaltet. Die Polarität der Bezugsspannung wird während t_2 je nach Polarität von V_x festgelegt.

Die Anzahl der gezählten Takte zwischen Beginn dieses Zyklus und dem Zeitpunkt zu dem der Ausgang des Integrators durch das Nullpotential geht, ist proportional zur Eingangsspannung V_x .

$$\text{Man kann also schreiben } N = \frac{V_x}{V_{ref}} \times 1000$$

und erhält für

$$V_x = 200 \text{ mV und } V_{ref} = 100 \text{ mV } N = 2000$$

7-Segment-Anzeigeeinheit Z103

Es handelt sich hierbei um eine vollständige 7-Segment-Einheit nach dem LCD-Verfahren mit 3 1/2 Digit. Sie wird über pin 1 mit einer Wechsellspannung 50 Hz versorgt, um Elektrolyse-Erscheinungen zu unterbinden.

Die Anzeigeeinheit ist direkt mit dem LSI-Baustein verbunden, der die Anzeige ansteuert.

Die Kommastellung wird über den Meßbereichschalter S102 eingestellt, der über "exklusiv oder" -Gatter Z102 die + 9 V-Versorgungsspannung anlegt. Diese Gatter erhalten auch eine 50 Hz-Rechteckspannung, die an die pins 16 - 12 gelangt (V1 und V2).

Über pin 38 wird das Zeichen " \leftarrow " angesteuert. Z102c erhält hierzu die Information über Q101.

Solange die Batteriespannung über 7 V liegt, ist Q101 gesättigt, der Kollektor liegt auf niederem Potential und das Zeichen " \leftarrow " ist gelöscht.

Sinkt die Batteriespannung unter 7 V, ist Q101 gesperrt, der Kollektor liegt auf hohem Potential und das Zeichen " \leftarrow " erscheint in der Anzeige.

Bei Gleichspannungen wird eine negative Polarität der Punkte VDC, 200 mADC und 10 ADC gegenüber COM angezeigt. Bei positiver Polarität wird kein "+"-Zeichen in der Anzeige aktiviert.

Bei einem Zählerüberlauf, d.h. bei Überschreiten von 1999 Zählpunkten, erscheint in der Anzeige die "1" auf der linken Seite und alle anderen Ziffern werden gelöscht.

WARTUNG UND PFLEGE

Dieses Multimeter benötigt keinerlei besondere Wartung. Lediglich eine längere Lagerung mit eingesetzter Batterie sollte vermieden werden, da ein Auslaufen der Batterie zur Oxydation der Kontaktfedern führen kann.

EINSTELLUNG

Die Einstellung wird nur an zwei Potentiometern vorgenommen. Das Gerät ist dabei an eine Batterie anzuschließen, die im Betrieb 9 V abgibt.

Taktfrequenz

Zur Einstellung der Taktfrequenz wird die Periodendauer an pin 21 von Z101 gemessen. Die Frequenz an diesem Punkt beträgt $40000 \text{ Hz}/800 = 50 \text{ Hz}$. R131 wird so justiert, daß eine Periodendauer von $20 \text{ ms} \pm 0,1\%$ gemessen wird.

Integrationsflanke

- Zur Einstellung Meßbereich 200 mV einstellen.
- Buchse VDC und COM kurzschließen. In der Anzeige muß 00.0 erscheinen.
- Eine Spannung von genau $190 \text{ mV}_{\text{DC}}$ bei $\text{VDC} +$ und bei $\text{COM} -$ einspeisen. R119 so verstellen, daß in der Anzeige 190.0 erscheint.
- Polarität der Spannungsquelle vertauschen und prüfen, ob in der Anzeige nun -190.0 erscheint.

LISTE DE PIÈCES ÉLECTRIQUES

LIST OF REPLACEABLE PARTS

LISTE DER ELEKTRISCHEN BAUTEILE

BT101	9 V	(6 F22 Leclanche)	
C101	0,1 μF	10 %	100 V
C102	22 000 pF	- 20 + 80 %	63 V
C103	0,1 μF	10 %	100 V
C104	0,22 μF	10 %	100 V
C105	0,1 μF	10 %	100 V
C106	10 000 pF	- 20 + 80 %	63 V
C107	82 pF	2 %	63 V
C108	10 μF	20 %	35 V
C109	10 μF	20 %	35 V
CR101	1N4148		
CR102	1N4148		
CR103	1N4004		
CR104	1N4004		
CR105	1N4148		
CR106	1N4148		
CR107	1N4148		
CR108	BZX 46 C10		
F101	Fusible	16 A 380 V	
F102	Fusible	1 A ST	
Q101	BC237		
R101	990 k Ω	0.5 %	1/2 W
R102	990 k Ω	0.5 %	1/2 W
R103	18 k Ω	0.5 %	1/8 W
R104	1.8 k Ω	0.5 %	1/8 W
R105	200 Ω	0.5 %	1/8 W
R106	440 k Ω	0.5 %	1/2 W

R107	440 k Ω	0.5 %	1/2 W
R108	30 k Ω	2 %	1/4 W
R109	270 k Ω	2 %	1/4 W
R110	1.1 Ω	1 %	1 W
R111	3.9 k Ω	5 %	8 W
R112	150 k Ω	2 %	1/4 W
R113	33 k Ω	2 %	1/2 W
R114	470 k Ω	5 %	1/4 W
R115	0.01 Ω \pm 0.5 %	10 A	LE 0324
R116	220 Ω	2 %	1/4 W
R117	220 Ω	2 %	1/4 W
R118	196 k Ω	0.5 %	1/8 W
R119	2.2 k Ω	20 %	lin.
R120	6.19 k Ω	0.5 %	1/8 W
R121	101 Ω	0.5 %	1/8 W
R122	10 k Ω	0.5 %	1/8 W
R123	90.9 k Ω	0.5 %	1/8 W
R124	10 M Ω	5 %	1/2 W
R125	470 k Ω	5 %	1/4 W
R126	470 k Ω	5 %	1/4 W
R127	130 k Ω	2 %	1/4 W
R128	150 k Ω	2 %	1/4 W
R129	150 k Ω	2 %	1/4 W
R130	120 k Ω	2 %	1/4 W
R131	47 k Ω	20 %	lin.
R132	1 M Ω	2 %	1/4 W
R133	1 M Ω	2 %	1/4 W
R134	1 M Ω	2 %	1/4 W
R135	510 k Ω	5 %	1/4 W
R136	120 k Ω	2 %	1/4 W
R137	1 M Ω	5 %	1/4 W
R138	100 k Ω	2 %	1/4 W

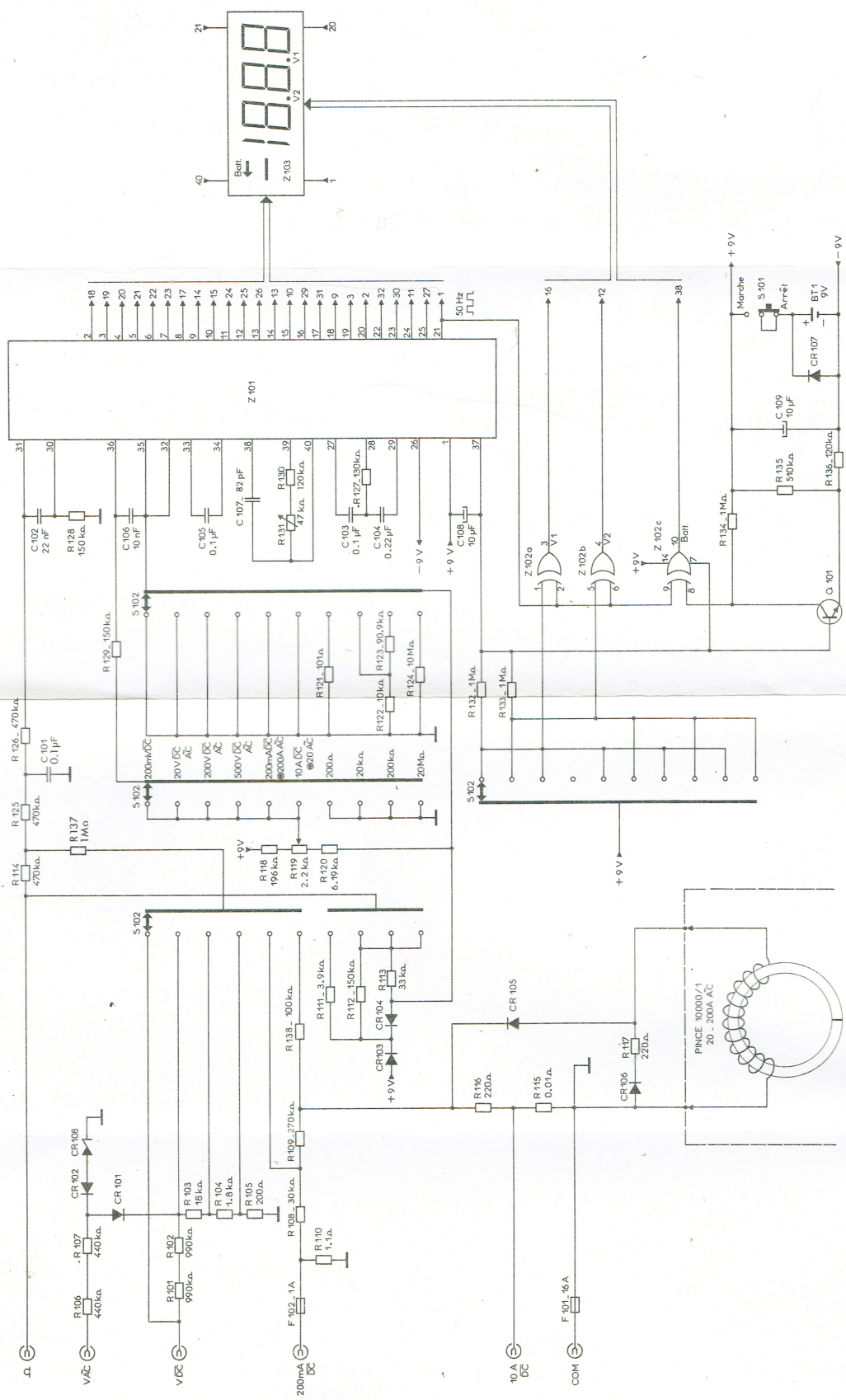
S101 Inverseur 2 pos. KE 1210 Metrix

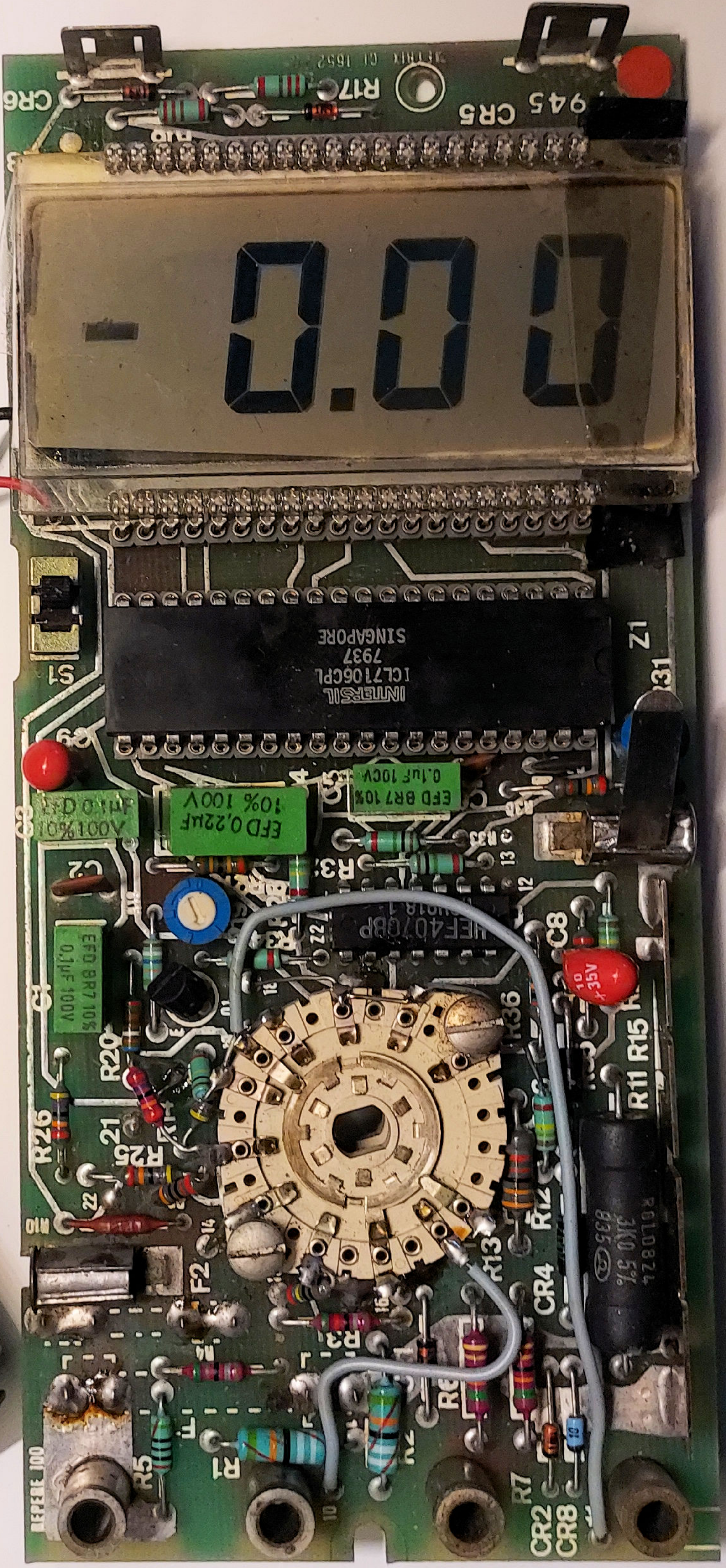
S102 2 galettes KC 0102 Metrix

Z101 LSI/ICL 7106 CPL DIL 40

Z102 C - MOS 4070 B TO 116 - DIL 14

Z103 LCD 3 1/2 digits





0000

7937
SINGAPORE
ICL7106CPL
INTERMIL

Z1
31

HEF4070BP

958
7280702
1.5 0XE

DEPEK 100

945 CR5
R17
CR6

A001%01
FM10 Q-33

EFD 0.22µF
10% 100V

EFD BR7 10%
0.1µF 100V

EFD BR7 10%
0.1µF 100V

10
35V

R11 R15

CR2
CR8

CR6

945 CR5

S1

C2

C1

F2

R1

R5

R20

R21

R25

R26

R27

R28

R29

R30

R31

R32

R33

R34

R35

R36

R37

R38

R39

R40

R41

R42

R43

R44

R45

R46

R47

R48

R49

R50

R51

R52

R53

R54

R55

R56

R57

R58

R59

R60

R61

R62

R63

R64

R65

R66

R67

R68

R69

R70

R71

R72

R73

R74

R75

R76

R77

R78

R79

R80

R81

R82

R83

R84

R85

R86

R87

R88

R89

R90

R91

R92

R93

R94

R95

R96

R97

R98

R99

R100

R101

R102

R103

R104

R105

R106

R107

R108

R109

R110

R111

R112

R113

R114

R115

R116

R117

R118

R119

R120

R121

R122

R123

R124

R125

R126

R127

R128

R129

R130

R131

R132

R133

R134

R135

R136

R137

R138

R139

R140

R141

R142

R143

R144

R145

R146

R147

R148

R149

R150

R151

R152

R153

R154

R155

R156

R157

R158

R159

R160

R161

R162

R163

R164

R165

R166

R167

R168

R169

R170

R171

R172

R173

R174

R175

R176

R177

R178

R179

R180

R181

R182

R183

R184

R185

R186

R187

R188

R189

R190

R191

R192

R193

R194

R195

R196

R197

R198

R199

R200

R201

R202

R203

R204

R205

R206

R207

R208

R209

R210

R211

R212

R213

R214

R215

R216

R217

R218

R219

R220

R221

R222

R223

R224

R225

R226

R227

R228

R229

R230

R231

R232

R233

R234

R235

R236

R237

R238

R239

R240

R241

R242

R243

R244

R245

R246

R247

R248

R249

R250

R251

R252

R253

R254

R255

R256

R257

R258

R259

R260

R261

R262

R263

R264

R265

R266

R267

R268

R269

R270

R271

R272

R273

R274

R275

R276

R277

R278

R279

R280

R281

R282

R283

R284

R285

R286

R287

R288

R289

R290

R291

R292

R293

R294

R295

R296

R297

R298

R299

R300

R301

R302

R303

R304

R305

R306

R307

R308

R309

R310

R311

R312

R313

R314

R315

R316

R317

R318

R319

R320

R321

R322

R323

</

451R4 944
OPTRONICS

RETRIN CI 1852/S

102 2 101



3¹/₂ Digit, LCD/LED Display, A/D Converters

The Intersil ICL7106 and ICL7107 are high performance, low power, 3¹/₂ digit A/D converters. Included are seven segment decoders, display drivers, a reference, and a clock. The ICL7106 is designed to interface with a liquid crystal display (LCD) and includes a multiplexed backplane drive; the ICL7107 will directly drive an instrument size light emitting diode (LED) display.

The ICL7106 and ICL7107 bring together a combination of high accuracy, versatility, and true economy. It features auto-zero to less than 10 μ V, zero drift of less than 1 μ V/ $^{\circ}$ C, input bias current of 10pA (Max), and rollover error of less than one count. True differential inputs and reference are useful in all systems, but give the designer an uncommon advantage when measuring load cells, strain gauges and other bridge type transducers. Finally, the true economy of single power supply operation (ICL7106), enables a high performance panel meter to be built with the addition of only 10 passive components and a display.

Features

- Guaranteed Zero Reading for 0V Input on All Scales
- True Polarity at Zero for Precise Null Detection
- 1pA Typical Input Current
- True Differential Input and Reference, Direct Display Drive
 - LCD ICL7106, LED ICL7107
- Low Noise - Less Than 15 μ V_{p-p}
- On Chip Clock and Reference
- Low Power Dissipation - Typically Less Than 10mW
- No Additional Active Circuits Required
- Enhanced Display Stability
- Pb-Free Plus Anneal Available (RoHS Compliant)

Ordering Information

PART NO.	PART MARKING	TEMP. RANGE (°C)	PACKAGE	PKG. DWG. #
ICL7106CPL	ICL7106CPL	0 to 70	40 Ld PDIP	E40.6
ICL7106CPLZ (Note 2)	ICL7106CPLZ	0 to 70	40 Ld PDIP (Pb-free) (Note 3)	E40.6
ICL7106CM44	ICL7106CM44	0 to 70	44 Ld MQFP	Q44.10x10
ICL7106CM44Z (Note 2)	ICL7106CM44Z	0 to 70	44 Ld MQFP (Pb-free)	Q44.10x10
ICL7106CM44ZT (Note 2)	ICL7106CM44Z	0 to 70	44 Ld MQFP Tape and Reel (Pb-free)	Q44.10x10
ICL7107CPL	ICL7107CPL	0 to 70	40 Ld PDIP	E40.6
ICL7107CPLZ (Note 2)	ICL7107CPLZ	0 to 70	40 Ld PDIP (Pb-free) (Note 3)	E40.6
ICL7107RCPL	ICL7107RCPL	0 to 70	40 Ld PDIP (Note 1)	E40.6
ICL7107RCPLZ (Note 2)	ICL7107RCPLZ	0 to 70	40 Ld PDIP (Pb-free) (Notes 1, 3)	E40.6
ICL7107SCPL	ICL7107SCPL	0 to 70	40 Ld PDIP (Notes 1, 3)	E40.6
ICL7107SCPLZ (Note 2)	ICL7107SCPLZ	0 to 70	40 Ld PDIP (Pb-free) (Notes 1, 3)	E40.6
ICL7107CM44	ICL7107CM44	0 to 70	44 Ld MQFP	Q44.10x10
ICL7107CM44T	ICL7107CM44	0 to 70	44 Ld MQFP Tape and Reel	Q44.10x10
ICL7107CM44Z (Note 2)	ICL7107CM44Z	0 to 70	44 Ld MQFP (Pb-free)	Q44.10x10
ICL7107CM44ZT (Note 2)	ICL7107CM44Z	0 to 70	44 Ld MQFP Tape and Reel (Pb-free)	Q44.10x10

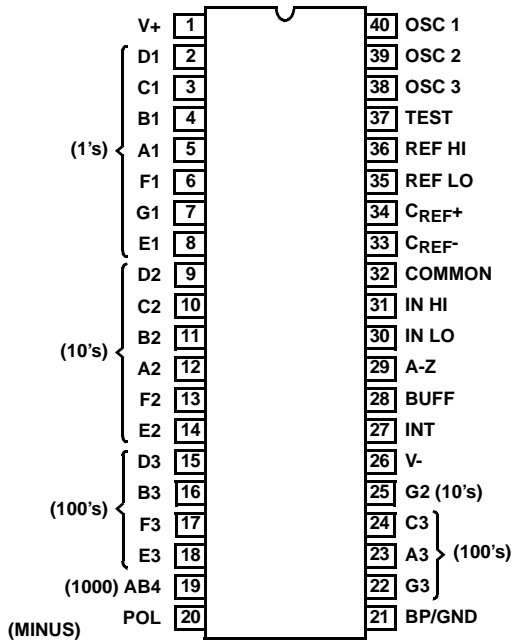
NOTES:

1. "R" indicates device with reversed leads for mounting to PC board underside. "S" indicates enhanced stability.
2. Intersil Pb-free plus anneal products employ special Pb-free material sets; molding compounds/die attach materials and 100% matte tin plate termination finish, which are RoHS compliant and compatible with both SnPb and Pb-free soldering operations. Intersil Pb-free products are MSL classified at Pb-free peak reflow temperatures that meet or exceed the Pb-free requirements of IPC/JEDEC J STD-020.
3. Pb-free PDIPs can be used for through hole wave solder processing only. They are not intended for use in Reflow solder processing applications.

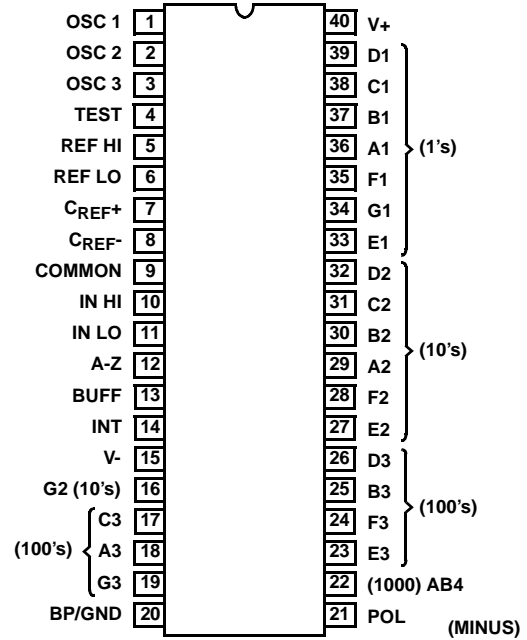
ICL7106, ICL7107, ICL7107S

Pinouts

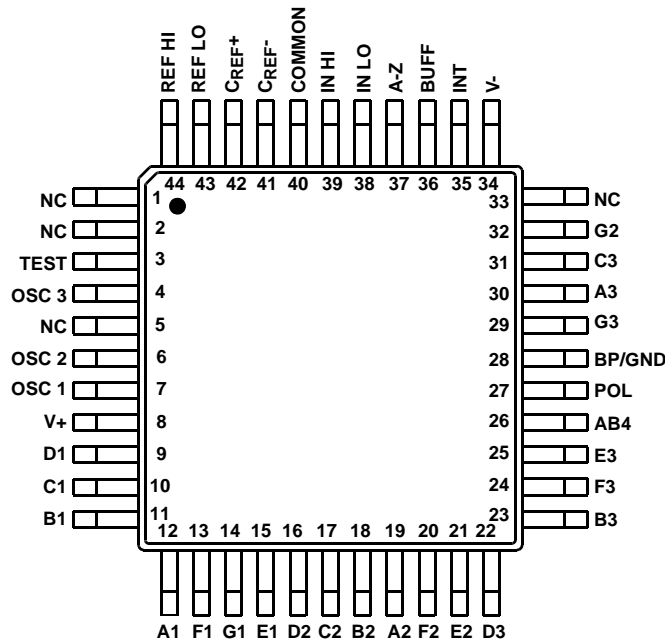
ICL7106, ICL7107 (PDIP)
TOP VIEW



ICL7107R (PDIP)
TOP VIEW



ICL7106, ICL7107 (MQFP)
TOP VIEW



ICL7106, ICL7107, ICL7107S

Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage	
ICL7106, V+ to V-	15V
ICL7107, V+ to GND	6V
ICL7107, V- to GND	-9V
Analog Input Voltage (Either Input) (Note 1)	V+ to V-
Reference Input Voltage (Either Input)	V+ to V-
Clock Input	
ICL7106	TEST to V+
ICL7107	GND to V+

Operating Conditions

Temperature Range 0°C to 70°C

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

NOTES:

1. Input voltages may exceed the supply voltages provided the input current is limited to $\pm 100\mu\text{A}$.
2. θ_{JA} is measured with the component mounted on a low effective thermal conductivity test board in free air. See Tech Brief TB379 for details.

Thermal Information

Thermal Resistance (Typical, Note 2)	θ_{JA} (°C/W)
PDIP Package	50
MQFP Package	75
Maximum Junction Temperature	150°C
Maximum Storage Temperature Range	-65°C to 150°C
Maximum Lead Temperature (Soldering 10s)	300°C (MQFP - Lead Tips Only)

NOTE: Pb-free PDIPs can be used for through hole wave solder processing only. They are not intended for use in Reflow solder processing applications.

Electrical Specifications (Note 3)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
SYSTEM PERFORMANCE					
Zero Input Reading	$V_{IN} = 0.0V$, Full Scale = 200mV	-000.0	± 000.0	+000.0	Digital Reading
Stability (Last Digit) (ICL7106S, ICL7107S Only)	Fixed Input Voltage (Note 6)	-000.0	± 000.0	+000.0	Digital Reading
Ratiometric Reading	$V_{IN} = V_{REF}$, $V_{REF} = 100mV$	999	999/1000	1000	Digital Reading
Rollover Error	$-V_{IN} = +V_{IN} \cong 200mV$ Difference in Reading for Equal Positive and Negative Inputs Near Full Scale	-	± 0.2	± 1	Counts
Linearity	Full Scale = 200mV or Full Scale = 2V Maximum Deviation from Best Straight Line Fit (Note 5)	-	± 0.2	± 1	Counts
Common Mode Rejection Ratio	$V_{CM} = 1V$, $V_{IN} = 0V$, Full Scale = 200mV (Note 5)	-	50	-	$\mu V/V$
Noise	$V_{IN} = 0V$, Full Scale = 200mV (Peak-To-Peak Value Not Exceeded 95% of Time)	-	15	-	μV
Leakage Current Input	$V_{IN} = 0$ (Note 5)	-	1	10	pA
Zero Reading Drift	$V_{IN} = 0$, 0°C To 70°C (Note 5)	-	0.2	1	$\mu V/^\circ C$
Scale Factor Temperature Coefficient	$V_{IN} = 199mV$, 0°C To 70°C, (Ext. Ref. 0ppm/ $x^\circ C$) (Note 5)	-	1	5	ppm/ $^\circ C$
End Power Supply Character V+ Supply Current	$V_{IN} = 0$ (Does Not Include LED Current for ICL7107)	-	1.0	1.8	mA
End Power Supply Character V- Supply Current	ICL7107 Only	-	0.6	1.8	mA
COMMON Pin Analog Common Voltage	25k Ω Between Common and Positive Supply (With Respect to + Supply)	2.4	3.0	3.2	V
Temperature Coefficient of Analog Common	25k Ω Between Common and Positive Supply (With Respect to + Supply)	-	80	-	ppm/ $^\circ C$
DISPLAY DRIVER ICL7106 ONLY					
Peak-To-Peak Segment Drive Voltage	V+ = to V- = 9V (Note 4)	4	5.5	6	V
Peak-To-Peak Backplane Drive Voltage					

ICL7106, ICL7107, ICL7107S

Electrical Specifications (Note 3) (Continued)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
DISPLAY DRIVER ICL7107 ONLY					
Segment Sinking Current	V+ = 5V, Segment Voltage = 3V				
Except Pins 19 and 20		5	8	-	mA
Pin 19 Only		10	16	-	mA
Pin 20 Only	4	7	-	mA	

NOTES:

- Unless otherwise noted, specifications apply to both the ICL7106 and ICL7107 at $T_A = 25^\circ\text{C}$, $f_{\text{CLOCK}} = 48\text{kHz}$. ICL7106 is tested in the circuit of Figure 1. ICL7107 is tested in the circuit of Figure 2.
- Back plane drive is in phase with segment drive for "off" segment, 180 degrees out of phase for "on" segment. Frequency is 20 times conversion rate. Average DC component is less than 50mV.
- Not tested, guaranteed by design.
- Sample Tested.

Typical Applications and Test Circuits

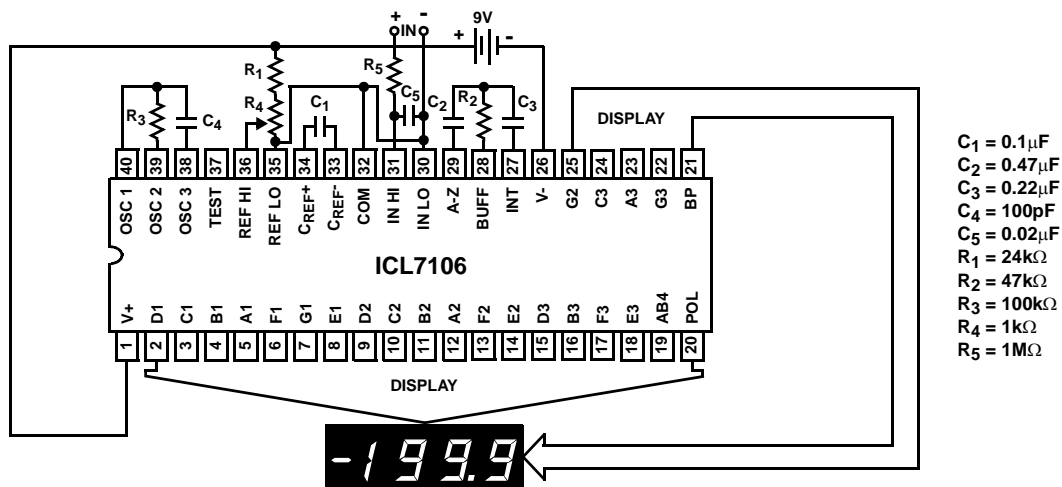


FIGURE 1. ICL7106 TEST CIRCUIT AND TYPICAL APPLICATION WITH LCD DISPLAY COMPONENTS SELECTED FOR 200mV FULL SCALE

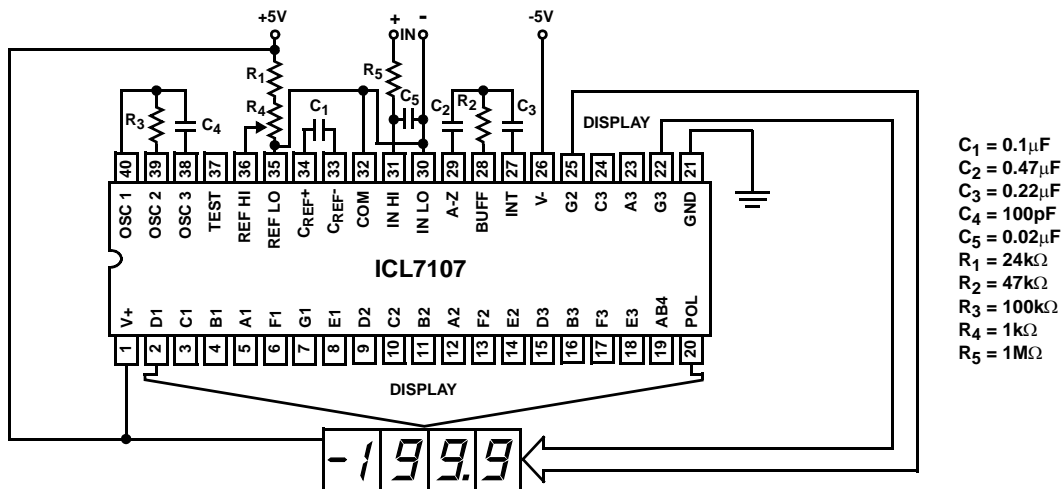


FIGURE 2. ICL7107 TEST CIRCUIT AND TYPICAL APPLICATION WITH LED DISPLAY COMPONENTS SELECTED FOR 200mV FULL SCALE

Design Information Summary Sheet

• **OSCILLATOR FREQUENCY**

$f_{OSC} = 0.45/RC$
 $C_{OSC} > 50pF; R_{OSC} > 50k\Omega$
 $f_{OSC} (Typ) = 48kHz$

• **OSCILLATOR PERIOD**

$t_{OSC} = RC/0.45$

• **INTEGRATION CLOCK FREQUENCY**

$f_{CLOCK} = f_{OSC}/4$

• **INTEGRATION PERIOD**

$t_{INT} = 1000 \times (4/f_{OSC})$

• **60/50Hz REJECTION CRITERION**

t_{INT}/t_{60Hz} or $t_{INT}/t_{50Hz} = \text{Integer}$

• **OPTIMUM INTEGRATION CURRENT**

$I_{INT} = 4\mu A$

• **FULL SCALE ANALOG INPUT VOLTAGE**

$V_{INFS} (Typ) = 200mV$ or $2V$

• **INTEGRATE RESISTOR**

$R_{INT} = \frac{V_{INFS}}{I_{INT}}$

• **INTEGRATE CAPACITOR**

$C_{INT} = \frac{(t_{INT})(I_{INT})}{V_{INT}}$

• **INTEGRATOR OUTPUT VOLTAGE SWING**

$V_{INT} = \frac{(t_{INT})(I_{INT})}{C_{INT}}$

• **V_{INT} MAXIMUM SWING:**

$(V- + 0.5V) < V_{INT} < (V+ - 0.5V)$, $V_{INT} (Typ) = 2V$

• **DISPLAY COUNT**

$COUNT = 1000 \times \frac{V_{IN}}{V_{REF}}$

• **CONVERSION CYCLE**

$t_{CYC} = t_{CLOCK} \times 4000$
 $t_{CYC} = t_{OSC} \times 16,000$
 when $f_{OSC} = 48kHz$; $t_{CYC} = 333ms$

• **COMMON MODE INPUT VOLTAGE**

$(V- + 1V) < V_{IN} < (V+ - 0.5V)$

• **AUTO-ZERO CAPACITOR**

$0.01\mu F < C_{AZ} < 1\mu F$

• **REFERENCE CAPACITOR**

$0.1\mu F < C_{REF} < 1\mu F$

• **V_{COM}**

Biased between V_i and V_- .

• **V_{COM} ≅ V+ - 2.8V**

Regulation lost when $V+$ to $V_- < \cong 6.8V$
 If V_{COM} is externally pulled down to $(V+ \text{ to } V_-)/2$, the V_{COM} circuit will turn off.

• **ICL7106 POWER SUPPLY: SINGLE 9V**

$V+ - V_- = 9V$
 Digital supply is generated internally
 $V_{GND} \cong V+ - 4.5V$

• **ICL7106 DISPLAY: LCD**

Type: Direct drive with digital logic supply amplitude.

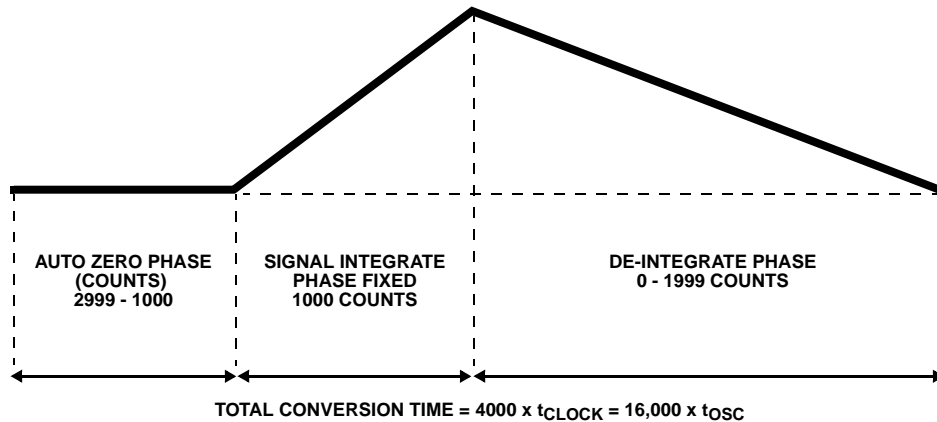
• **ICL7107 POWER SUPPLY: DUAL ±5.0V**

$V+ = +5V$ to GND
 $V_- = -5V$ to GND
 Digital Logic and LED driver supply $V+$ to GND

• **ICL7107 DISPLAY: LED**

Type: Non-Multiplexed Common Anode

Typical Integrator Amplifier Output Waveform (INT Pin)



Detailed Description

Analog Section

Figure 3 shows the Analog Section for the ICL7106 and ICL7107. Each measurement cycle is divided into three phases. They are (1) auto-zero (A-Z), (2) signal integrate (INT) and (3) de-integrate (DE).

Auto-Zero Phase

During auto-zero three things happen. First, input high and low are disconnected from the pins and internally shorted to analog COMMON. Second, the reference capacitor is charged to the reference voltage. Third, a feedback loop is closed around the system to charge the auto-zero capacitor C_{AZ} to compensate for offset voltages in the buffer amplifier, integrator, and comparator. Since the comparator is included in the loop, the A-Z accuracy is limited only by the noise of the system. In any case, the offset referred to the input is less than $10\mu\text{V}$.

Signal Integrate Phase

During signal integrate, the auto-zero loop is opened, the internal short is removed, and the internal input high and low are connected to the external pins. The converter then integrates the differential voltage between IN HI and IN LO for a fixed time. This differential voltage can be within a wide common mode range: up to 1V from either supply. If, on the other hand, the input signal has no return with respect to the converter power supply, IN LO can be tied to analog COMMON to establish the correct common mode voltage. At the end of this phase, the polarity of the integrated signal is determined.

De-Integrate Phase

The final phase is de-integrate, or reference integrate. Input low is internally connected to analog COMMON and input high is connected across the previously charged reference capacitor. Circuitry within the chip ensures that the capacitor will be connected with the correct polarity to cause the integrator output to return to zero. The time required for the

output to return to zero is proportional to the input signal. Specifically the digital reading displayed is:

$$\text{DISPLAY COUNT} = 1000 \left(\frac{V_{\text{IN}}}{V_{\text{REF}}} \right).$$

Differential Input

The input can accept differential voltages anywhere within the common mode range of the input amplifier, or specifically from 0.5V below the positive supply to 1V above the negative supply. In this range, the system has a CMRR of 86dB typical. However, care must be exercised to assure the integrator output does not saturate. A worst case condition would be a large positive common mode voltage with a near full scale negative differential input voltage. The negative input signal drives the integrator positive when most of its swing has been used up by the positive common mode voltage. For these critical applications the integrator output swing can be reduced to less than the recommended 2V full scale swing with little loss of accuracy. The integrator output can swing to within 0.3V of either supply without loss of linearity.

Differential Reference

The reference voltage can be generated anywhere within the power supply voltage of the converter. The main source of common mode error is a roll-over voltage caused by the reference capacitor losing or gaining charge to stray capacity on its nodes. If there is a large common mode voltage, the reference capacitor can gain charge (increase voltage) when called up to de-integrate a positive signal but lose charge (decrease voltage) when called up to de-integrate a negative input signal. This difference in reference for positive or negative input voltage will give a roll-over error. However, by selecting the reference capacitor such that it is large enough in comparison to the stray capacitance, this error can be held to less than 0.5 count worst case. (See Component Value Selection.)

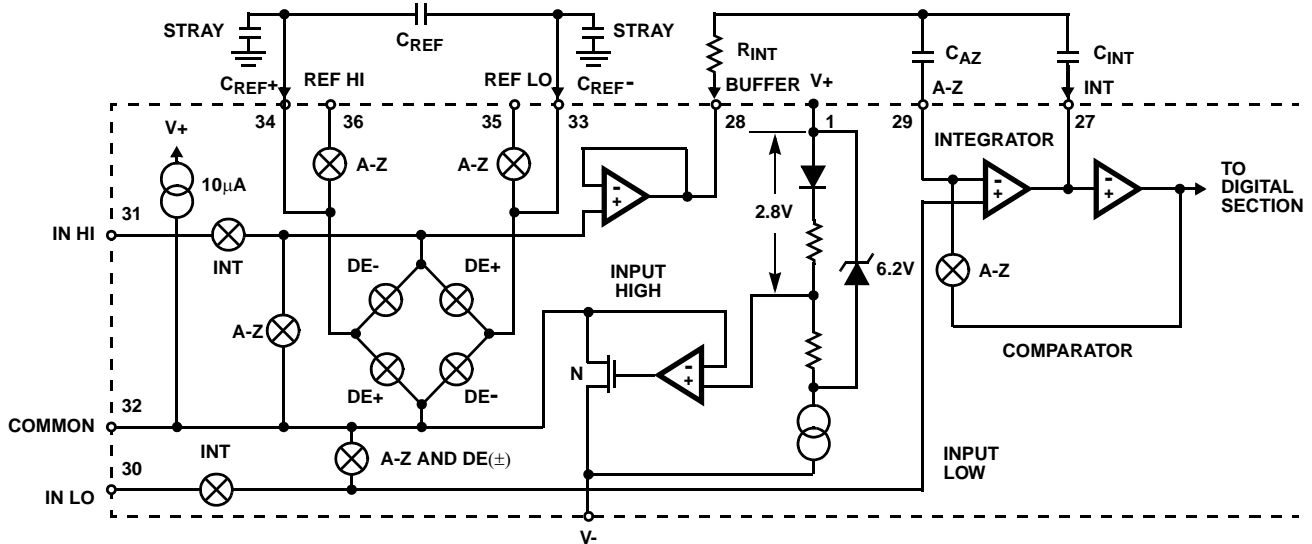


FIGURE 3. ANALOG SECTION OF ICL7106 AND ICL7107

Analog COMMON

This pin is included primarily to set the common mode voltage for battery operation (ICL7106) or for any system where the input signals are floating with respect to the power supply. The COMMON pin sets a voltage that is approximately 2.8V more negative than the positive supply. This is selected to give a minimum end-of-life battery voltage of about 6V. However, analog COMMON has some of the attributes of a reference voltage. When the total supply voltage is large enough to cause the zener to regulate (>7V), the COMMON voltage will have a low voltage coefficient (0.001%/V), low output impedance ($\approx 15\Omega$), and a temperature coefficient typically less than 80ppm/ $^{\circ}\text{C}$.

The limitations of the on chip reference should also be recognized, however. With the ICL7107, the internal heating which results from the LED drivers can cause some degradation in performance. Due to their higher thermal resistance, plastic parts are poorer in this respect than ceramic. The combination of reference Temperature Coefficient (TC), internal chip dissipation, and package thermal resistance can increase noise near full scale from 25 μV to 80 $\mu\text{V}_{\text{P-P}}$. Also the linearity in going from a high dissipation count such as 1000 (20 segments on) to a low dissipation count such as 1111(8 segments on) can suffer by a count or more. Devices with a positive TC reference may require several counts to pull out of an over-range condition. This is because over-range is a low dissipation mode, with the three least significant digits blanked. Similarly, units with a negative TC may cycle between over-range and a non-over-range count as the die alternately heats and cools. All these problems are of course eliminated if an external reference is used.

The ICL7106, with its negligible dissipation, suffers from none of these problems. In either case, an external reference can easily be added, as shown in Figure 4.

Analog COMMON is also used as the input low return during auto-zero and de-integrate. If IN LO is different from analog COMMON, a common mode voltage exists in the system and is taken care of by the excellent CMRR of the converter. However, in some applications IN LO will be set at a fixed known voltage (power supply common for instance). In this application, analog COMMON should be tied to the same point, thus removing the common mode voltage from the converter. The same holds true for the reference voltage. If reference can be conveniently tied to analog COMMON, it should be since this removes the common mode voltage from the reference system.

Within the IC, analog COMMON is tied to an N-Channel FET that can sink approximately 30mA of current to hold the voltage 2.8V below the positive supply (when a load is trying to pull the common line positive). However, there is only 10 μA of source current, so COMMON may easily be tied to a more negative voltage thus overriding the internal reference.

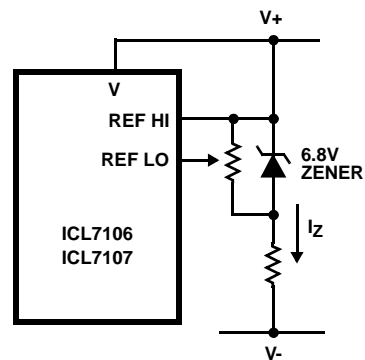


FIGURE 4A.

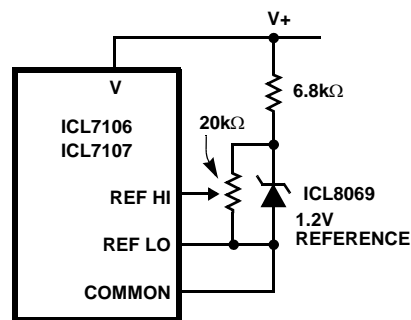


FIGURE 4B.

FIGURE 4. USING AN EXTERNAL REFERENCE

TEST

The TEST pin serves two functions. On the ICL7106 it is coupled to the internally generated digital supply through a 500 Ω resistor. Thus it can be used as the negative supply for externally generated segment drivers such as decimal points or any other presentation the user may want to include on the LCD display. Figures 5 and 6 show such an application. No more than a 1mA load should be applied.

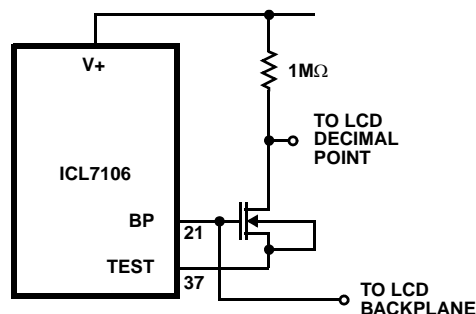


FIGURE 5. SIMPLE INVERTER FOR FIXED DECIMAL POINT

The second function is a "lamp test". When TEST is pulled high (to V+) all segments will be turned on and the display should read "1888". The TEST pin will sink about 15mA under these conditions.

CAUTION: In the lamp test mode, the segments have a constant DC voltage (no square-wave). This may burn the LCD display if maintained for extended periods.

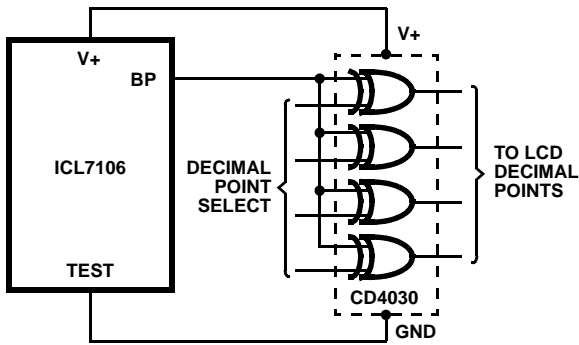


FIGURE 6. EXCLUSIVE 'OR' GATE FOR DECIMAL POINT DRIVE

Digital Section

Figures 7 and 8 show the digital section for the ICL7106 and ICL7107, respectively. In the ICL7106, an internal digital ground is generated from a 6V Zener diode and a large P-Channel source follower. This supply is made stiff to

absorb the relative large capacitive currents when the back plane (BP) voltage is switched. The BP frequency is the clock frequency divided by 800. For three readings/sec., this is a 60Hz square wave with a nominal amplitude of 5V. The segments are driven at the same frequency and amplitude and are in phase with BP when OFF, but out of phase when ON. In all cases negligible DC voltage exists across the segments.

Figure 8 is the Digital Section of the ICL7107. It is identical to the ICL7106 except that the regulated supply and back plane drive have been eliminated and the segment drive has been increased from 2mA to 8mA, typical for instrument size common anode LED displays. Since the 1000 output (pin 19) must sink current from two LED segments, it has twice the drive capability or 16mA.

In both devices, the polarity indication is "on" for negative analog inputs. If IN LO and IN HI are reversed, this indication can be reversed also, if desired.

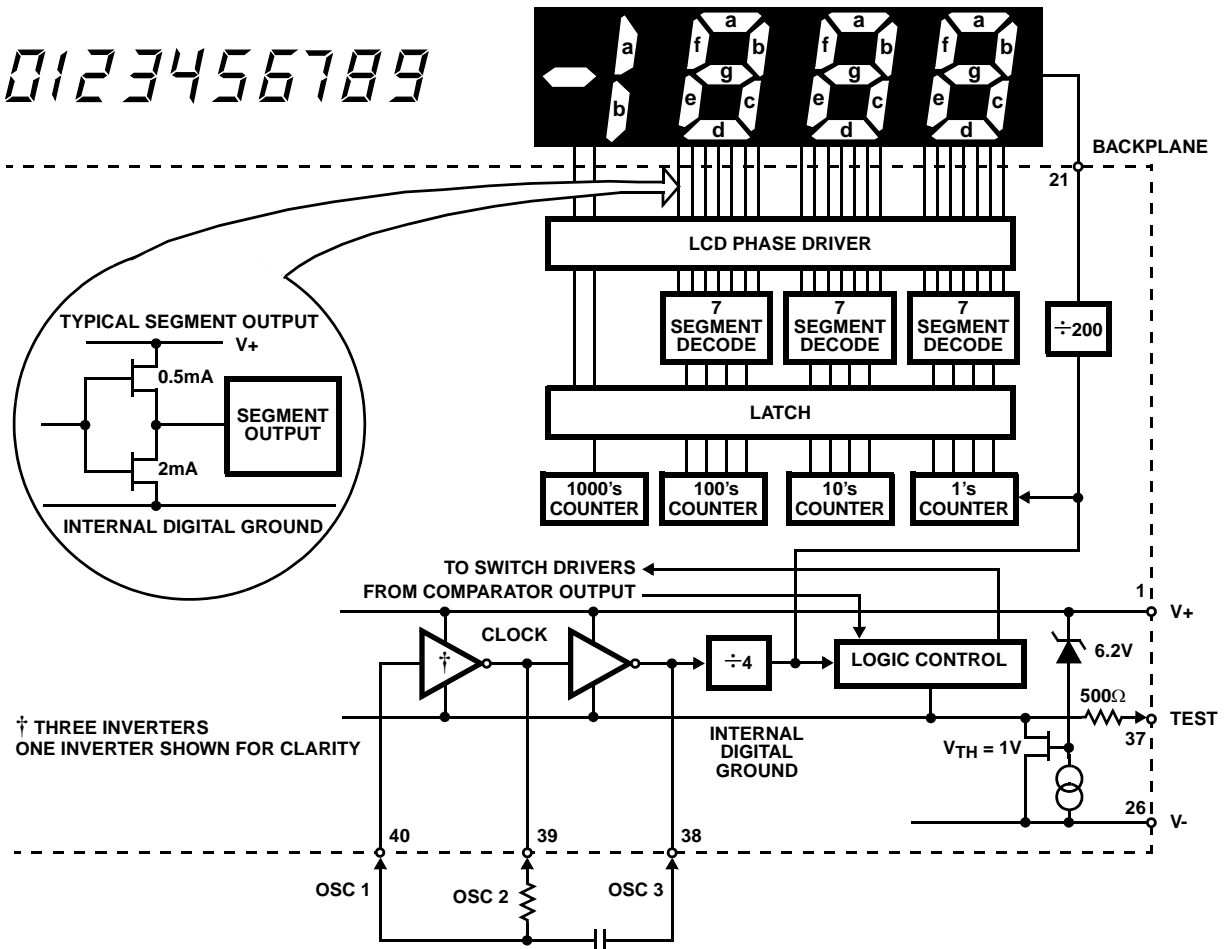


FIGURE 7. ICL7106 DIGITAL SECTION

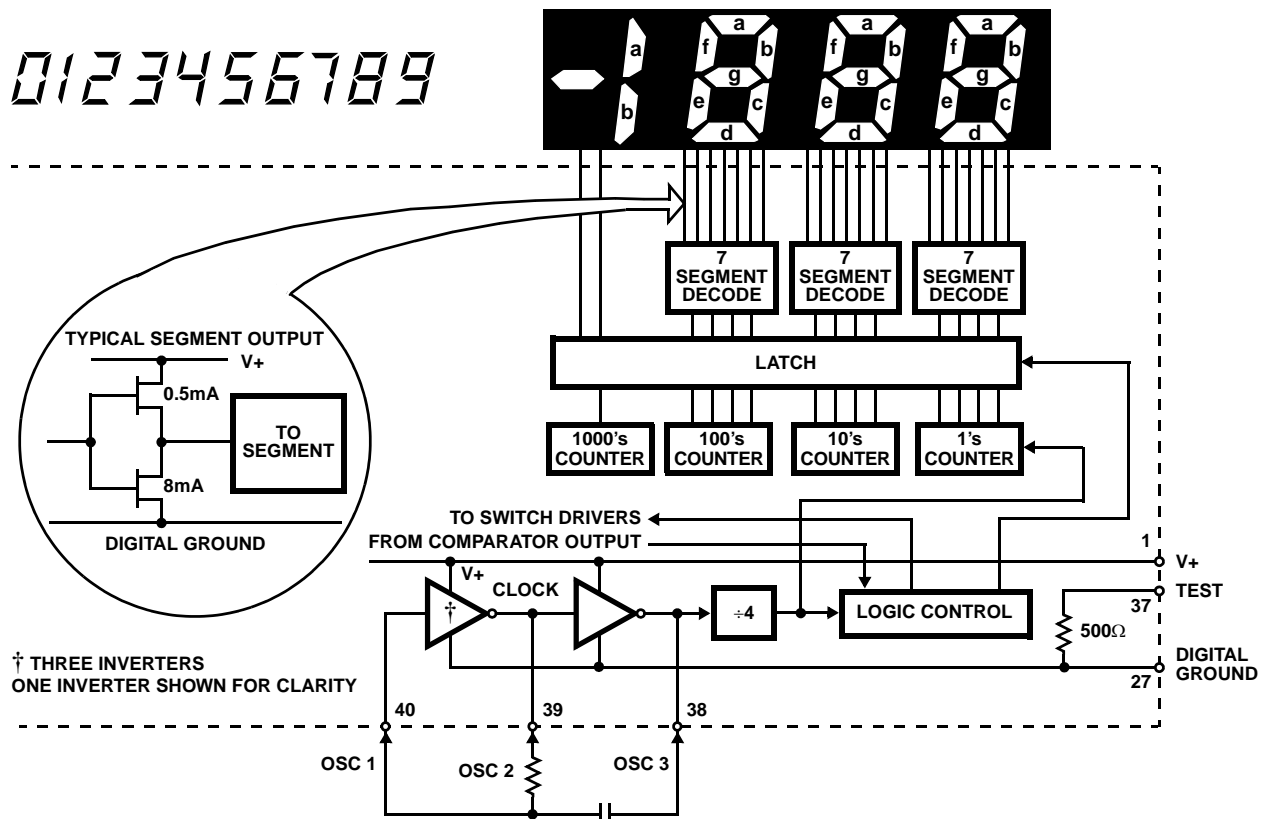


FIGURE 8. ICL7107 DIGITAL SECTION

System Timing

Figure 9 shows the clocking arrangement used in the ICL7106 and ICL7107. Two basic clocking arrangements can be used:

1. Figure 9A. An external oscillator connected to pin 40.
2. Figure 9B. An R-C oscillator using all three pins.

The oscillator frequency is divided by four before it clocks the decade counters. It is then further divided to form the three convert-cycle phases. These are signal integrate (1000 counts), reference de-integrate (0 to 2000 counts) and auto-zero (1000 to 3000 counts). For signals less than full scale, auto-zero gets the unused portion of reference de-integrate. This makes a complete measure cycle of 4,000 counts (16,000 clock pulses) independent of input voltage. For three readings/second, an oscillator frequency of 48kHz would be used.

To achieve maximum rejection of 60Hz pickup, the signal integrate cycle should be a multiple of 60Hz. Oscillator frequencies of 240kHz, 120kHz, 80kHz, 60kHz, 48kHz, 40kHz, $33\frac{1}{3}$ kHz, etc. should be selected. For 50Hz rejection, Oscillator frequencies of 200kHz, 100kHz, $66\frac{2}{3}$ kHz, 50kHz, 40kHz, etc. would be suitable. Note that 40kHz (2.5 readings/second) will reject both 50Hz and 60Hz (also 400Hz and 440Hz).

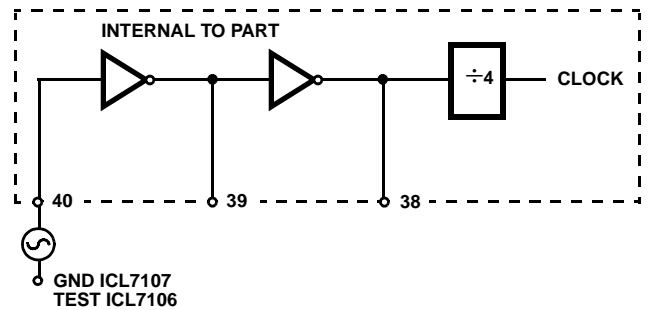


FIGURE 9A.

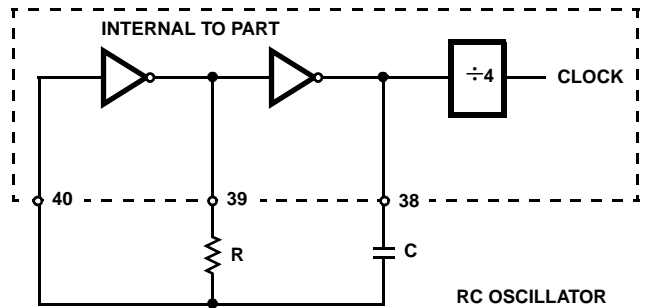


FIGURE 9B.

FIGURE 9. CLOCK CIRCUITS

Component Value Selection

Integrating Resistor

Both the buffer amplifier and the integrator have a class A output stage with 100 μ A of quiescent current. They can supply 4 μ A of drive current with negligible nonlinearity. The integrating resistor should be large enough to remain in this very linear region over the input voltage range, but small enough that undue leakage requirements are not placed on the PC board. For 2V full scale, 470k Ω is near optimum and similarly a 47k Ω for a 200mV scale.

Integrating Capacitor

The integrating capacitor should be selected to give the maximum voltage swing that ensures tolerance buildup will not saturate the integrator swing (approximately 0.3V from either supply). In the ICL7106 or the ICL7107, when the analog COMMON is used as a reference, a nominal +2V full-scale integrator swing is fine. For the ICL7107 with +5V supplies and analog COMMON tied to supply ground, a \pm 3.5V to +4V swing is nominal. For three readings/second (48kHz clock) nominal values for C_{INT} are 0.22 μ F and 0.10 μ F, respectively. Of course, if different oscillator frequencies are used, these values should be changed in inverse proportion to maintain the same output swing.

An additional requirement of the integrating capacitor is that it must have a low dielectric absorption to prevent roll-over errors. While other types of capacitors are adequate for this application, polypropylene capacitors give undetectable errors at reasonable cost.

Auto-Zero Capacitor

The size of the auto-zero capacitor has some influence on the noise of the system. For 200mV full scale where noise is very important, a 0.47 μ F capacitor is recommended. On the 2V scale, a 0.047 μ F capacitor increases the speed of recovery from overload and is adequate for noise on this scale.

Reference Capacitor

A 0.1 μ F capacitor gives good results in most applications. However, where a large common mode voltage exists (i.e., the REF LO pin is not at analog COMMON) and a 200mV scale is used, a larger value is required to prevent roll-over error. Generally 1 μ F will hold the roll-over error to 0.5 count in this instance.

Oscillator Components

For all ranges of frequency a 100k Ω resistor is recommended and the capacitor is selected from the equation:

$$f = \frac{0.45}{RC} \text{ For 48kHz Clock (3 Readings/sec),}$$

$$C = 100\text{pF.}$$

Reference Voltage

The analog input required to generate full scale output (2000 counts) is: $V_{IN} = 2V_{REF}$. Thus, for the 200mV and 2V scale, V_{REF} should equal 100mV and 1V, respectively. However, in many applications where the A/D is connected to a transducer, there will exist a scale factor other than unity between the input voltage and the digital reading. For instance, in a weighing system, the designer might like to have a full scale reading when the voltage from the transducer is 0.662V. Instead of dividing the input down to 200mV, the designer should use the input voltage directly and select $V_{REF} = 0.341V$. Suitable values for integrating resistor and capacitor would be 120k Ω and 0.22 μ F. This makes the system slightly quieter and also avoids a divider network on the input. The ICL7107 with \pm 5V supplies can accept input signals up to \pm 4V. Another advantage of this system occurs when a digital reading of zero is desired for $V_{IN} \neq 0$. Temperature and weighing systems with a variable fare are examples. This offset reading can be conveniently generated by connecting the voltage transducer between IN HI and COMMON and the variable (or fixed) offset voltage between COMMON and IN LO.

ICL7107 Power Supplies

The ICL7107 is designed to work from \pm 5V supplies. However, if a negative supply is not available, it can be generated from the clock output with 2 diodes, 2 capacitors, and an inexpensive IC. Figure 10 shows this application. See ICL7660 data sheet for an alternative.

In fact, in selected applications no negative supply is required. The conditions to use a single +5V supply are:

1. The input signal can be referenced to the center of the common mode range of the converter.
2. The signal is less than \pm 1.5V.
3. An external reference is used.

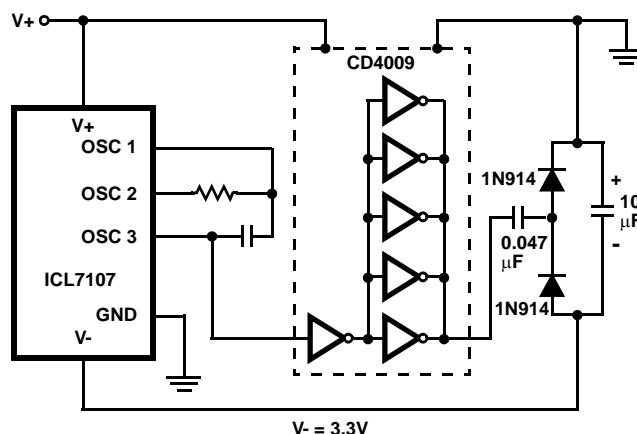


FIGURE 10. GENERATING NEGATIVE SUPPLY FROM +5V

Typical Applications

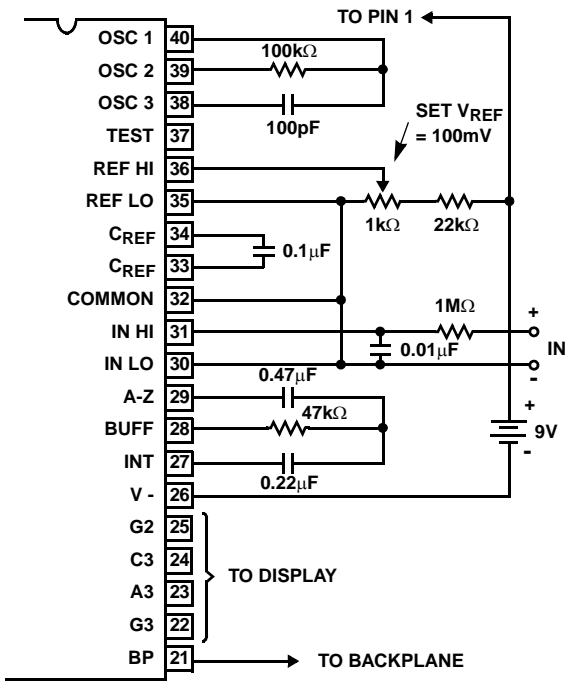
The ICL7106 and ICL7107 may be used in a wide variety of configurations. The circuits which follow show some of the possibilities, and serve to illustrate the exceptional versatility of these A/D converters.

The following application notes contain very useful information on understanding and applying this part and are available from Intersil Corporation.

Application Notes

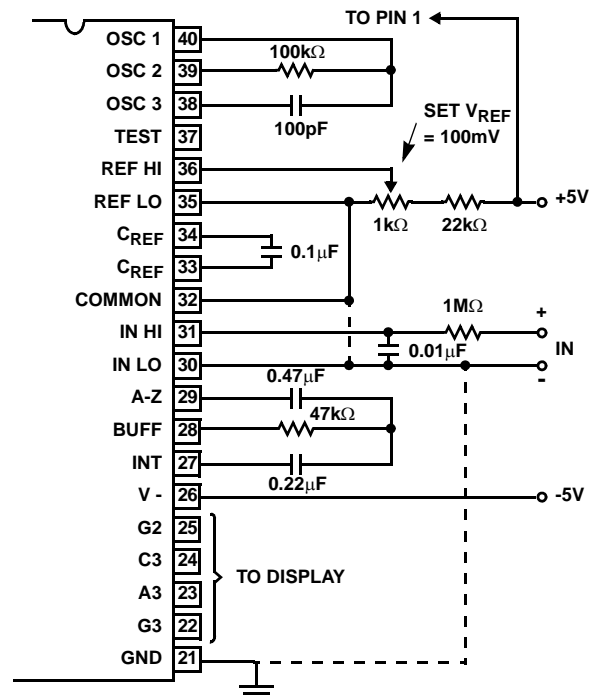
NOTE #	DESCRIPTION
AN016	"Selecting A/D Converters"
AN017	"The Integrating A/D Converter"
AN018	"Do's and Don'ts of Applying A/D Converters"
AN023	"Low Cost Digital Panel Meter Designs"
AN032	"Understanding the Auto-Zero and Common Mode Performance of the ICL7136/7/9 Family"
AN046	"Building a Battery-Operated Auto Ranging DVM with the ICL7106"
AN052	"Tips for Using Single Chip 3 ¹ / ₂ Digit A/D Converters"
AN9609	"Overcoming Common Mode Range Issues When Using Intersil Integrating Converters"

Typical Applications



Values shown are for 200mV full scale, 3 readings/sec., floating supply voltage (9V battery).

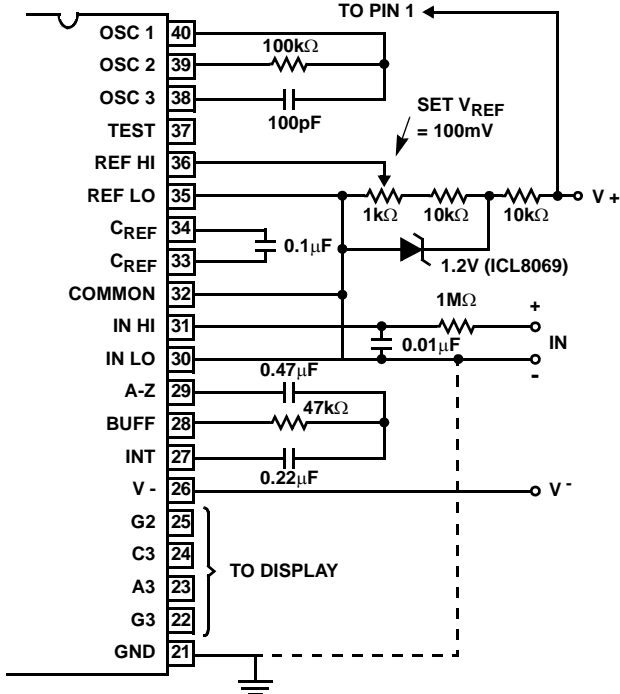
FIGURE 11. ICL7106 USING THE INTERNAL REFERENCE



Values shown are for 200mV full scale, 3 readings/sec. IN LO may be tied to either COMMON for inputs floating with respect to supplies, or GND for single ended inputs. (See discussion under Analog COMMON).

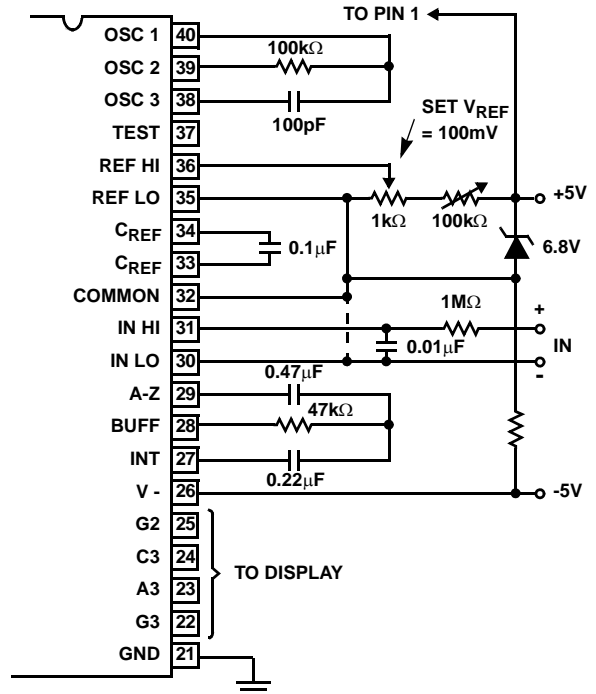
FIGURE 12. ICL7107 USING THE INTERNAL REFERENCE

Typical Applications (Continued)



IN LO is tied to supply COMMON establishing the correct common mode voltage. If COMMON is not shorted to GND, the input voltage may float with respect to the power supply and COMMON acts as a pre-regulator for the reference. If COMMON is shorted to GND, the input is single ended (referred to supply GND) and the pre-regulator is overridden.

FIGURE 13. ICL7107 WITH AN EXTERNAL BAND-GAP REFERENCE (1.2V TYPE)



Since low TC zeners have breakdown voltages ~ 6.8V, diode must be placed across the total supply (10V). As in the case of Figure 12, IN LO may be tied to either COMMON or GND.

FIGURE 14. ICL7107 WITH ZENER DIODE REFERENCE

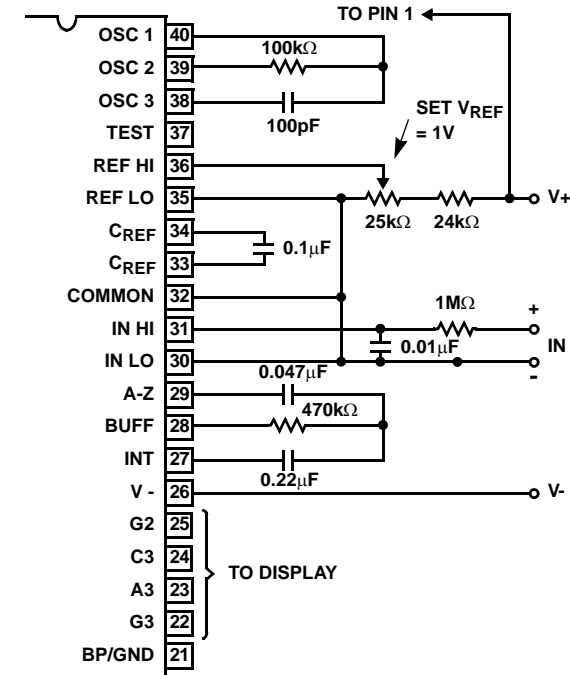
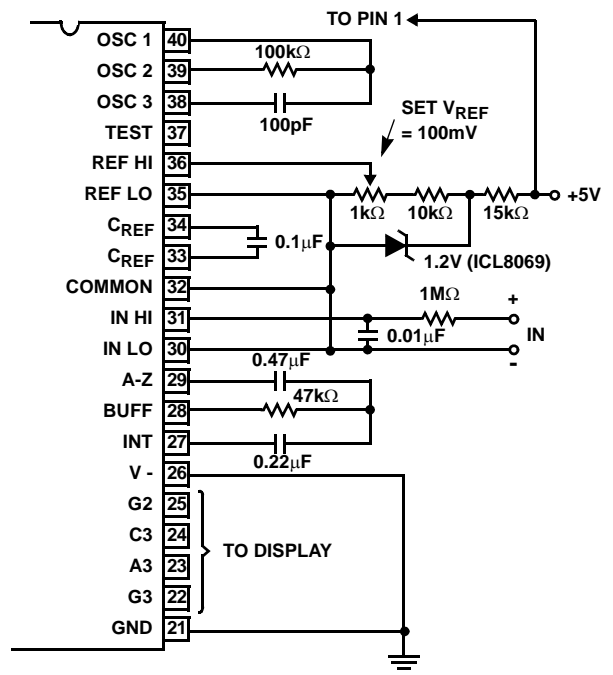


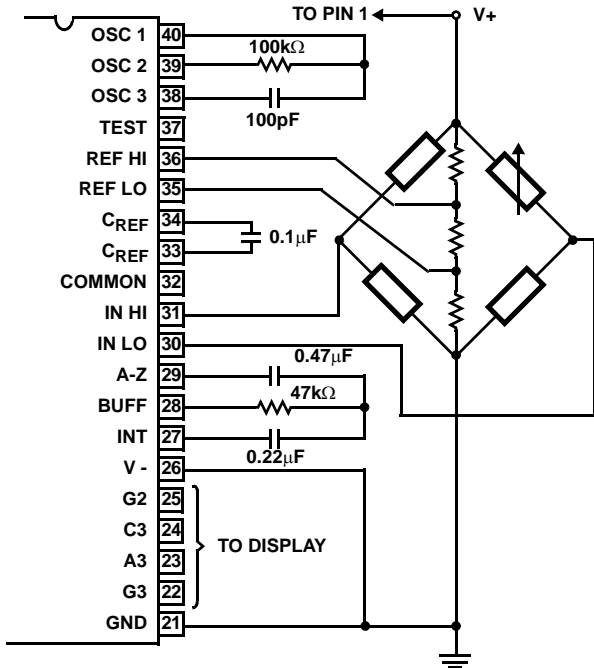
FIGURE 15. ICL7106 AND ICL7107: RECOMMENDED COMPONENT VALUES FOR 2V FULL SCALE



An external reference must be used in this application, since the voltage between V+ and V- is insufficient for correct operation of the internal reference.

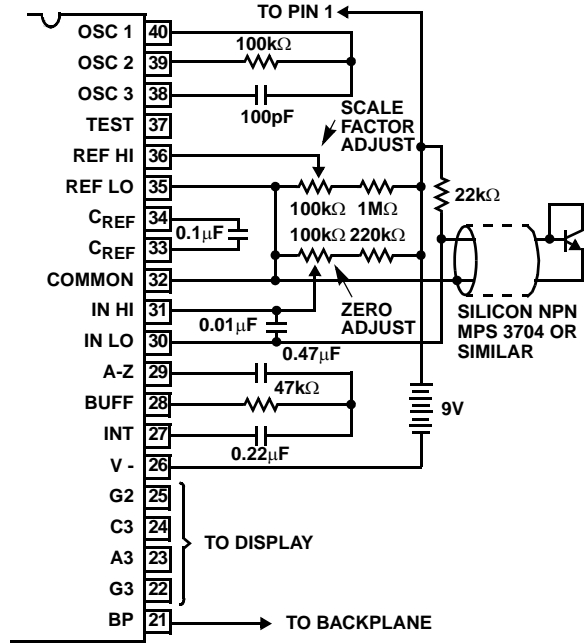
FIGURE 16. ICL7107 OPERATED FROM SINGLE +5V

Typical Applications (Continued)



The resistor values within the bridge are determined by the desired sensitivity.

FIGURE 17. ICL7107 MEASURING RATIOMETRIC VALUES OF QUAD LOAD CELL



A silicon diode-connected transistor has a temperature coefficient of about $-2\text{mV}/^\circ\text{C}$. Calibration is achieved by placing the sensing transistor in ice water and adjusting the zeroing potentiometer for a 000.0 reading. The sensor should then be placed in boiling water and the scale-factor potentiometer adjusted for a 100.0 reading.

FIGURE 18. ICL7106 USED AS A DIGITAL CENTIGRADE THERMOMETER

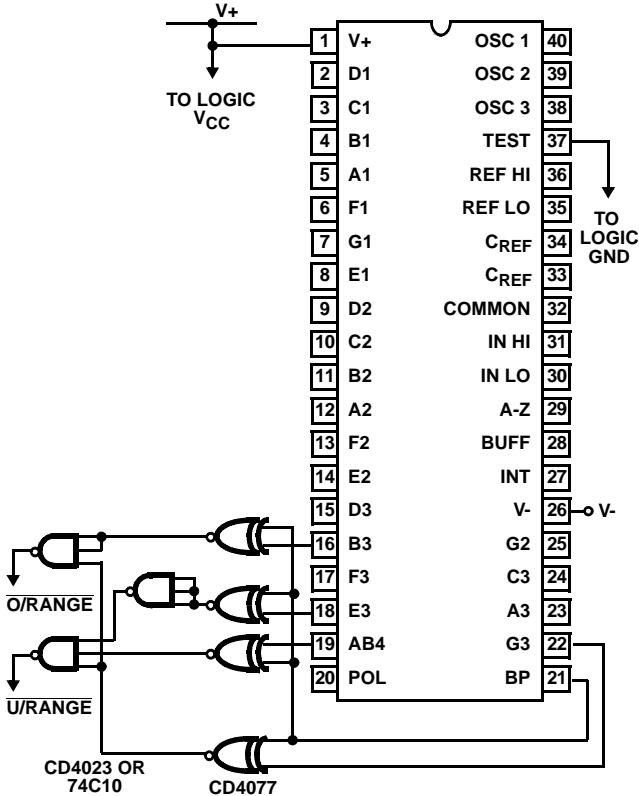


FIGURE 19. CIRCUIT FOR DEVELOPING UNDERRANGE AND OVERRANGE SIGNAL FROM ICL7106 OUTPUTS

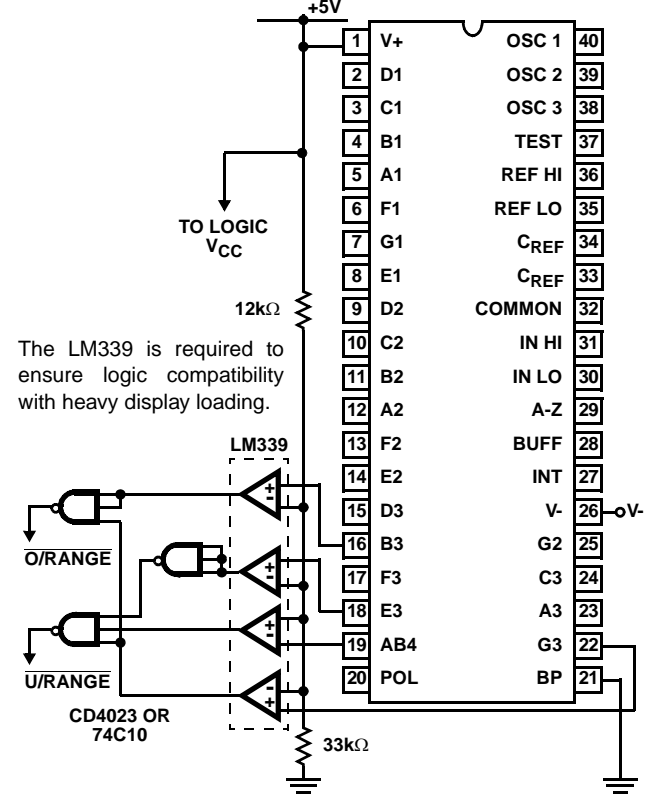
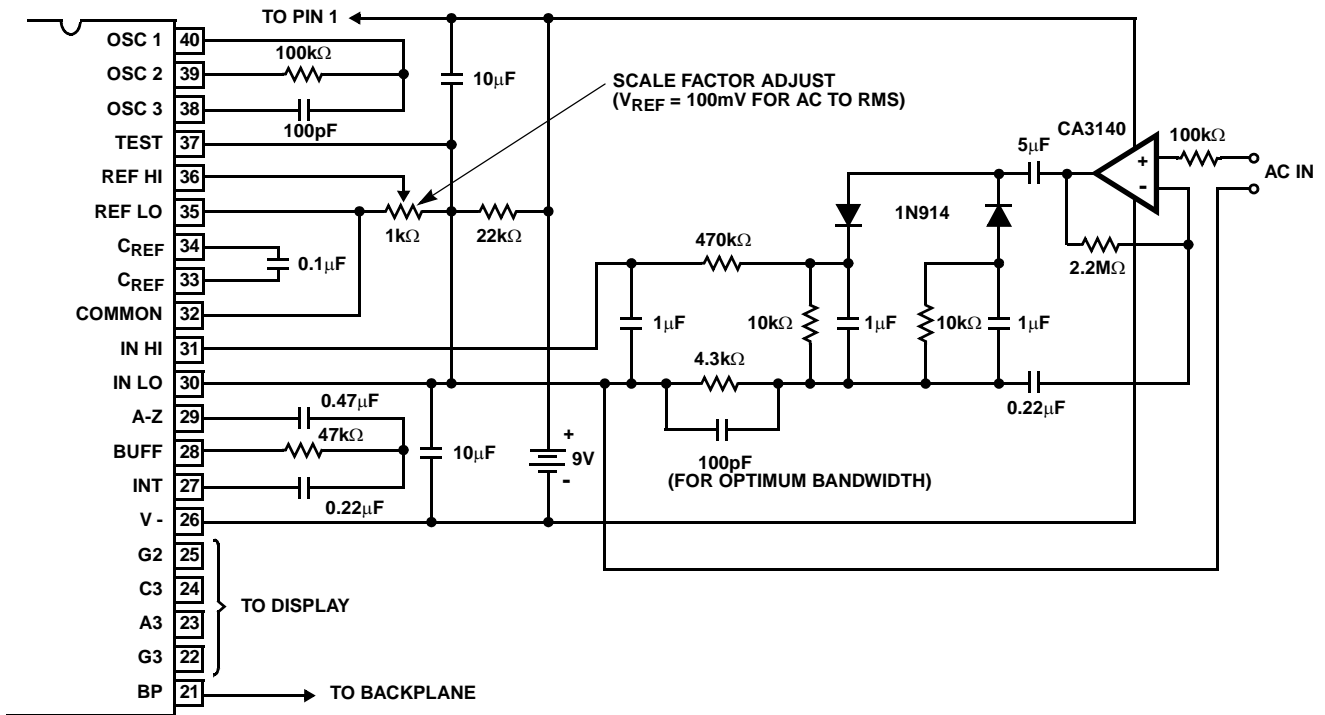


FIGURE 20. CIRCUIT FOR DEVELOPING UNDERRANGE AND OVERRANGE SIGNALS FROM ICL7107 OUTPUT

Typical Applications (Continued)



Test is used as a common-mode reference level to ensure compatibility with most op amps.

FIGURE 21. AC TO DC CONVERTER WITH ICL7106

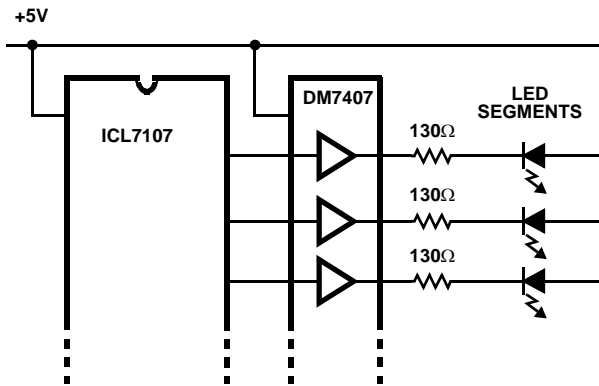
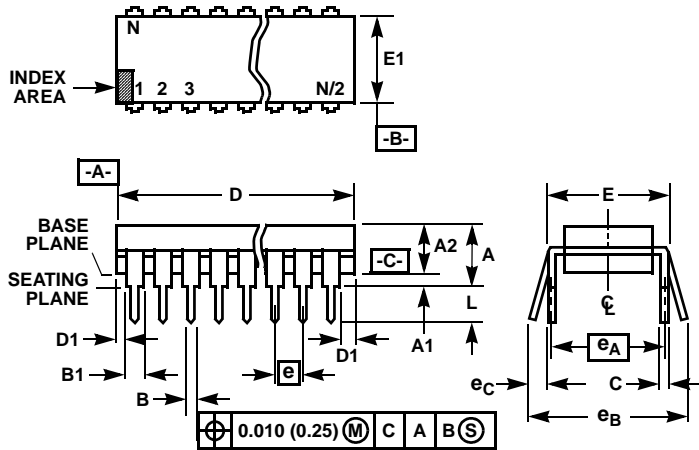


FIGURE 22. DISPLAY BUFFERING FOR INCREASED DRIVE CURRENT

Dual-In-Line Plastic Packages (PDIP)



NOTES:

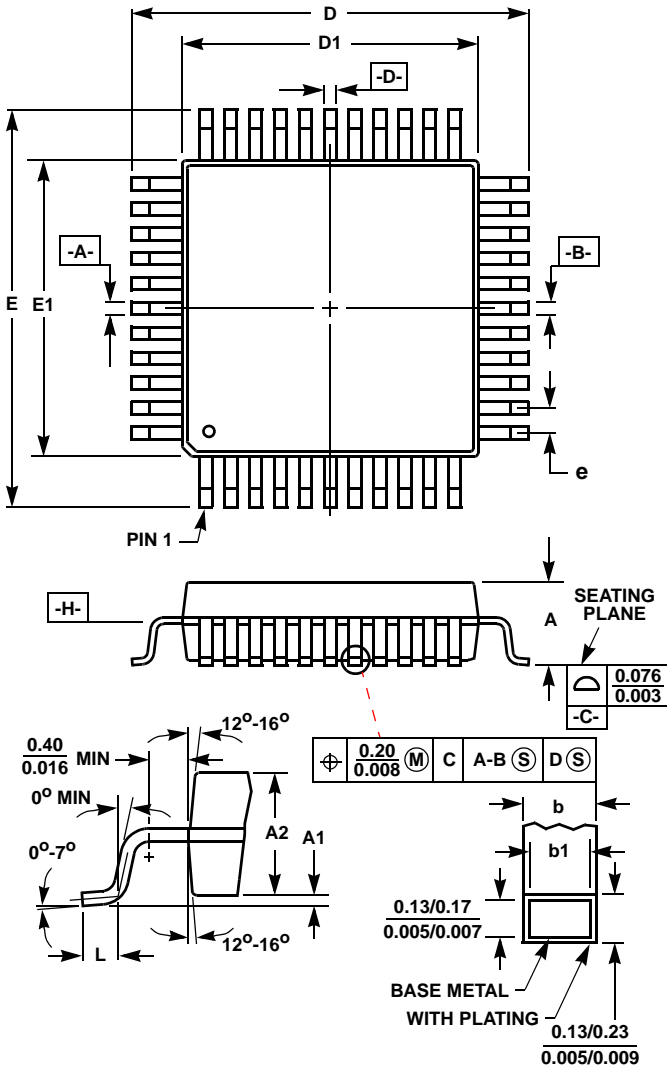
1. Controlling Dimensions: INCH. In case of conflict between English and Metric dimensions, the inch dimensions control.
2. Dimensioning and tolerancing per ANSI Y14.5M-1982.
3. Symbols are defined in the "MO Series Symbol List" in Section 2.2 of Publication No. 95.
4. Dimensions A, A1 and L are measured with the package seated in JEDEC seating plane gauge GS-3.
5. D, D1, and E1 dimensions do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.010 inch (0.25mm).
6. E and e_A are measured with the leads constrained to be perpendicular to datum $-C-$.
7. e_B and e_C are measured at the lead tips with the leads unconstrained. e_C must be zero or greater.
8. B1 maximum dimensions do not include dambar protrusions. Dambar protrusions shall not exceed 0.010 inch (0.25mm).
9. N is the maximum number of terminal positions.
10. Corner leads (1, N, N/2 and N/2 + 1) for E8.3, E16.3, E18.3, E28.3, E42.6 will have a B1 dimension of 0.030 - 0.045 inch (0.76 - 1.14mm).

E40.6 (JEDEC MS-011-AC ISSUE B)
40 LEAD DUAL-IN-LINE PLASTIC PACKAGE

SYMBOL	INCHES		MILLIMETERS		NOTES
	MIN	MAX	MIN	MAX	
A	-	0.250	-	6.35	4
A1	0.015	-	0.39	-	4
A2	0.125	0.195	3.18	4.95	-
B	0.014	0.022	0.356	0.558	-
B1	0.030	0.070	0.77	1.77	8
C	0.008	0.015	0.204	0.381	-
D	1.980	2.095	50.3	53.2	5
D1	0.005	-	0.13	-	5
E	0.600	0.625	15.24	15.87	6
E1	0.485	0.580	12.32	14.73	5
e	0.100 BSC		2.54 BSC		-
e_A	0.600 BSC		15.24 BSC		6
e_B	-	0.700	-	17.78	7
L	0.115	0.200	2.93	5.08	4
N	40		40		9

Rev. 0 12/93

Metric Plastic Quad Flatpack Packages (MQFP)



**Q44.10x10 (JEDEC MS-022AB ISSUE B)
44 LEAD METRIC PLASTIC QUAD FLATPACK PACKAGE**

SYMBOL	INCHES		MILLIMETERS		NOTES
	MIN	MAX	MIN	MAX	
A	-	0.096	-	2.45	-
A1	0.004	0.010	0.10	0.25	-
A2	0.077	0.083	1.95	2.10	-
b	0.012	0.018	0.30	0.45	6
b1	0.012	0.016	0.30	0.40	-
D	0.515	0.524	13.08	13.32	3
D1	0.389	0.399	9.88	10.12	4, 5
E	0.516	0.523	13.10	13.30	3
E1	0.390	0.398	9.90	10.10	4, 5
L	0.029	0.040	0.73	1.03	-
N	44		44		7
e	0.032 BSC		0.80 BSC		-

Rev. 2 4/99

NOTES:

- Controlling dimension: MILLIMETER. Converted inch dimensions are not necessarily exact.
- All dimensions and tolerances per ANSI Y14.5M-1982.
- Dimensions D and E to be determined at seating plane **-C-**.
- Dimensions D1 and E1 to be determined at datum plane **-H-**.
- Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is 0.25mm (0.010 inch) per side.
- Dimension b does not include dambar protrusion. Allowable dambar protrusion shall be 0.08mm (0.003 inch) total.
- "N" is the number of terminal positions.

All Intersil U.S. products are manufactured, assembled and tested utilizing ISO9000 quality systems. Intersil Corporation's quality certifications can be viewed at www.intersil.com/design/quality

Intersil products are sold by description only. Intersil Corporation reserves the right to make changes in circuit design, software and/or specifications at any time without notice. Accordingly, the reader is cautioned to verify that data sheets are current before placing orders. Information furnished by Intersil is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Intersil or its subsidiaries for its use; nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Intersil or its subsidiaries.

For information regarding Intersil Corporation and its products, see www.intersil.com