

# I.S. de P3 du mercredi 9 Novembre 2022

## Durée : 1h30

**INSCRIRE SON NOM, PRENOM, GROUPE EN HAUT DE CHAQUE FEUILLE**  
 Une calculatrice non programmable, non graphique est autorisée.  
 Pour les élèves internationaux, les dictionnaires en papier non-annotés sont autorisés.  
 Les téléphones portables et montres connectées doivent être éteints et rangés dans les sacs.

TOUTE APPLICATION NUMERIQUE EST PRECEDEE D'UN CALCUL LITTERAL  
 ET COMPORTE UNE UNITE.

### Exercice 1 : Etude d'un circuit avec DEL

On considère le montage avec DEL ci-dessous :

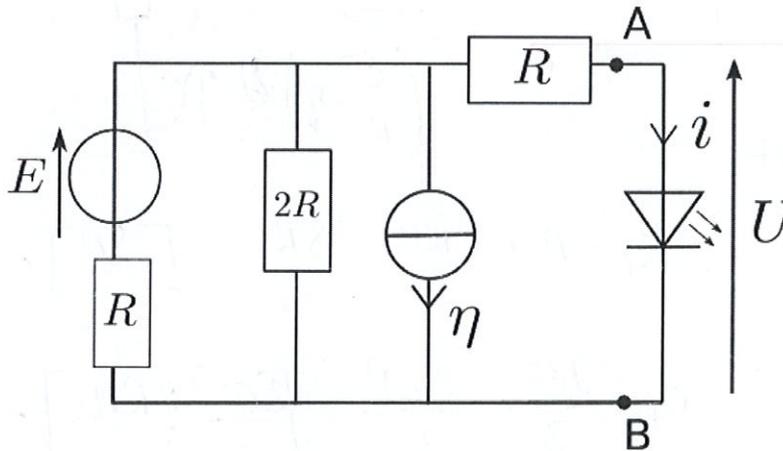


FIGURE 1 – Montage avec DEL

La caractéristique de la DEL est fournie ci-dessous (figure 2).

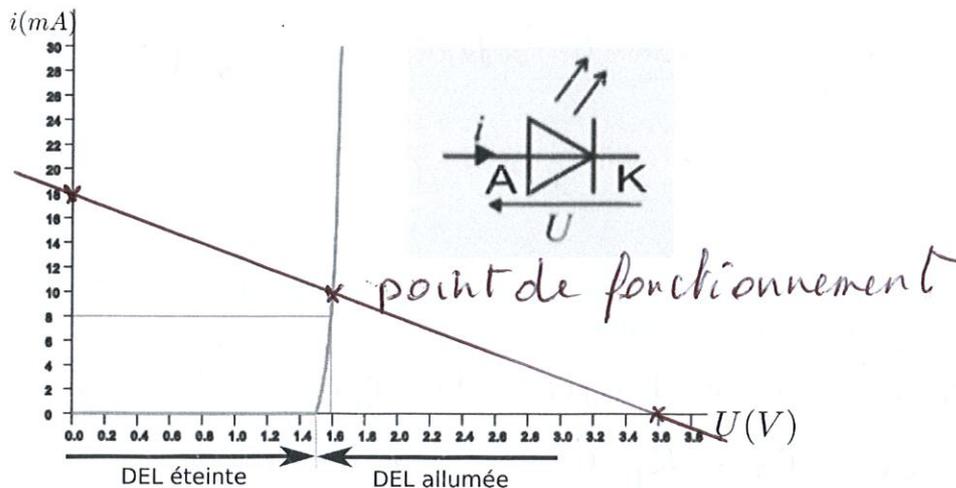
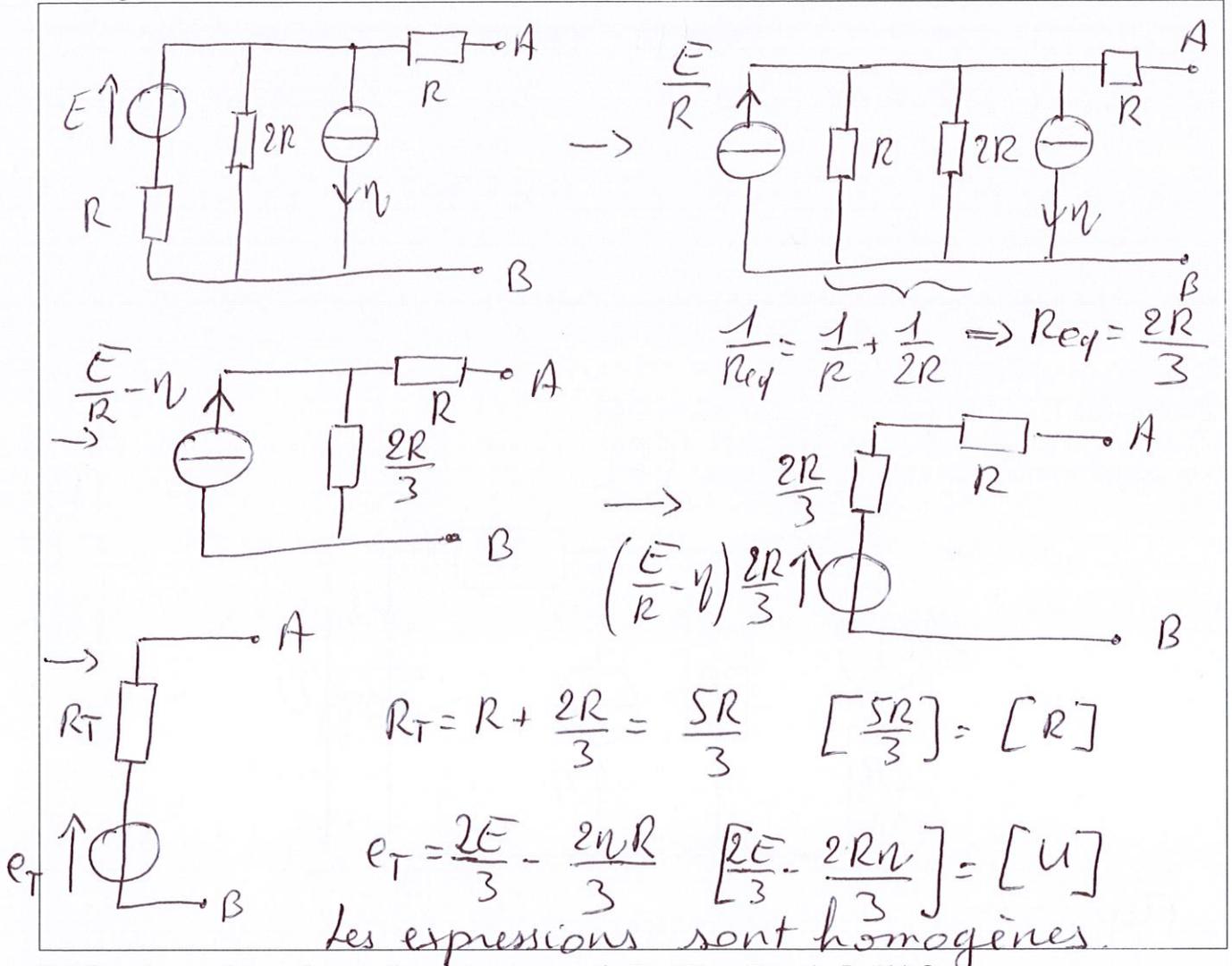


FIGURE 2 – Caractéristique de la DEL

Les deux parties sont indépendantes.

**Partie 1**

1a) Déterminer le générateur de Thévenin équivalent ( $e_T$ ;  $R_T$ ) du réseau à gauche des points A et B. Vérifier l'homogénéité du résultat obtenu.



1b) Données numériques (pour cette partie uniquement) :  $E = 9V$ ;  $\eta = 30 \text{ mA}$ ;  $R = 120 \Omega$   
 Réaliser les applications numériques.

$$e_T = \frac{2 \times 9}{3} - \frac{2 \times 30 \cdot 10^{-3} \times 120}{3} = 3,6 \text{ V}$$

$$R_T = \frac{5 \times 120}{3} = 200 \Omega$$

1c) Superposer à la figure 2 la caractéristique du générateur de Thévenin obtenu à la question précédente. En déduire si la DEL s'allume. Justifier votre réponse.

La tension aux bornes du générateur est

$$U = e_T - R_T i = 3,6 - 200 \times i$$

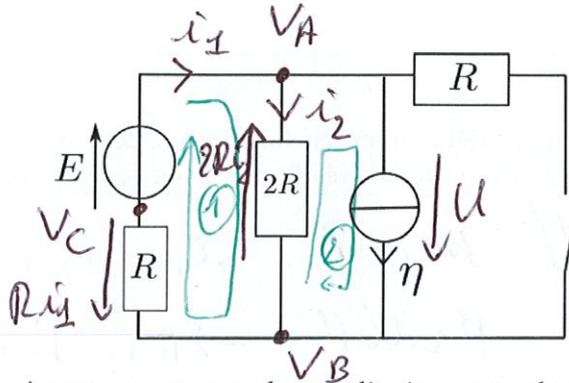
C'est une droite passant par les points  $(0V; 18 \text{ mA})$  et  $(3,6V; 0 \text{ mA})$ .

NOM : ..... Prénom : ..... Groupe : .....

Cette droite coupe la caractéristique de la DEL en un point dans la zone DEL allumée.  
 ⇒ la DEL est donc allumée.

**Partie 2**

Dans cette deuxième partie, on considère que la DEL est éteinte (les valeurs de  $E$ ,  $\eta$  et  $R$  peuvent être différentes de celles données dans la partie 1). Elle peut alors être remplacée par un interrupteur ouvert, voir schéma ci-dessous :



2) Répondre aux questions suivantes par une *analyse qualitative*, sans calculs :

2a) Combien y-a-t-il de valeurs d'intensité? Les indiquer sur le schéma.

3 valeurs d'intensité :  $i_1$ ,  $i_2$  et  $\eta$

2b) Combien y-a-t-il de valeurs de potentiel? Les indiquer sur le schéma.

3 valeurs de potentiel :  $V_A$ ,  $V_B$ ,  $V_C$

2c) Quels sont les sens conventionnels des différents courants? Justifier.

<p>On éteint la source de tension</p> <p><math>i_1 &gt; 0</math>  <math>i_2 &lt; 0</math></p>	<p>On éteint la source de courant</p> <p><math>i_1 &gt; 0</math>  <math>i_2 &gt; 0</math></p>
---	---

Dans les deux cas, on a  $i_1 > 0$   
 le sens conventionnel est de B vers C vers A.  
 On ne peut pas conclure pour  $i_2$ .

## 3) Analyse quantitative :

3a) En écrivant les lois de Kirchhoff, déterminer, en fonction de tout ou partie des paramètres  $E, R, \eta$ , l'intensité du courant dans chaque composant. Le résultat est-il en accord avec l'analyse qualitative ?

Lois de Kirchhoff: Nœud A :  $i_1 = i_2 + \eta$   
 Maille (1) :  $-2Ri_2 - Ri_1 + E = 0$   
 Maille (2) :  $2Ri_2 + U = 0$ .

On injecte la loi au nœud A dans la loi pour la maille (1)  $\Rightarrow -2Ri_2 - R(i_2 + \eta) + E = 0$

$$-3Ri_2 = -E + R\eta$$

$$\boxed{i_2 = \frac{E}{3R} - \frac{\eta}{3}}$$

Avec la loi au nœud A, on en déduit.

$$i_1 = \frac{E}{3R} - \frac{\eta}{3} + \eta$$

$$\boxed{i_1 = \frac{E}{3R} + \frac{2\eta}{3}}$$

On a bien  $i_1 > 0$   
 comme prédit  
 dans l'analyse  
 qualitative.

NOM : ..... Prénom : ..... Groupe : .....

3b) Discuter du caractère générateur ou récepteur des différents dipôles. Vous indiquerez pour chacun si vous calculez la puissance absorbée ou fournie et vous explicitez les différents cas.

\* Les résistances ont toujours un caractère récepteur.

\* Pour la source de tension (en convention générateur), on calcule la puissance fournie:  $P_{\text{fournie}} = E i_1 > 0$  ( $E > 0$   
 $i_1 > 0$ )

Elle a un caractère générateur.

\* Pour la source de courant (en convention générateur), on calcule la puissance fournie  $P_{\text{fournie}} = U \eta$

Avec la loi des mailles (2):  $U = -2R i_2$

$$P_{\text{fournie}} = -2R i_2 \eta$$

$$P_{\text{fournie}} = -2R \left( \frac{E}{3R} - \frac{\eta}{3} \right) \eta$$

si  $\frac{E}{R} > \eta \Rightarrow P_{\text{fournie}} < 0 \Rightarrow$  la source a un caractère récepteur

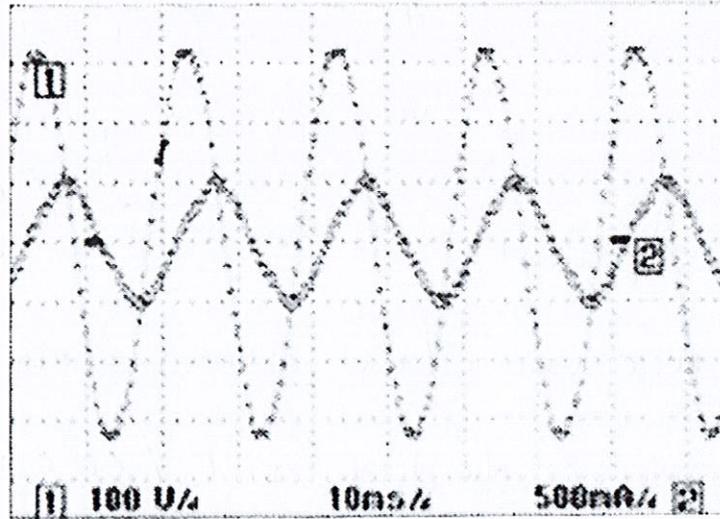
si  $\frac{E}{R} < \eta \Rightarrow P_{\text{fournie}} > 0 \Rightarrow$  la source a un caractère générateur.

NOM : ..... Prénom : ..... Groupe : .....

### Exercice 2

#### Partie A

Un supermarché utilise 700 tubes fluorescents pour son éclairage. Ces tubes sont branchés en parallèle et alimentés avec une tension alternative. Pour un de ces tubes, on mesure sur la voie 1 la tension  $u_1(t)$  aux bornes du tube et sur la voie 2 l'intensité  $i_1(t)$  qui le traverse. Les échelles du graphe sont 100 V/div sur la voie 1, 500 mA/div sur la voie 2 et 10 ms/div pour le temps.



A1. Mesurer sur le graphe la période  $T$  de la tension et de l'intensité. En déduire la fréquence  $f$ . Commenter.

On mesure deux divisions entre deux maxima.  
 $T = 2 \times 10 = 20 \text{ ms}$ .  $f = \frac{1}{T} = 50 \text{ Hz}$ .  
 La tension et l'intensité ont la même fréquence.

On veut mesurer les amplitudes de la tension  $U_{max}$  et de l'intensité  $I_{max}$  de ce signal avec un multimètre. Mais pour des grandeurs alternatives, un multimètre mesure la valeur efficace de la tension  $U_{eff}$  et de l'intensité  $I_{eff}$ .

On a alors les relations suivantes entre ces grandeurs :  $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$  et  $I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$ .

On utilise le multimètre DMM141 (la notice est fournie à la fin du sujet) et on mesure

$U_{eff}$ (V)	2	3	0	.	1
$I_{eff}$ (A)	0	.	3	4	5

A2. A l'aide de la notice, déterminer l'incertitude sur la mesure de  $U_{eff}$  et  $I_{eff}$  et donner l'intervalle de confiance pour chaque mesure. Quel est le niveau de confiance? Quel type d'erreur met-on en évidence?

Pour les tensions alternatives dans la gamme 400.0V on lit 1% + 5pt  
 $\Delta U_{eff} = \frac{1}{100} \times 230,1 + 5 \times 0,1 = 2,801 \text{ V}$   
 $U_{eff} = 230 \pm 3 \text{ V}$   $U_{eff} \in [227 \text{ V}; 233 \text{ V}]$

NOM : ..... Prénom : ..... Groupe : .....

Pour les courants alternatifs, on lit 1,5% + 5pt

$$\Delta I_{\text{eff}} = \frac{1,5}{100} \times 0,345 + 5 \times 0,001 = 0,010175 \text{ A}$$

$$I_{\text{eff}} = 0,35 \pm 0,02 \text{ A} \quad I_{\text{eff}} \in [0,33 \text{ A}; 0,37 \text{ A}]$$

Le niveau de confiance est de 95%

On évalue ici une erreur aléatoire.

A3. On peut mesurer directement sur le graphe l'amplitude de la tension  $U_{\text{max}} = 320 \pm 10 \text{ V}$  et l'amplitude de l'intensité  $I_{\text{max}} = 0,50 \pm 0,05 \text{ A}$ . Calculer la valeur efficace de la tension et de l'intensité associée à ces mesures. On donnera aussi l'intervalle de confiance dans chaque cas. Comparer les deux mesures et commenter.

On note  $U_{\text{eff}}$  et  $I_{\text{eff}}$  les mesures sur le graphe.

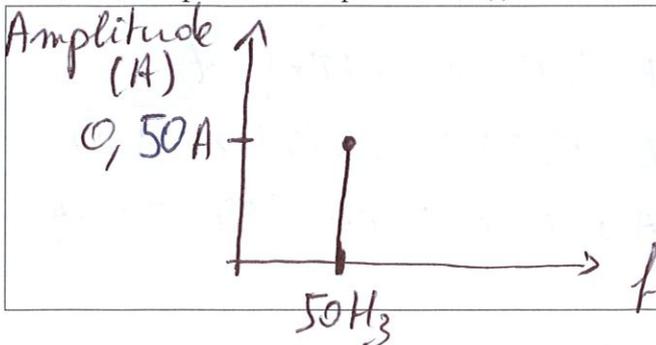
$$\text{On a } U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}} \text{ et } I_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$$

$$\text{A. W. } U_{\text{eff}} = 226 \pm 8 \text{ V} \quad U_{\text{eff}} \in [218 \text{ V}; 234 \text{ V}]$$

$$I_{\text{eff}} = 0,35 \pm 0,04 \text{ A} \quad I_{\text{eff}} \in [0,31 \text{ A}; 0,39 \text{ A}]$$

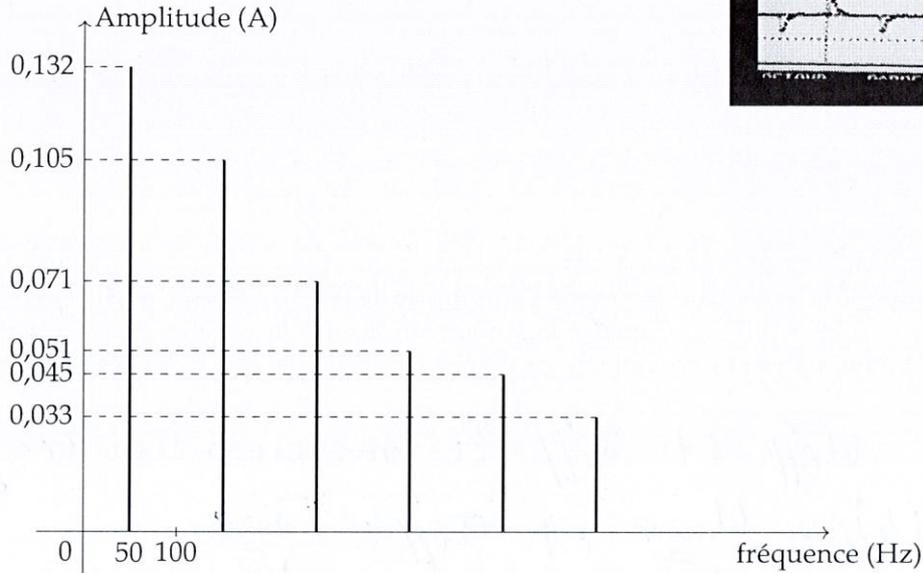
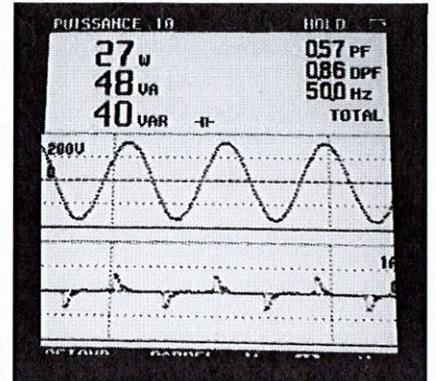
Dans les deux cas, les intervalles de mesure avec le multimètre ou avec le graphe se recoupent. On ne détecte pas d'erreur systématique.

A4. Tracer le spectre en amplitude de  $i(t)$ .



**Partie B**

Pour réduire la consommation de l'éclairage de ce supermarché, les tubes fluorescents sont remplacés par des ampoules fluocompactes. On mesure de la même manière la tension aux bornes d'une ampoule et l'intensité qui la traverse. Les ampoules fluocompactes ne sont pas des dipôles linéaires. On voit sur la figure ci-contre (la tension est en haut et l'intensité en bas) que l'intensité n'est plus sinusoidale. On donne ci-dessous le début du spectre de l'intensité  $i_2(t)$ .



B1. Quelle est la valeur moyenne du signal? Quelle est la fréquence du fondamental? Combien d'harmoniques sont présentes dans ce signal? Donner leur fréquence.

Pour  $f=0$ , l'amplitude est nulle, donc la valeur moyenne est nulle.  
 La fréquence du fondamental est  $f_0 = 50 \text{ Hz}$ .  
 On mesure aussi cinq autres harmoniques:  
 $3f_0 = 150 \text{ Hz}$ ,  $5f_0 = 250 \text{ Hz}$ ,  $7f_0 = 350 \text{ Hz}$ ,  $9f_0 = 450 \text{ Hz}$   
 et  $11f_0 = 550 \text{ Hz}$ .

B2. Donner l'expression numérique de la fonction  $i_2(t)$ . On supposera les phases à l'origine des différentes composantes nulles.

$$i_2(t) = 0,132 \cos(2\pi \times 50t) + 0,105 \cos(2\pi \times 150t) + 0,071 \cos(2\pi \times 250t) + 0,051 \cos(2\pi \times 350t) + 0,045 \cos(2\pi \times 450t) + 0,033 \cos(2\pi \times 550t)$$

**CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES**

Conditions de référence	Valeur de référence
Grandeur d'influence	23 ± 2°C
Température	
Humidité relative	45 à 75 %HR
Mesure en DC	Sans composante AC
Mesure en AC	Signal sinusoïdal sans DC
Mesure de fréquence	Signal carré sans DC

Les incertitudes intrinsèques sont exprimées en ± (% de la lecture + Y points) pour 10 à 100% de la gamme

**Mesure de tension alternatif**

Gamme	Fréquence	Incertitude intrinsèque	Résistance d'entrée
400,0 mV		1 % + 10 pt	~ 11 MΩ
4,000 V			
40,00 V	40 Hz - 500 Hz	1 % + 5 pt	~ 10 MΩ
400,0 V			
600 V			

**Mesure de tension continue**

Gamme	Incertitude intrinsèque	Résistance d'entrée
400,0 mV		≥ 100 MΩ
4,000 V		~ 11 MΩ
40,00 V	0,5 % + 3 pt	
400,0 V		~ 10 MΩ
600 V		

**Mesure de courant continu**

Gamme	Protection
400,0 µA	
4000 µA	Fusible 0,63 A /600 V
40,00 mA	
400,0 mA	
10,00 A*	Fusible 10 A /600 V

\* 20 A pendant 30 s.

**Mesure de courant alternatif**

Gamme	Fréquence	Protection
400,0 µA		
4000 µA		Fusible 0,63 A /600 V
40,00 mA	40 Hz - 500 Hz	
400,0 mA		
4,000 /10,00 A*		Fusible 10 A /600 V

\* 20 A pendant 30 s.

**Test de diode**

Gamme	Incertitude intrinsèque	Tension à vide
4,000 V	10 %	~ 1,5 V

**Mesure de résistance**

Gamme	Incertitude intrinsèque	Remarque
400,0 Ω	0,5 % + 3 pt	
4,000 KΩ		
40,00 KΩ	0,5 % + 2 pt	Tension à vide : environ 0,4 V
4,000 MΩ		
40,00 MΩ	1,5 % + 3 pt	

**Mesure de continuité**

Gamme	Remarques
400,0 Ω	- Tension à vide : environ 0,4 V -  : R < 90 Ω ± 40 Ω

**Mesure de capacité**

Gamme	Incertitude intrinsèque	Remarque
50,00 nF	1,5 % + 15 pt	
500,0 nF	2 % + 5 pt	
5,000 µF		Le temps de réponse peut être élevé pour les fortes valeurs
50,00 µF	5 % + 5 pt	
100,0 µF		

**Mesure de fréquence et rapport cyclique (touche Hz%) en tension et courant**

Fonction limitée aux fréquences industrielles. Niveau minimal d'entrée : 10% de la gamme en tension et 55% de la gamme en courant. Les valeurs du rapport cyclique sont indicatives.

**Mesure de fréquence (entrée )**

La position «Hz» permet de s'affranchir de la bande passante limitée en mesure de tension.

Gamme	Tension minimale d'entrée	Incertitude intrinsèque	Remarque
5,000 Hz			
50,00 Hz			
500,0 Hz			
5,000 kHz	2 Vpp	0,1 % + 3 pt	Donné pour un signal carré
50,00 kHz			
500,0 kHz			
5,000 MHz			

**CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT**

	En utilisation	En stockage
Utilisation à l'intérieur		
Altitude < 2000 m		
Degré de pollution : 2		
Température	-10 °C ... +50 °C	-20 °C ... +60 °C
Humidité relative	≤ 80 %HR (hors condensation)	≤ 70 %HR (hors condensation)

**CARACTÉRISTIQUES CONSTRUCTIVES**

Dimensions L x l x H : 181 x 92 x 67 mm  
Masse : environ 400 g

**ALIMENTATION**

Pile : 2 x 1,5 V AA /LR6  
Autonomie moyenne : ~ 400 heures  
Délai d'auto extinction : après 30 minutes sans action sur les touches et/ou le commutateur.

**CONFORMITÉ AUX NORMES INTERNATIONALES**

Conforme aux normes IEC 61010-1 et IEC 61010-2-033 pour des installations 600 V CAT III.  
Tension maximale d'entrée : 600 V entre bornes.

**COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE**

Emission et immunité en milieu industriel selon EN 61326-1.

**MAINTENANCE**

Excepté le fusible et les piles, l'appareil ne comporte aucune pièce susceptible d'être remplacée par un personnel non formé et non agréé. Toute intervention non agréée ou tout remplacement de pièce par des équivalences risque de compromettre gravement la sécurité.

**NETTOYAGE**

Déconnectez tout branchement de l'appareil et mettez le commutateur sur OFF.

Utilisez un chiffon doux, légèrement imbibé d'eau savonneuse. Rincez avec un chiffon humide et séchez rapidement avec un chiffon sec ou de l'air pulsé. N'utilisez pas d'alcool, de solvant ou d'hydrocarbure.

**REMPLACEMENT DES PILES**

- Le symbole indique que les piles sont usées et qu'il faut les remplacer.
- Pour remplacer les piles, procédez comme suit :
  - Déconnectez tout branchement de l'appareil et mettez le commutateur sur OFF;
  - Retirez la gaine ;
  - Dévissez et retirez les 4 vis de la trappe à piles;
  - Retirez les anciennes piles et placez les nouvelles en respectant les polarités.

**REMPLACEMENT DU FUSIBLE**

Lorsque le courant de mesure dépasse l'intensité nominale du fusible, le fusible de protection peut fondre.

Pour garantir la continuité de la sécurité, ne remplacer le fusible défectueux que par un fusible aux caractéristiques strictement identiques :

- F1 : 10X38 type FF 10 A/600 V
- F2 : 6.3X32 type FF 630 mA/600 V

Lorsque le courant de mesure dépasse l'intensité nominale du fusible, le fusible de protection peut fondre.

**RÉPARATIONS**

Retournez l'instrument à votre distributeur pour tout travail à effectuer dans le cadre ou non de la garantie. Si vous êtes amené à expédier l'instrument, utilisez de préférence son emballage d'origine et indiquez aussi clairement que possible les motifs du renvoi dans une note jointe à l'équipement.

**GARANTIE**

L'appareil est garanti contre tout défaut de matière ou vice de fabrication, conformément aux conditions générales de vente. Pendant la période de la garantie (1 an), l'instrument ne doit être réparé que par le fabricant, qui se réserve le droit de choisir entre sa réparation et son remplacement, en tout ou en partie. En cas de retour de l'équipement au fabricant, les frais de port sont à la charge du client.

- La garantie ne s'applique pas suite à :
  - utilisation inappropriée de l'équipement ou utilisation avec un matériel incompatible ;
  - modifications apportées à l'équipement sans l'autorisation explicite du service technique du fabricant ;
  - travaux effectués sur l'instrument par une personne non agréée par le fabricant ;
  - adaptation à une application particulière, non prévue par la définition du matériel ou non indiquée dans la notice de fonctionnement ;
  - dommages dus à des chocs, à des chutes ou à une immersion.

**POUR COMMANDER**

DMM 141 ..... P06231422Z

