

No. Inventaire 1076 (Fiche 6)

COMPAGNIE GÉNÉRALE DE MÉTROLOGIE

ANNECY

FRANCE

HETRIX

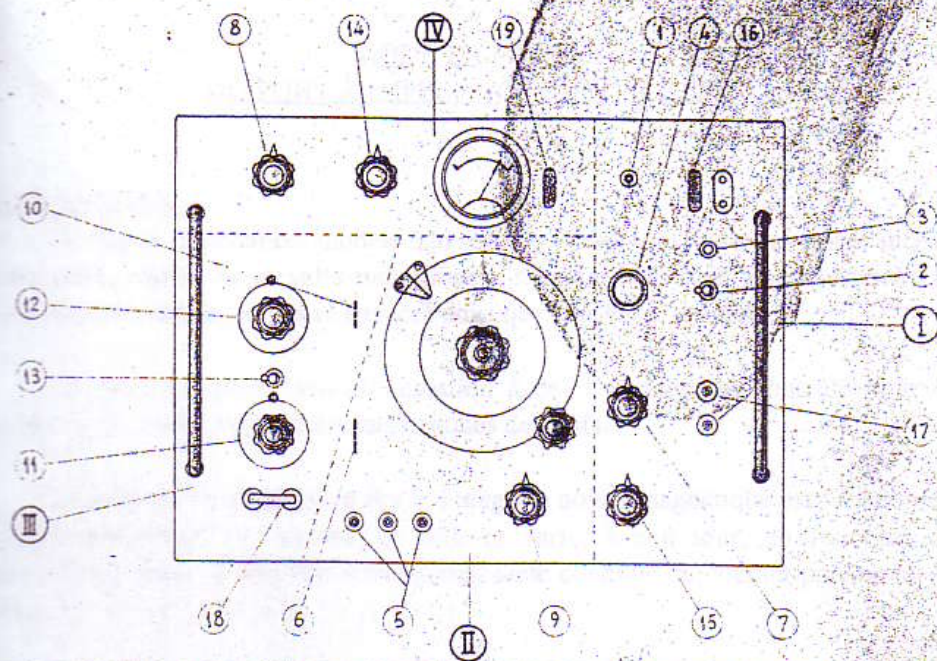
PONT D'IMPÉDANCES

Modèle 626

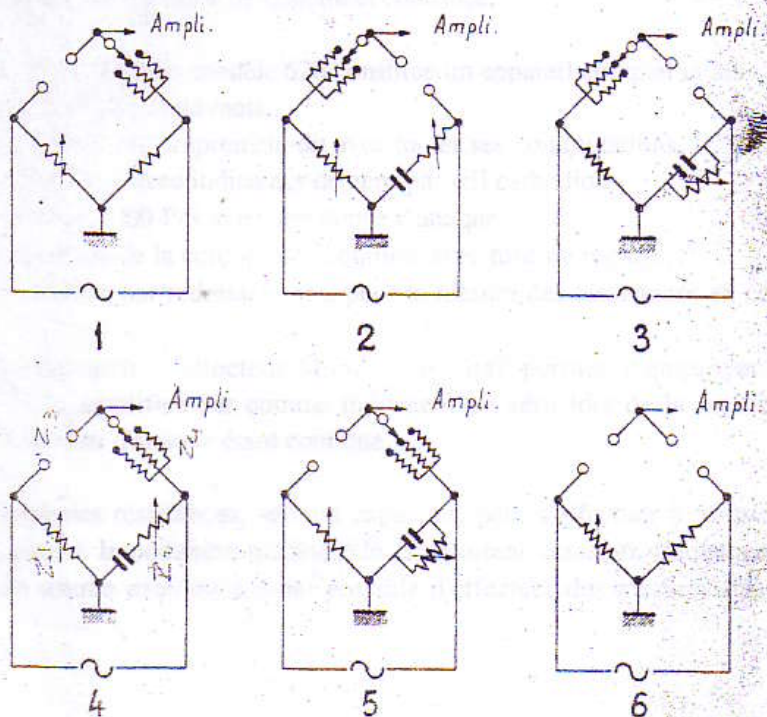
MODE D'EMPLOI

913

Aspect général.



Schémas



MODE D'EMPLOI DU PONT À IMPÉDANCES MODÈLE 626

GÉNÉRALITÉS

Le Pont à Impédances modèle 626 sert à la mesure de toutes les impédances : résistances, capacités et selfs-inductions. De plus, il permet de déterminer le coefficient de surtension des réactances ainsi que leur angle de perte.

Le Pont comporte une alimentation à débit variable et contrôlé pour la mesure de la qualité des circuits magnétiques des selfs.

En effet, la Self-Induction des bobinages à noyau magnétique est fonction de la perméabilité de ce dernier, et celle-ci varie, à son tour, en fonction de l'aimantation qui peut être due à une composante continue du courant parcourant le bobinage.

De même, la capacité des condensateurs électrolytiques étant fonction de la tension continue appliquée à leurs électrodes, un dispositif incorporé dans l'appareil donne une telle tension réglable et également contrôlée.

Le Pont à Impédances modèle 626 constitue un appareil complet et autonome. Il se compose des éléments suivants :

- 1) Pont de mesures proprement dit avec toutes ses commutations.
- 2) Amplificateur avec indicateur de zéro par œil cathodique
- 3) Générateur 1000 P/S avec une lampe d'attaque.
- 4) Alimentation de la composante continue avec tube de réglage.
- 5) Alimentation par redresseur sec, pour la mesure des résistances en courant continu.
- 6) Un dispositif "Décteur-Modulateur" qui permet d'employer l'œil cathodique et son amplificateur comme indicateur de zéro lors de la mesure des résistances, la tension d'attaque étant continue.

La mesure des résistances, selfs et capacités, peut s'effectuer à 50 p/s ou à 1.000 p/s, le pont à Impédances modèle 626 comportent ces deux fréquences. De plus, avec une source extérieure il est possible d'effectuer des mesures dans une

2

gamme de fréquences variant entre 50 p/s et 10.000 p/s. La lecture de l'angle de pertes et de la surtension à 1.000 p/s est directe.

D'autre part, il est possible de mesurer les résistances (le Pont étant attaqué en continu) tout en conservant comme indicateur de zéro, l'œil cathodique, avantage appréciable sur l'emploi d'un galvanomètre ; dans ce cas, la sensibilité demeure plus constante en fonction de la valeur de l'impédance mesurée et aucune surcharge n'est à craindre.

DESCRIPTION

Sur le panneau avant, sont disposés les organes de commande et de contrôle, groupés suivant leur utilisation pour limiter les manœuvres au minimum.

GROUPE I – Amplificateur, Détecteur de zéro et Oscillateur ensemble correspondant aux diagonales "Attaque et Mesure".

De haut en bas, rangée de gauche :

Le distributeur secteur (N° 1) destiné à adapter l'appareil à la tension du réseau ;

L'œil cathodique indicateur de zéro (N° 4) ;

Le commutateur (N° 7) destiné à choisir la nature ou la fréquence de la tension d'attaque ;

Le bouton "Amplification" (N° 15) commandant la sensibilité de l'amplificateur.

Rangée de droite :

Le fusible secteur (N° 16) correspondant au transformateur d'alimentation de l'ensemble précité ;

Le voyant (N° 3) destiné à contrôler le fonctionnement de l'appareil ;

L'interrupteur général (N° 2) "Marche-Arrêt" ;

Les bornes "Mod. Ext." (N° 17) pour l'alimentation éventuellement du Pont par une tension alternative extérieure.

GROUPE II – Pont de Mesure proprement dit :

Le cadran principal commandé par deux boutons (un bouton central et un bouton démultiplicateur) qui sert à la lecture de la valeur de l'impédance mesurée.

Un commutateur (N° 9) pour multiplier par une puissance de 10 la valeur lue sur le cadran principal.

Une clef (N° 6) dont la position est commandée par la nature de l'impédance à mesurer.

Les bornes de mesures (X) et de comparaison (ET) (N° 5).

GROUPE III – Mesure du facteur de puissance des impédances réactives.

Une clef "Q. tg δ " (N° 10) permet de choisir, soit un montage en Pont de Maxwell ou Schering, soit un montage en Pont de Hay ;

Un cadran (N° 12) et un inverseur (N° 13) pour la lecture directe du facteur de surtension des bobinages à 1.000 p/s.

Un cadran (N° 11) pour la lecture directe (1.000 p/s) de l'angle de perte des condensateurs ;

Un cavalier (N° 18) court-circuitant deux douilles pour l'utilisation de résistances extérieures. Lors de la mesure du facteur de puissance à des fréquences inférieures à 1.000 p/s.

GROUPE IV – Réglage et contrôle de la composante continue.

De gauche à droite :

Un commutateur (N° 8) de mise en marche de la composante continue, sélectionnant la nature de celle-ci (courant ou tension) et la sensibilité du galvanomètre de contrôle ;

Un bouton (N° 14) réglant progressivement la composante continue ;

Le galvanomètre (pour la mesure de la composante) ;

Le fusible (N° 19) protégeant le transformateur d'alimentation particulier à la composante continue.

MISE EN MARCHÉ

Avant de brancher l'appareil au secteur, s'assurer de la concordance entre la tension du réseau et l'indication du distributeur secteur (N° 1) (indication donnée par le trait gravé du cône).

Pousser le tumbler (N° 2) de mise en marche à droite. Le voyant (N° 3) doit s'allumer instantanément. Après une attente de 30 secondes, l'œil cathodique (N° 4) donne une lueur verte. Le Pont est alors prêt à fonctionner.

Mesure des résistances (schéma I)

La résistance inconnue est branchée aux bornes "X" (N° 5), la clef (N° 6) sur "R".

Le contacteur de modulation (N° 7) est mis soit sur 50, 1.000 p/s ou =. Le contacteur de la composante continue (N° 8) doit être sur 0. Les décades des angles des pertes sont automatiquement coupées sur cette position.

Si l'ordre de grandeur de la résistance est inconnu, se placer sur une position sensiblement médiane du cadran principal. Diminuer l'amplification et tourner le computeur de gamme (N° 9) de façon à choisir la position donnant le secteur noir le plus développé sur l'œil cathodique.

Tourner le cadran central en observant l'œil cathodique. Lorsque l'équilibre est atteint, les secteurs éclairés doivent accuser le minimum de développement. Donc, s'ils se rétrécissent pour un sens de rotation du cadran, c'est dans ce sens qu'il faut tourner le cadran. Si l'on arrive en fin de course avant d'avoir atteint l'équilibre, on passe sur la gamme équivalent du commutateur (N° 9).

De plus, on augmente progressivement le gain au fur et à mesure que l'on s'approche de l'équilibre.

En principe, l'équilibre une fois atteint, on doit pouvoir augmenter considérablement le gain.

Pour des résistances élevées, il est préférable d'effectuer les mesures à 1.000 p/s afin de bénéficier de l'amplificateur sélectif insensible aux inductions éventuelles du ronflement.

La mesure en = des résistances est prévue et doit être employée lorsque celles-ci ont un caractère selfique très marqué.

En particulier, la mesure de la résistance des enroulements de transformateurs et de selfs à fer n'est possible qu'en continu.

Il est à remarquer que l'acuité de la mesure est plus faible en = qu'à 50p/s pour les résistances de très faibles valeurs (inférieures à $0,1 \Omega$) et de très fortes valeurs (supérieures à $100 \text{ k}\Omega$).

REMARQUE

Si l'amplification ne peut être suffisamment augmentée sur 1.000 p/s, cela prouve que la résistance a un fort déphasage inductif ou capacitif. Dans ce cas,

mettre le commutateur "Modulation" (N° 7) sur 50 p/s ou = ; on diminue de cette façon l'influence du déphasage ainsi que les erreurs éventuelles dues à l'effet pelliculaire.

Une fois l'équilibre établi, multiplier la lecture du cadran par le nombre correspondant à la position du commutateur (N° 9) pour obtenir la valeur exacte.

Exemple : Équilibre atteint sur la position du commutateur (N° 9) 100 K Ω .

Lecture du cadran 8,47

La valeur de la résistance est de 347.000 Ω .

Mesure des capacités sans tension continue (Schéma 2)

La capacité est connectée aux bornes "X" (N° 5) ;

La clef (N° 6) est placée sur "C" ;

La clef (N° 10) sur "tg δ " ;

Le contacteur de modulation (N° 7) sur 1.000 p/s.

L'équilibre est recherchée de la même façon que pour les résistances. Si l'équilibre est imparfait, agir sur le potentiomètre "tg δ " (N° 11). À l'aide du cadran central et du potentiomètre (N° 11), on doit arriver à l'équilibre parfait, c'est-à-dire au minimum de développement des secteurs éclairés de l'œil cathodique.

Exemple : Lecture du cadran 6,32 ;

Commutateur (N° 9) sur 1.000 μF ;

Potentiomètre (N° 11) sur 0,08 ;

La capacité mesurée a une valeur de 6320 μF et un angle de pertes de 0,08, c'est-à-dire 8 %.

NOTE – Si les pertes dans la capacité à mesurer sont dues à une résistance parallèle, la valeur exacte de la capacité mesurée devient :

$$C_x = \text{valeur lue} \times \frac{1}{1 + \text{tg}^2 \delta}$$

On constate que la valeur lue est exacte pour les petites valeurs de tg δ et que l'erreur à tg δ = 0,1 est égale à 1 % de la valeur mesurée.

Si l'équilibre n'est pas atteint pour la position extrême du cadran (N° 11), c'est-à-dire si l'angle de perte est supérieur à 0,12, commuter la clef (N° 10) sur Q

à ce moment on réalise le schéma 3, montage permettant de mesurer des pertes plus grandes que $\text{tg}\delta = 0,12$.

On procède à la recherche de l'équilibre en ajustant le cadran central en même temps que le cadran "Q" (N° 12) et, si besoin est, l'inverseur (N° 13). La lecture du facteur de surtension est directe. Il y a lieu de remarquer que le cadran "tgδ" (N° 11) dans cette mesure, donne lui aussi une lecture directe, chaque division chiffrée correspondant à une surtension de 0,01.

Dans cette manière, on doit arriver à réaliser l'équilibre parfait, le gain étant poussé au maximum.

Exemple : À l'équilibre :

Valeur lue sur le cadran centre : 6,76

Position du contacteur (N° 9) : 0,1 μF

Cadran (N° 12) Q = 3

Inverseur (N° 13) = + 0

Cadran (N° 11) Q = 0,08

La capacité mesurée a une valeur de 0,676 μF avec une surtension = 3,08 ou un angle de pertes de $I/Q = 0,32$.

Cette mesure est valable si l'on fait la supposition que les pertes dans le condensateur sont constituées par une résistance en parallèle avec lui. Si l'angle de pertes peut être représenté comme résultant d'une résistance série, la correction suivante doit être appliquée :

$$C_x = C \text{ lecture } (1 + 1 / Q^2)$$

Mesure des self-inductions sans composante continue (schéma 4)

L'enroulement est connecté aux bornes "X" (N° 5).

La clef (N° 6) est placée sur "L".

Le contacteur composante continue (N° 8) sur 0.

La clef (N° 10) sur $\text{Tg}\delta$.

Le contacteur de modulation (N° 7) sur 1.000 p/s.

L'équilibre est recherché de la même façon que pour les résistances ou capacités. Pour obtenir le maximum de l'ouverture, on sera obligé de faire

intervenir le potentiomètre "Tgδ" (N° 11). En mesurant les bobinages à fer, le maximum deviendra moins prononcé en raison de la production des harmoniques dans les bobinages sous mesure.

Exemple : Lecture du cadran centra : 7,25
 Position du commutateur (N° 9) : 1 Hy
 Position du potentiomètre (N° 11) : 0,062
 Valeur de la self-induction $7,25 \times 1 \text{ Hy} = 7,25 \text{ Hy}$
 Angle de pertes $0,062 = 6,2 \%$ ou $Q = \frac{1}{\text{tg}\delta} = 16$

NOTE – La valeur exacte de la self-induction est :

$$L = \text{valeur lue} \frac{1}{1 + \text{tg}^2\delta}$$

L'erreur est négligeable jusqu'à $\text{tg} = 0,1$. Dans ce cas, elle est de 1 % de la valeur lue, en supposant que les pertes dans le bobinage peuvent être représentée comme pertes dans une résistance en série avec la bobine.

Si l'équilibre n'est pas atteint pour la position extrême du potentiomètre (N° 11) ($\text{tg}\delta = 0,125$), commuter la clef (N° 10) sur "Q". Le schéma est alors celui de la figure 5.

On procède à la recherche de l'équilibre de la même façon que pour les capacités, c'est-à-dire en ajustant simultanément le cadran central, le cadran (N° 12) et l'inverseur (N° 13).

Il est nécessaire que le minimum de développement des secteurs lumineux de l'œil cathodique soit obtenu à la fois par le réglage du cadran central et par le potentiomètre d'angle de pertes. En effet, en mesurant des bobinages à air, l'influence du réglage des angles de pertes est plus grande que celle du cadran central, car les surtensions obtenues sont très faibles. On doit obtenir une position déterminée (aussi bien du cadran central, que du potentiomètre de surtension) pour laquelle, le gain étant poussé au maximum, tout décalage de l'un des réglages même en réajustant l'autre, va augmenter le développement des parties éclairées de l'œil cathodique.

Exemple : valeur lue sur le cadran central : 6,5

Commutateur de gamme (N° 9) sur 1 mHy
 Valeur lue sur cadran (N° 12) = 0,1
 " " sur l'inverseur (N° 13) = 0
 " " sur le potentiomètre "Tgδ" (N° 11) = 0,04
 Clef (N° 11) sur Q
 Valeur de la self-induction : $6,5 \times 1 \text{ mHy} = 6,5 \text{ mHy}$
 Surtension = 0,14 ($\text{tg}\delta = 7,1$)

Mesure avec composante continue

A – CONDENSATEURS – On branche le condensateur aux bornes "X". Les polarités de la tension continue sont indiquées au-dessus de chacune des bornes.

La fréquence d'attaque de l'appareil doit être de 1.000 p/s (générateur intérieur). Ne pas oublier cette manœuvre car on risquerait alors de détériorer les étalons intérieurs. Placer le contacteur "Composante-continue" (N° 8) sur la position correspondant à la tension voulue (0-50 ou 0-500 Volts). Tourner le bouton "réglage progressif" (N° 14) dans le sens de la marche des aiguilles d'une montre en observant en même temps la tension indiquée par le voltmètre.

La tension apparaît immédiatement sur la gamme 50 volts ; sur la gamme 500 volts, avant que la tension ne soit disponible, 30 secondes sont nécessaires, pour permettre le chauffage des tubes.

Arrivé à la tension voulue, faire l'équilibre de la même façon que pour la mesure des condensateurs sans tension continue appliquée. Le cas échéant, réajuster la tension à la valeur voulue et refaire la mesure. Le réglage de la tension présente une certaine inertie. Après avoir effectué la mesure, ne pas oublier de remettre le commutateur "Composante continue" (N° 8) et le potentiomètre «Réglage progressif» (N° 14) sur 0.

B – SELFS – Brancher la bobine à mesurer aux bornes "X" (N° 5). La fréquence d'attaque du pont doit toujours être 1.000 p/s.

Tourner le contacteur de la composante continue (N° 8) sur la position 100 mA. Après 30 secondes, on peut régler le courant en agissant sur le bouton de réglage progressif (N° 14). Lire sur le galvanomètre la valeur du courant traversant la self.

Procéder ensuite comme en l'absence de composante continue pour la recherche de l'équilibre.

La mesure terminée, mettre le contacteur "composante continue" et le potentiomètre sur 0.

Mesures à 50 p/s.

Toutes les mesures (capacités ou self-inductions) peuvent être effectuées à 50 p/s. La lecture des angles de pertes pour les capacités et self-inductions se trouve réduite dans le rapport des fréquences. Ainsi, le potentiomètre de la "tgδ" (N° 11) varie seulement entre 0 et 0,006 (1/20 de la valeur lue) et les décades en position Q entre $Q = 0$ et $Q = 0,55$ (également 1/20).

Si l'on veut faire des mesures en dehors de ces limites, on est obligé de recourir à une résistance additionnelle. Dans ce cas, enlever le cavalier court-circuitant les bornes (N° 15) (résistance additionnelle) et brancher à la place une décade extérieure. Cette décade doit être à l'abri des champs magnétiques et électriques extérieurs, pour ne pas induire un ronflement dans le Pont.

Procéder alors à un équilibrage en se servant du cadran principal d'une part, et de la décade extérieure d'autre part. L'équilibre atteint, lire la valeur sur le cadran principal et déduire l'angle de pertes ou la surtension de la valeur de la décade selon les formules

$tg\delta = R\omega C$ si la clef (N° 10) est sur la position tgδ (Exemple 1),

et $Q = R\omega C$ si la clef (N° 10) est sur Q. (Exemple 2).

La valeur de l'étalon intérieur est toujours constante $C = 20.000 \mu\mu F$.

Exemple 1 : Mesure d'un condensateur

Valeur lue sur le cadran central : 5,35

Position du commutateur (N° 9) : 0,01 μF

Valeur de la décade extérieure : 3.000 Ω

Clef (N° 10) sur tgδ

Le condensateur ainsi mesuré a une capacité

de $0,01 \times 5,35 \mu F = 53.500 \mu\mu F$

L'angle de pertes est : $R\omega C = 3.000 \times 314 \times 20.000 \times 10^{-12} = 0,018 = 1,8 \%$

Exemple 2 : Mesure d'une self-induction

Valeur lue sur le cadran : 7,18

Position du commutateur (N° 9) : 1 Hy

Clef (N°10) sur Q

Valeur de la décade extérieure : 1,2 MΩ

la bobline possède une self-induction de 7,18 Hy

et une surtension $Q = R\omega C = 1,2 \times 10^6 \times 314 \times 20.000 \times 10^{12} = 7,54$

La présence des harmoniques dans les mesures à 50 p/s se traduisant quelquefois par un léger flou, n'influe que très faiblement sur la précision.

Mesure avec source de tension extérieure.

En mettant le commutateur (N° 7) sur "EXT", la modulation intérieure se trouve coupée et le Pont peut être alimenté de l'extérieur. Une source de tension BF. de 50 à 10.000 p/s peut être branchée aux bornes "Mod. Ext" (N° 17). Cette source peut être indifféremment symétrique ou avec un côté à la masse. La tension nécessaire est de l'ordre de 40 à 60 volts et la puissance de 1 à 2 watts.

Pour les mesures à des fréquences inférieures à 1.000 p/s, les mêmes considérations que pour 50 p/s sont valables en ce qui concerne la mesure des angles de pertes avec une résistance extérieure. Les formules pour l'angle de pertes et les surtensions sont les mêmes, seulement ω varie avec la fréquence de modulation selon la formule $\omega = 2\pi f$. Donc, de nouveau $\text{tg}\delta = R\omega C$ et $Q = R\omega C$. R étant la valeur de la décade extérieure, la pulsation de la modulation et C l'étalon intérieur = 20.000 μF.

Pour les fréquences supérieures à 1.000 p/s, on peut avoir recours aux résistances extérieures, mais cela n'est plus indispensable, la décade intérieure couvrant toute la gamme de mesures.

La correction à faire consiste à multiplier la valeur lue de $\text{tg}\delta$ ou de Q par le rapport : $\frac{\text{Fréquence de modulation}}{1000}$.

Exemple : La valeur lue de $\text{tg}\delta = 0,01$ pour une fréquence de modulation de 5.000 p/s correspond à une $\text{tg}\delta$ de 0,05 à cette fréquence.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES.

Mesure des Résistances : 0,01 Ω à 10 mégohms

précision : $\pm 1 \%$, de 0,1 Ω à 1 M Ω

$\pm 2 \%$ pour les valeurs supérieures.

Capacités : 1 microfarad à 100 microfarads

précision : $\pm 1 \%$ de 100 μF à 10 μF

2 % ou $\pm 0,2 \mu\text{F}$ pour les autres valeurs.

Selfs-inductions : 10 microhenry à 1.000 henry

précision : $\pm 2 \%$, de 100 μH à 50 Hy

inférieure à 3 % de 50 Hy à 1.000 Hy

Coefficient de surtension : 10 à 0

précision : $\pm 5 \%$ ou $\pm 0,005$ pour les valeur inférieures

à 0,1.

Angle de pertes : 0 à 14 %

précision : $\pm 5 \%$ de la valeur lue ou $\pm 0,005$ pour les valeurs

inférieures à 10 %.

La composante continue est réglable dans les limites suivantes :

Intensité : 0 à 100 mA

Tension : 0 à 500 volts – en deux plages 50 V et 500 V.

L'emploi de la composante continue ne diminue que légèrement la précision de lecture.

FRÉQUENCE DE MESURE

1.000 p/s $\pm 2 \%$

LAMPES UTILISÉES

2 5 Y 3 GB

1 6 L 6

1 6 V 6

POIDS NET : 22 Kgs

Dimensions :

largeur 51 cms

profondeur 23 cms

18

2	6 J 7	hauteur	38 cms
1	6 H 8		
1	6 AF 7		

Alimentation : secteur alternatif

110 – 130 – 220 – 250 volts, 50 p/s.