

*2/12/77 - réparation effectuée le 10/2
nouveau circuit 10/1/83*

TIROIR PILOTE POUR POTENTIOSTAT

type TP-PRT

Notice d'utilisation

I - <u>PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT</u>	1
II - <u>CARACTERISTIQUES GENERALES</u>	2
III - <u>DESCRIPTION</u>	3
1° - FACE AVANT	3
2° - FACE ARRIERE	4
IV - <u>UTILISATION</u>	5
A - PRODUCTION DES SIGNAUX RECURRENTS (avec établissement du programme pour un signal complexe)	5
B - FONCTIONNEMENT EN MODE DECLENCHE (MONOCOUP)	6
C - DETERMINATION DES VALEURS NUMERIQUES CARACTERISTIQUES (bornes, pente, durée) D'UN SEGMENT	8
1° - Potentiel d'une borne	8
2° - Pente d'un segment	8
3° - Durée d'un segment	9
D - REGLAGE D'AMPLITUDE DU SIGNAL DE SORTIE	9
E - FONCTIONS ANNEXES	10
1° - Sorties de synchronisation	11
2° - Entrée de déclenchement	11
V - <u>REMARQUES SUR LES BONNES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT</u>	12

I - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le tiroir pilote type TP-PRT est un générateur de signaux formés de trois segments de pentes réglables individuellement, conçu spécialement pour s'adapter sur tous les potentiostats de la série PRT...X.

Les signaux délivrés dits "triangulaires" sont produits par intégration d'un courant constant dont on modifie la valeur au moment du passage au potentiel choisi pour le changement de segment ("BORNE"). Ils peuvent être produits de deux façons :

- de façon continue : l'appareil fonctionne alors selon un cycle dit en "anneau", où le segment en cours prépare et déclenche la production du segment suivant.
- de façon discontinue, ou déclenchée, soit manuellement, soit électriquement par un signal extérieur au générateur.

Cet ensemble est complété par un certain nombre de dispositifs annexes spécialement adaptés à l'utilisation en pilote pour applications électrochimiques :

- un décaleur de niveau continu étalonné ;
- une entrée pour des signaux de déclenchement ;
- des sorties de signaux de synchronisation.

II - CARACTERISTIQUES GENERALES

- Forme des signaux délivrés : triangulaires, polygonaux.
- Nombre de segments : trois.
- Pente : positive ou négative de 10^{-2} à 10^5 volts/seconde.
- Durée de chaque segment : 10^{-4} à 10^3 secondes.
- Rapport maximal de pente ou de durée (entre segments d'une même séquence) : 10^4 .
- Tension de sortie : ± 5 V.
- Réglage progressif de niveau des bornes : 0 à 5 V (dans les deux polarités).
- Atténuateur décimal : 1 - 10^{-1} - 10^{-2} (- 10^{-3}).
- Fonctionnement : récurrent ou déclenché.
- Entrée de synchronisation (signal minimum) : 3 V/5 μ s, positif.
- Amplitude des signaux synchrones avec chaque segment : 10 V.
- Décaleur d'origine étalonné : ± 5 V ($\pm 0,5$ %).
- Alimentation : 220 V, 40/60 Hz, 11 VA.
- Dimensions : 156 X 126 X 212 mm.
- Poids : 2 Kg .

III - DESCRIPTION

Le générateur TP-PRT se présente sous la forme d'un tiroir enfichable. Il se compose des éléments suivants :

1° - FACE AVANT

Elle présente des commandes communes aux trois segments et des commandes particulières à chaque segment :

a - Commandes communes :

- (S 1) Atténuateur de 1 à 10^{-3} , pour le réglage de l'amplitude globale des signaux.
- (S 2) Commutateur à quatre positions "MULTIPLICATEUR C" qui multiplie de 10 à 10^4 la pente des segments, en modifiant dans le même rapport la capacité du condensateur d'intégration.
- (S 3) Commutateur permettant le fonctionnement "RECURRENT" ou "DECLENCHE" du générateur.
- (S 4) Bouton-poussoir de déclenchement du signal.
- (P 1) Potentiomètre décaleur de 10 tours repéré " $V = n - 5$ " qui permet de fixer la tension continue de base (entre - 5 volts et + 5 volts) à laquelle est superposé le signal.
- (D 3), (D 4), Couple de douilles, jaune et bleue, repérées "DECL.". Elles permettent d'appliquer un signal pour synchroniser le déclenchement du signal triangulaire du générateur.
- (D 5), (D 6), Couple de douilles, rouge et bleue, repérées "SORTIE" délivrant le signal de sortie du générateur.

b - Commandes particulières à chaque segment :

Pour chaque segment, l'appareil comporte des commandes particulières propres : pente, bornes, et une sortie de synchronisation.

- (S 51), (S 52), (S 53), Commutateur "MULTIPL. I" multipliant de 10^2 à 10^5 , en quatre décades, la pente d'un segment. Ce réglage est effectué en agissant

sur le courant I du circuit d'intégration.

(S 61), (S 62), (S 63), Commutateur à deux positions repérés "PENTE", fixant la pente des segments : positive (+) ou négative (-).

(P 31), (P 32), (P 33), Potentiomètres de 10 tours repérés "MULTIPL. I" complétant respectivement l'action des commutateur : (S 51), (S 52), (S 53). Chacun permet ainsi un réglage fin de la pente du segment correspondant, par action sur la valeur I du courant d'intégration.

(P 21), (P 22), (P 23), Potentiomètres de 10 tours repérés "LIMIT." fixant le niveau de la borne finale du segment. Pour ce réglage, il est nécessaire de tenir compte de la position de l'atténuateur général (S 1).

(D 11), (D 12), (D 13) } Ensemble de trois couples de douilles vertes et
(D 21), (D 22), (D 23) { bleues repérées "SYNCHRO", permettant la synchronisation d'un appareil ou ensemble extérieur (oscilloscope, générateur de commande de marteau), sur l'origine du segment correspondant. Chaque couple est repéré par le numéro du segment.

2° - FACE ARRIERE

Elle comporte un connecteur à 24 contacts qui permet le raccordement avec le potentiostat, par enfichage dans le logement prévu à cet effet.

IV - UTILISATION

A - PRODUCTION DES SIGNAUX RECURRENTS

Pour obtenir des signaux "triangulaires" d'une forme et d'une amplitude précise comportant plus de deux segments, il est nécessaire de procéder comme il est indiqué dans le tableau "ETABLISSEMENT du PROGRAMME pour un SIGNAL COMPLEXE", donné ci-après.

Compte-tenu des conditions à respecter pour que le fonctionnement soit possible, cette méthode graphique semble, dans un premier temps du moins, être la plus rapide à appliquer. Par la suite, avec une certaine expérience, il est possible de s'en passer.

Les règles essentielles sont les suivantes :

- Tout signal doit comporter un segment de pente opposée à celle des deux autres ;

- La borne du dernier segment, du moins pour les cas courants, sera avantagusement placée à zéro volts, ce qui correspond à l'indication 5,00 sur le cadran du potentiomètre hélicoïdal ;

- Deux segments consécutifs, de pentes du même signe, doivent avoir des bornes de valeur croissante si les pentes sont positives, ou de valeur décroissante si les pentes sont négatives ;

- Un segment de pente positive doit aboutir à une borne plus positive que celle du segment précédent ;

- Un segment de pente négative doit aboutir à une borne plus négative que celle du segment précédent ;

- Pour obtenir la meilleure qualité générale du signal (stabilité, niveau de parasites, transitoires de commutation) on choisira pour le segment à pente la plus élevée, le plus fort courant possible au moyen du commutateur "MULTIPLICATEUR I" (c'est-à-dire la position 10^5 lorsque cela est possible) et pour le condensateur d'intégration (MULTIPLICATEUR C) la valeur la plus forte possible en accord avec la pente voulue (celle-ci étant ajustée à la valeur exacte désirée au moyen du potentiomètre "I"). Par exemple il est préférable, pour

obtenir une pente de 100 volts/seconde, de régler le commutateur "MULTIPLICATEUR I" sur la position 10^3 , et le commutateur "MULTIPLICATEUR C" sur la position 10^2 , plutôt que sur les positions 10^2 et 10 respectivement.

Cette dernière règle permet notamment d'obtenir le rapport maximal de pente : 10^4 .

- Le réglage du potentiomètre hélicoïdal I ne doit normalement pas être effectué entre 0,00 et 1,00, si l'on peut encore disposer d'une gamme inférieure de courant sur le commutateur "MULTIPLICATEUR I".

Dans le cas contraire on peut encore utiliser, mais avec une précision et une stabilité moindres, un réglage compris entre 0,50 et 1,00. En-dessous de ces valeurs, la qualité du signal se dégrade rapidement.

NOTA : Il est possible d'établir un signal composé de deux segments seulement.

Un tel programme est réalisable de deux façons :

1° - A partir d'un signal à trois segments en inversant la polarité à l'aide du commutateur (S 61), (S 62) ou (S 63), du segment que l'on veut supprimer.

2° - A partir d'un segment de pente POSITIVE en donnant à sa borne terminale une valeur INFÉRIEURE à celle qui la précède, ou à partir d'un segment de pente NEGATIVE en donnant à sa borne terminale une valeur SUPÉRIEURE à celle qui la précède.

"ETABLISSEMENT du PROGRAMME pour un SIGNAL COMPLEXE" : voir page suivante.

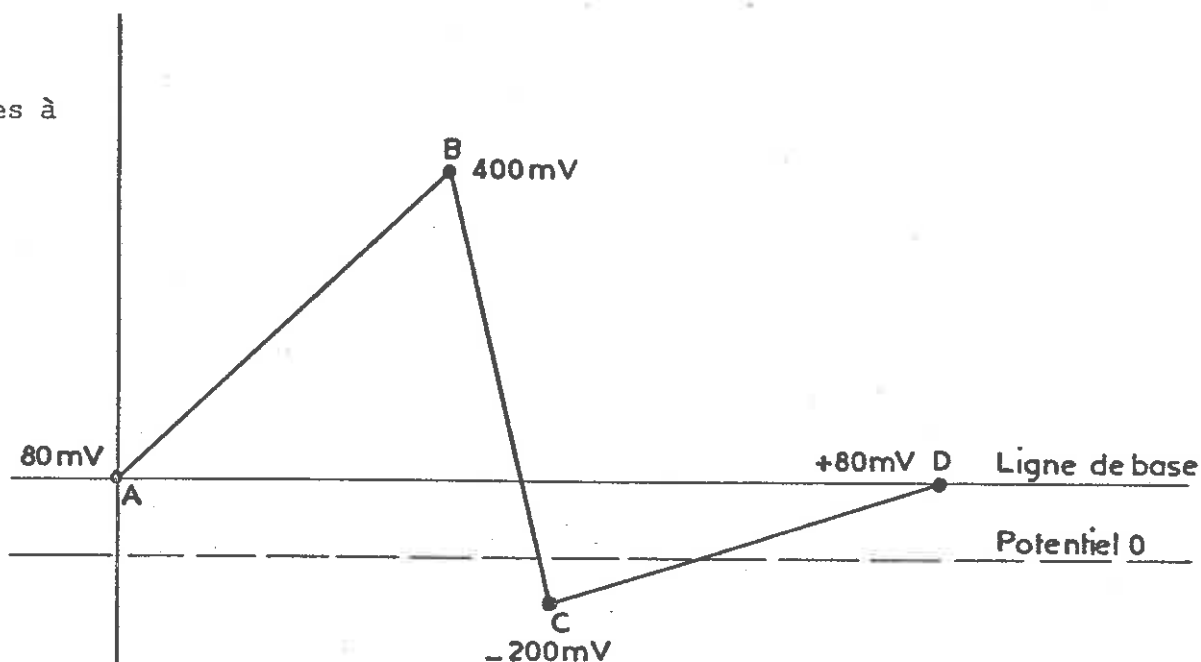
B - FONCTIONNEMENT EN MODE DECLENCHE (MONOCOUP)

Conditions impératives pour la production de signaux "triangulaires"

- Borne du troisième segment fixée à 5,00 tours ;
 - Signal de déclenchement appliqué à l'entrée "DECL." (D 3) :
 - . Amplitude minimale : 3 volts,
 - . Temps de montée : inférieur à 5 μ s.
 - Fréquence de récurrence : inférieure à celle obtenue lorsque le générateur fonctionne en mode répétitif, en produisant la même séquence de segment.
- En cas d'interruption du signal en cours de cycle, le déclenchement ne peut assurer à nouveau le départ ; on devra alors, pour remettre l'appareil en condition de fonctionnement, appuyer sur le bouton "DEPART".

ETABLISSEMENT du PROGRAMME pour un SIGNAL COMPLEXE

Valeurs absolues à obtenir



Différence de potentiel par rapport à la ligne de base

0 mV + 320 mV - 120 mV 0 mV

Valeurs pour le réglage des bornes

0 V + 3,2 V - 1,2 V 0 V

Indication (en nombre de tours) des potentiomètres hélicoïdaux.

Segment n°	1 (AB)	2 (BC)	3 (CD)
Tours	1,40	9,00	5,00
Pente	+	-	+

Atténuateur

Réglé à 10^{-1} pour obtenir les amplitudes désirées (+ 0,4 V et - 0,2 V) à partir des valeurs + 4 V et - 2 V.

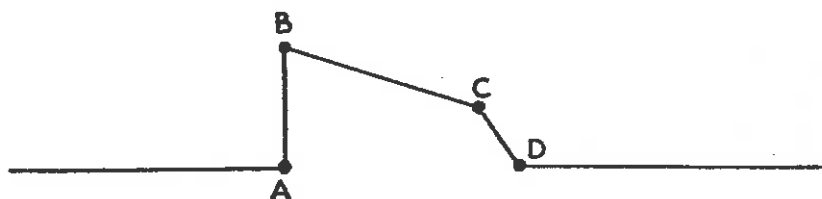
Décaleur

Réglé à 5,04 tours pour obtenir + 80 mV de décalage de la ligne de base.

- Pour pouvoir observer à l'oscilloscope la totalité du signal, il est nécessaire de prendre comme signal de synchronisation de l'oscilloscope le signal qui sert au déclenchement du générateur.

Dans ces conditions les sorties synchrones de la face avant délivrent des signaux de 12 V d'amplitude pour les segments 2 et 3 (on ne dispose pas de ce signal pour le premier segment, du fait du déclenchement par le signal extérieur).

- Dans le cas où l'on voudrait obtenir un signal de la forme suivante :



caractérisé par le segment AB de pente quasi verticale on devra régler le premier segment (correspondant au signal AB) pour obtenir la pente maximale. En effet, le segment AB, théoriquement de durée nulle, doit être produit de manière à pouvoir définir, au moyen des bornes, la variation de potentiel qu'il couvre.

Pour réduire le temps de transition de A à B, on choisira sur le tiroir n° 1 les réglages qui donnent le plus fort courant I, (commutateur "MULTIPLICATEUR I" placé sur la position 10^5 , et bouton compte-tours du potentiomètre hélicoïdal "I" placé sur la graduation 10). Par ailleurs, on placera le commutateur "MULTIPLICATEUR C" sur la gamme la plus faible qui permettra, avec le courant le plus faible d'obtenir le segment (BC dans ce cas) qui a la pente la plus faible.

Remarque :

Il est à noter que, si l'on n'applique pas la règle indiquée ci-dessus, qui demande que l'on fixe la troisième borne à 5,00, on obtiendra un retour à la ligne de base par un segment supplémentaire à pente très grande, qui n'est pas défini par l'appareil, et n'est donc pas réglable de ce fait. Ceci peut être intéressant dans certaines conditions.

Toutefois la latitude de réglage possible de la troisième borne reste limitée dans ce cas à des valeurs inférieures à celles d'autres bornes, sous peine soit d'interdire le fonctionnement déclenché (et d'obtenir un fonctionnement en mode récurrent), soit de faire disparaître un des segments précédents.

C - DETERMINATION DES VALEURS NUMERIQUES CARACTERISTIQUES (bornes, pente, durée) D'UN SEGMENT

Pour chiffrer les valeurs des grandeurs caractéristiques d'un segment : PENTE, DUREE, BORNES (ou LIMITES), il est nécessaire de procéder à des calculs élémentaires qui font intervenir les valeurs numériques des différents paramètres sur lesquels on agit pour obtenir un signal déterminé.

Il est à noter que, cet appareil étant un tiroir pilote de potentiostat les valeurs et signes du signal de sortie sont définis en prenant la douille ROUGE comme ORIGINE des POTENTIELS, alors que, du point de vue strictement électronique, on devrait au contraire prendre la douille bleue comme référence de potentiel zéro.

1° - POTENTIEL D'UNE BORNE

Le potentiomètre hélicoïdal de 10 tours portant l'indication "BORNE" fixe le potentiel de la borne qui est située A LA FIN DU SEGMENT dont la pente est commandée par les autres organes de réglage du segment considéré.

Compte-tenu de tous les réglages, le potentiel d'une borne, B par exemple, est donné par la relation :

$$V_B = (n_B - 5) \times A + V_{\text{Décaleur}}$$

où

- n est le nombre de tours, de 0 à 10 affiché sur le cadran du potentiomètre hélicoïdal "BORNE" ;

- A est le multiplicateur (puissance de 10) indiqué par la position du bouton "ATTENUATEUR" ;

- V Décaleur, la tension du décaleur calculée comme indiqué sur la face avant de l'appareil, soit :

$$V_B = (n_B - 5) \times A + (n_D - 5).$$

2° - PENTE D'UN SEGMENT

Dans le cas où la pente d'un segment est POSITIVE (+) ou NEGATIVE (-) (ce qui est indiqué par le signe placé en regard de la flèche du commutateur de "PENTE") la valeur de cette dernière peut être calculée par la formule :

$$S \text{ (volts/seconde)} = \frac{I \times M_I \times A}{M_C}$$

où

- I = nombre de tours (0 à 10) affiché par le bouton du potentiomètre hélicoïdal "I" du segment considéré ;

- M_I = valeur (puissance de 10) indiqué par le "MULTIPLICATEUR I" du segment considéré.

- A = valeur (puissance de 10) indiquée par l'ATTENUATEUR du bâti ;

- M_C = valeur (puissance de 10) indiquée par le "MULTIPLICATEUR C" du bâti.

3° - DUREE D'UN SEGMENT

Pour un segment à pente POSITIVE ou NEGATIVE la durée peut soit être mesurée directement (voir paragraphe "FONCTIONS ANNEXES"), soit calculée par la formule :

$$t = \frac{M_C \left[(n_x - 5) - (n_y - 5) \right]}{I_y \times M_{Iy}}$$

où

- I_y = nombre de tours (0 à 10) affiché par le bouton du potentiomètre hélicoïdal "I" qui détermine la pente du segment "y" dont on veut connaître la durée ;

- M_{Iy} = valeur (puissance de 10) indiquée par le MULTIPLICATEUR I_y ;

- $(n_y - 5)$ = valeur de la borne y, exprimée en volts

- $(n_x - 5)$ = valeur de la borne x du segment précédent

[sans tenir compte d'autres facteurs (atténuateur ou décaleur).]

Les valeurs obtenues en pratique ne diffèrent pas de plus de $\pm 2\%$ par rapport à celles ainsi calculées (l'écart éventuel provenant des dispersions de tolérances des éléments constitutifs de l'appareil).

Pour procéder à des réglages rapides, il est commode de se servir d'un oscilloscope, et de réserver les calculs détaillés ci-dessus pour obtenir, après ce dégrossissage, un réglage plus précis et très reproductible (0,5 %).

D - REGLAGE D'AMPLITUDE DU SIGNAL DE SORTIE

Le générateur type TP-PRT étant essentiellement destiné, comme indiqué précédemment, à des applications électrochimiques, il n'a pas été possible d'y inclure un atténuateur progressif pour le réglage de l'amplitude du signal de sortie, car cela aurait rendu très laborieuses les opérations de réglage ou de détermination des pentes exprimées en volts/seconde.

En conséquence, les moyens de réglage d'amplitude dont on dispose sont les suivants :

- dans un rapport de 1 à 10 (réglage progressif) : les BORNES, qui n'ont par ailleurs aucune influence sur la pente des segments ;

- dans un rapport de 1 à 10^{-2} (10^{-3}) l'ATTENUATEUR décimal, qui agit à la fois sur l'amplitude et sur les pentes. Celles-ci étant modifiées dans un rapport de 10 à chaque échelon, il est très facile d'en tenir compte, soit en modifiant le condensateur d'intégration (MULTIPLICATEUR C), pour agir à la fois sur toutes les pentes de tous les segments, soit en modifiant le courant d'intégration (MULTIPLICATEUR I) de chacun des segments.

En pratique, pour atténuer l'amplitude d'un signal, on peut :

a - Réduire chaque BORNE proportionnellement à l'atténuation voulue (tant qu'elle est inférieure à 10 fois) et dans la mesure où cela ne conduit pas à rapprocher deux bornes successives à moins de 1/10ème de tour, dans les réglages des potentiomètres de "BORNES" ;

b - Modifier la valeur de l'atténuation produite par l'ATTENUATEUR, et modifier d'autant, dans le même sens, la valeur du "MULTIPLICATEUR C" ;

c - Modifier la valeur de l'atténuation produite par l'ATTENUATEUR et changer d'autant, en sens inverse, la valeur de chacun des MULTIPLICATEURS I".

NOTA : D'une manière générale en électrochimie, et en particulier dans les techniques potentiostatiques, tous les potentiels sont définis PAR RAPPORT A L'ELECTRODE DE REFERENCE, alors que, dans la réalisation électronique du montage, tous les potentiels sont définis PAR RAPPORT A L'ELECTRODE DE TRAVAIL, pour des raisons techniques. L'observation directe du signal de sortie du générateur TP-PRT à l'aide d'un oscilloscope montrera donc un signal de polarité inverse de celle qui est en fait imposée à l'électrode de travail.

E - FONCTIONS ANNEXES

Le générateur TP-PRT comporte en dehors des bornes de sortie, et des organes de réglage du fonctionnement en mode auto-entretenu, et coup-par-coup par commande manuelle, un certain nombre d'autres entrées ou sorties qui servent à des couplages soit avec des appareils de mesure, soit avec des générateurs auxiliaires. Il s'agit des douilles :

- SORTIES SYNCHRONES,
- ENTREE DE DECLenchement.

1° - SORTIES SYNCHRONES

Les sorties synchrones délivrent des signaux de forme rectangulaire, correspondant à la durée de chacun des segments. Ces signaux peuvent servir soit à synchroniser un oscilloscope, soit à déclencher tout autre dispositif extérieur au générateur, au départ de l'un quelconque des segments qui forment le signal de sortie.

- L'état de repos est à + 12 volts.
- Le niveau pendant la durée du segment correspondant est compris entre 0 et + 0,5 V.
- L'impédance de source est comprise entre 1 k Ω et 2 k Ω .
- Les temps de montée et de descente sont inférieurs à 0,5 μ s.

Les sorties synchrones peuvent être utilisées pour la commande d'un période-mètre, pour déterminer avec précision la durée réelle d'un segment quelconque, par la mesure de la durée de l'impulsion synchrone correspondante.

2° - ENTREE DE DECLENCHEMENT

Le générateur type TP-PRT peut fonctionner en mode déclenché. Pour cela, on placera le commutateur (S 3) sur la position "DECLENCHE", on appuyera alors sur le bouton-poussoir "DEPART" pour mettre les sections en condition de fonctionnement, et on appliquera à l'ENTREE de DECLENCHEMENT des impulsions de commande.

Les caractéristiques de ces impulsions doivent être les suivantes :

- Amplitude minimale : 3 volts.
- Temps de montée maximal pour 3 volts : 5 μ s.
- Polarité pour le déclenchement : front positif.
- Amplitude maximale : 50 volts (alternatifs).
250 volts (continus).

L'impédance d'entrée est de 12 k Ω , en parallèle avec 100 pF.

Au cas où l'application des impulsions de commande ne se traduit pas par l'apparition d'un signal de sortie, il est nécessaire d'agir sur le bouton "DEPART" pour rétablir les conditions nécessaires au déroulement de la séquence des états.

NOTA : Liaison masse électrique-boîtier :

La liaison MASSE-BOITIER habituelle est effectuée dans ce cas, par celle qui se trouve à l'arrière du potentiostat (cavalier).

V - REMARQUES SUR LES BONNES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT

On trouvera dans ce paragraphe certaines remarques déjà faites, ou qui figureront plus loin ; elles ont été réunies ici pour rendre plus pratique l'utilisation de cette notice, en évitant des renvois parfois malcommodes.

Pour le réglage des différentes BORNES, on devra respecter les conditions suivantes, afin de permettre la production normale de la séquence des segments :

- La borne du *dernier segment* sera, sauf cas spécial, et surtout pour le mode de fonctionnement DECLENCHE, placée à 0, c'est-à-dire à la graduation 5,00 du cadran du potentiomètre de réglage de BORNE .

- la *BORNE terminale* d'un segment de pente POSITIVE doit avoir une valeur SUPERIEURE à celle qui la précède ;

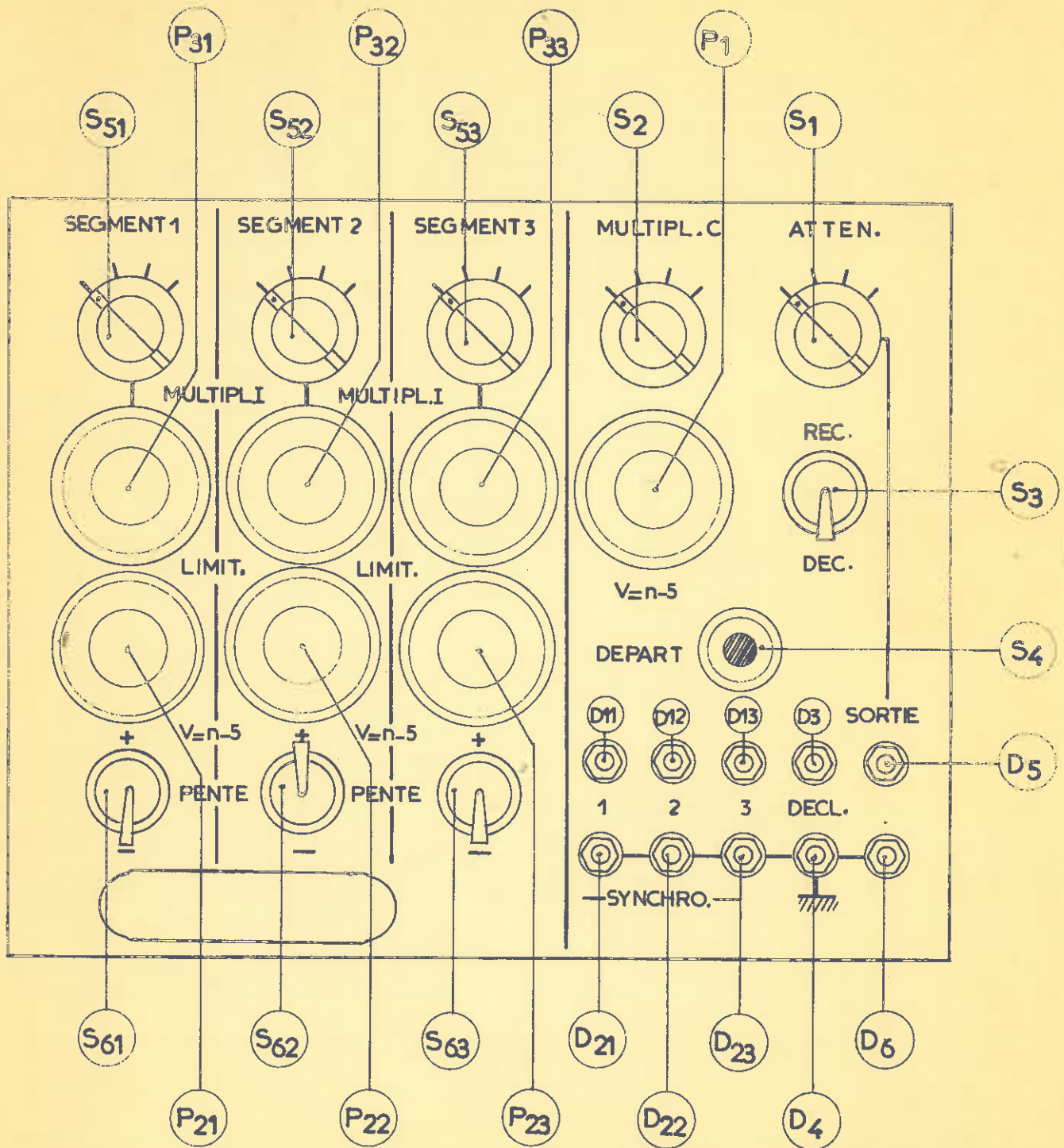
- La *BORNE terminale* d'un segment de pente NEGATIVE doit avoir une valeur INFERIEURE à celle qui la précède ;

- La différence de potentiel entre deux bornes consécutives *ne doit pas être inférieure* à l'écart de tension correspondant à 1/10ème de tour du cadran du potentiomètre de réglage de BORNE.

Dans le cas où cela ne permettrait pas d'obtenir, à la sortie du générateur, la différence de potentiel voulue entre deux bornes consécutives, il est alors nécessaire de passer sur une position de l'ATTENUATEUR correspondant à une plus forte atténuation, et de régler à nouveau les BORNES, en tenant compte de cette atténuation supplémentaire, pour retrouver l'amplitude de signal désirée. On notera que, dans ce cas, les réglages de courant doivent également être modifiés d'une puissance de 10 dans le sens des valeurs plus élevées ou le condensateur d'intégration (MULTIPLICATEUR C) d'une puissance de 10 en sens inverse, pour retrouver également les mêmes DUREES de segments, ou les mêmes PENTES.

NOS LABORATOIRES D'ESSAIS ET DE RECHERCHES SONT A VOTRE DISPOSITION
POUR ETUDIER LES PROBLEMES PARTICULIERS POUR LESQUELS LES INDICATIONS
CONTENUES DANS CETTE NOTICE NE SERAIENT PAS SUFFISANTES.

TP-PRT



FACE AVANT