



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

 (51) Int. Cl.³: G 04 B
G 04 G

 19/26
9/00

Demande de brevet déposée pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) FASCICULE DE LA DEMANDE A3

(11)

641 310 G

(21) Numéro de la demande: 4453/80

 (71) Requérent(s):
Spacetronic Société Anonyme, Vaduz (LI)

(22) Date de dépôt: 10.06.1980

 (72) Inventeur(s):
Ibrahim Salah, Biel/Bienne

(42) Demande publiée le: 29.02.1984

 (74) Mandataire:
Bovard AG, Bern 25

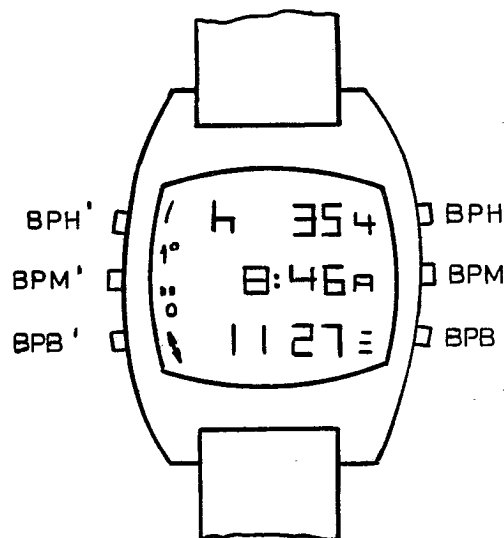
 (44) Fascicule de la demande
publié le: 29.02.1984

(56) Rapport de recherche au verso

(54) Montre électronique notamment montre-bracelet, à affichage digital, avec fonctions géographico-solaires.

(57) Dans le but de fournir des possibilités commodes de connaître les corrélations entre le temps, le lieu géographique et les positions solaires, la montre en question comprend, outre des moyens garde-temps aptes à fournir un affichage du temps courant (8:46 A), des moyens aptes à mémoriser, traiter sur le mode d'un micro-processeur, et afficher, dans un régime particulier de tableaux, des informations de hauteur et d'azimuth solaires (h 35,4) de même que des informations de date (11 27), une calculatrice effectuant des opérations de corrélation entre ces différentes grandeurs. Des boutons-poussoirs (BPH', BPM', BPB') permettent le conditionnement de cette montre en différents régimes et en différentes situations de correction et de travail, et d'autres boutons-poussoirs (BPH, BPM, BPB) permettent des commandes plus spécifiques de correction, d'opération de recherche de date et de lieu sur la base d'informations solaires, de mise en mémoire et d'appel de mémoire des différentes informations traitées.

Cette montre est aisément réalisable dans le format d'une montre-bracelet. Elle trouvera une utilisation avantageuse de la part des personnes intéressées par les positions solaires, ingénieurs d'installations solaires, architectes, pilotes d'avion, adeptes de l'Islam, etc.





RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:
Patentgesuch Nr.:

4453/80

I.I.B. Nr.:

Documents considérés comme pertinents Einschlägige Dokumente		
Catégorie Kategorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes. Kennzeichnung des Dokuments, mit Angabe, soweit erforderlich, der massgeblichen Teile	Revendications con- cernées Betrifft Anspruch Nr.
	JP - A - 53 124478 (I. SALAH) * Figures * & US - A - 4 253 169 ---	1-10
	US - A - 4 136 397 (D.J. PIERCE) * Colonne 1, ligne 44 - colonne 2, ligne 30; figures * ---	1
A	FR - A - 2 282 130 (BULOVA WATCH CO. INC.) * Page 4, ligne 23 - page 5, ligne 6; page 21, lignes 18-35 * ---	1
A	FR - A - 2 327 583 (K.K. DAINI SEIKOSHA) * Page 1, lignes 1-30 * ---	1
A	US - A - 4 077 032 (A. VOLKMAN) * Colonne 7, lignes 59-68 * ---	1
A	DE - A - 2 742 242 (E. ROETHKE) * Pages 1 et 2; figures * ---	1
A	FR - A - 2 295 470 (K.K. DAINI SEIKOSHA) * Figures * -----	1
Domaines techniques recherchés Recherchierte Sachgebiete (INT. CL.2) G 04 G 9/00 9/08 9/10 9/12 1/00 G 04 B 19/26 46/00 G 09 B 27/00 27/02 G 01 C 21/00 17/34 Catégorie des documents cités Kategorie der genannten Dokumente: X: particulièrement pertinent von besonderer Bedeutung A: arrière-plan technologique technologischer Hintergrund O: divulgation non-écrite nichtschriftliche Offenbarung P: document intercalaire Zwischenliteratur T: théorie ou principe à la base de l'invention der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: demande faisant interférence kollidierende Anmeldung L: document cité pour d'autres raisons aus andern Gründen angeführtes Dokument &: membre de la même famille, document correspondant Mitglied der gleichen Patentfamilie; übereinstimmendes Dokument		
Etendue de la recherche/Umfang der Recherche		
Revendications ayant fait l'objet de recherches Recherchierte Patentansprüche: ensemble Revendications n'ayant pas fait l'objet de recherches Nicht recherchierte Patentansprüche: Raison: Grund:		
Date d'achèvement de la recherche/Abschlussdatum der Recherche		
30.09.81		

REVENDECATIONS

1. Montre, notamment montre-bracelet, électronique à affichage digital avec fonction géographico-solaire, comprenant des moyens garde-temps pour l'heure et la date courantes, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens pour: 5 recevoir et/ou établir par comptage du temps, mémoriser, afficher en tant que données, traiter les unes en fonction des autres, et afficher en tant que résultats de calculs, plusieurs informations parmi les informations de temps, de date, de lieu géographique, de hauteur solaire avec l'indication auxiliaire «soleil: montant» / «au méridien» / «descendant», et d'azimut du soleil, de façon qu'une pluralité de dites informations servent à la détermination calculée des autres, des moyens d'affichage digital répartis en lignes et des organes de commande depuis l'extérieur, disposés en regard de ces lignes, étant en corrélation pour assurer une sélection simple de données et de commandes d'opérations à effectuer sur celles-ci, des moyens de commande électroniques présentant un agencement dont la structure assure la mémorisation de voies de calcul aptes à produire comme résultats de calcul chacune, à choix, des informations précitées.

2. Montre selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits organes de commande comprennent une pluralité de boutons-poussoirs situés sur les flancs de la montre, de façon à ne pas encombrer la face de la montre, chacun de ces boutons-poussoirs permettant différentes commandes distinguées par différents processus de manipulation du bouton, l'un de ces boutons-poussoirs commandant un premier agencement de sélection de régime agissant sur des moyens qui mettent sélectivement la montre soit en régime normal de conservation et d'affichage du temps courant, soit en un ou plusieurs régimes de tableau dans lesquels plusieurs autres desdites informations sont affichées, des moyens calculateurs étant agencés pour intervenir alors de façon à déterminer certaines desdites informations, non connues, en fonction d'autres, connues, des moyens de conditionnement d'affichage étant agencés pour afficher le résultat de ces calculs.

3. Montre selon la revendication 2, caractérisée en ce que ledit premier agencement de sélection est apte à établir deux régimes de tableaux différents, l'un assurant une mise en correspondance permanente automatique de deux des variables, hauteur solaire, azimut solaire et heure, sur la troisième, quelconque, de celles-ci, chaque fois qu'elle subit une modification, la date et le lieu étant en paramètre, et l'autre régime de tableau permettant la recherche du lieu et/ou de la date, par des opérations effectuées dans la montre sur la base des variables, alors données, de hauteur solaire et d'azimut solaire.

4. Montre selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisée en ce que l'un desdits boutons-poussoirs commande un agencement de commande d'une situation de non-correction, dans laquelle aucune correction n'est possible, d'une situation de correction en avant dans laquelle des corrections de l'information affichée sont possibles en avant, d'une situation de correction en arrière dans laquelle des corrections de l'information affichée sont possibles en arrière, d'une situation de travail sur tableaux, dans laquelle, en régime-tableaux, des recherches de date et de lieu sont possibles en fonction de valeurs introduites dans la montre en correspondance avec un ou plusieurs relevés solaires de hauteur solaire et d'azimut solaire.

5. Montre selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisée en ce que desdits boutons-poussoirs commandent un deuxième agencement de sélection (LTA, LTB, LTC) de lieux géographiques mémorisables (LOC A, LOC B, LOC C), impliquant la détermination d'un fuseau horaire, lesdits moyens garde-temps comprenant des moyens pour

adapter automatiquement leur information des heures en fonction du fuseau horaire choisi.

6. Montre selon la revendication 5, caractérisée en ce que d'autres boutons-poussoirs sont agencés de façon à permettre une correction de lieu, par rapport au lieu mémorisé et sélectionné sans détruire aucune mémorisation de lieu particulier.

7. Montre selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens agencés pour permettre, dans chaque dit régime de tableau, la sélection soit de l'heure et de la date courantes, soit d'une autre heure et/ou d'une autre date, pour servir de base au calcul corrélatif des variables d'heures, de hauteur solaire et d'azimut solaire, sans affecter le comptage et la conservation du temps courant.

8. Montre selon l'une des revendications 2 à 7, caractérisée en ce qu'elle comprend des registres de grandeurs de hauteur solaire et d'azimut solaire qui sont aptes à être mis en position en correspondance avec le résultat de calculs effectués par une partie calculatrice recevant pour cela des données d'heure, de position géographique et de date, ces registres étant aptes également à subir des corrections pas à pas par la manipulation de certains dits boutons-poussoirs, le registre des hauteurs solaires étant de plus apte à être mis en certaines positions prédéterminées par des manipulations particulières de boutons-poussoirs, de façon que son contenu corresponde à des situations de hauteur solaire prédéterminées et que, sur cette base, la partie calculatrice calcule l'heure et l'azimut solaire correspondants, compte tenu du lieu et de la date, de façon qu'un affichage de l'heure et de l'azimut auquel ces hauteurs solaires particulières se présentent puisse être fourni.

9. Montre selon la revendication 8, caractérisée en ce que lesdites hauteurs solaires particulières comprennent au moins la hauteur «00,0°, soleil montant», du lever du soleil, une hauteur déterminée seulement comme étant maximale, du passage du soleil au méridien, et la hauteur «00,0°, soleil descendant», du coucher du soleil.

10. Montre selon la revendication 9, caractérisée en ce que lesdites hauteurs solaires particulières comprennent encore une hauteur «-18,0° à -12,0°, soleil montant», de l'aube, la hauteur «+26,4°, soleil descendant», du soleil au déclin selon un angle arc tangente $\frac{1}{2}$, et une hauteur «-12,0° à -18,0°, soleil descendant», du crépuscule.

La présente invention concerne une montre électronique notamment une montre-bracelet, à affichage digital, avec fonctions géographico-solaires, comprenant des moyens garde-temps pour l'heure et la date courantes.

On a déjà proposé diverses montres qui, en plus de l'information de l'heure et l'information de la date (pour les plus perfectionnées avec comptage des mois et des années du cycle de quatre ans), fournissent des informations concernant la course solaire, indiquant notamment l'heure de lever et de coucher du soleil, avec toutefois la restriction que les informations solaires étaient rapportées à l'heure locale qui n'est que rarement en coïncidence avec l'heure officielle, celle-ci étant l'heure du centre du fuseau horaire considéré, voire même l'heure du centre d'un fuseau horaire éloigné vers l'est (heure d'été, double heure d'été). De plus, les montres proposées ne fournissaient des informations solaires correctes que pour une certaine zone de latitude géographique, ou pour un certain nombre de zones de latitude géographique sélectionnables.

On connaît également des montres-bracelets électroniques digitales à fonction de calculatrice qui constituent en fait de véritables petites calculatrices de poche. Un inconvénient majeur de ces montres-là réside toutefois dans la difficulté de prévoir, sur la surface relativement petite d'une montre-bracelet, la grande quantité de boutons-poussoirs nécessaires à une calculatrice de poche. C'est ainsi que l'on a prévu, sur la majeure partie de la face de la montre, les quelques dizaines de boutons-poussoirs nécessaires, mais en étant obligé de leur donner des dimensions très petites et une disposition très serrée, qui ne permet pas de les manipuler avec le doigt, mais nécessitent un organe pointu, similaire à la pointe d'un stylo. Malgré tout, ces montres calculatrices-là ne pouvaient correspondre qu'à une calculatrice de poche peu sophistiquée, permettant les quatre opérations et quelques fonctions analogues, mais ne permettant pas l'accomplissement de programmes composites compliqués, comportant différentes opérations en chaîne, et nécessitant la mise en mémoire d'un programme complexe.

Il faut noter encore que, à l'heure actuelle, l'intérêt à pouvoir appréhender, en différentes circonstances, des informations relatives à la position du soleil s'est notamment accru, en particulier pour les personnes de plus en plus nombreuses qui ont à établir les plans d'installations relatives à la captation de l'énergie solaire, de même que pour les architectes et urbanistes ayant à s'occuper de questions d'ombre et de direction d'ombre, de même encore que pour les pilotes et les usagers d'avions effectuant des vols longs, qui sont intéressés à savoir où et depuis quelle heure ils rencontreront des conditions de nuit, de jour, de crépuscule, etc. En tant que catégorie de personnes intéressées par les paramètres de position du soleil, il faut noter encore les adeptes de la religion musulmane, dont les heures de prière sont régies par la course du soleil. En particulier, la sixième heure de prière, définie comme l'heure de tombée de la nuit complète, peut se définir physiquement comme l'heure où le soleil est descendu d'approximativement 12° au-dessous de l'horizon, et l'instant où cela se produit, relativement à l'instant du coucher du soleil, varie selon la latitude et selon la période de l'année solaire (les mois musulmans se décalent progressivement d'été en hiver et vice versa, en un cycle d'approximativement 30 ans).

Des considérations qui précèdent, il ressort que des fonctions de calcul particulièrement intéressantes à intégrer dans une montre sont les fonctions relatives au soleil. Par ailleurs, les montres calculatrices existantes sont agencées pour l'utilisation générale, non particulièrement dirigées vers les opérations de calcul solaire, dont elle ne seraient du reste pas à même de mémoriser les programmes fort complexes.

A l'exception de quelques documents antérieurs cités comme pur arrière-plan technologique, on a cité en liaison avec la présente demande de brevet, la demande de brevet japonaise accessible au public JP-A 53 124 478, de même que l'exposé de brevet américain US-A 4 136 397. On note que la première publication susmentionnée concerne une invention du même inventeur que la présente; pour prendre connaissance de la matière de cet exposé en langue japonaise, on peut se reporter à l'exposé de brevet US-A 4 253 169, qui, bien que publié ultérieurement, comprend exactement la même matière que le document japonais précité.

Le premier de ces documents antérieurs concerne une montre électronique qui est apte à fournir des indications relatives au soleil, en particulier celles qui concernent les heures de prière musulmane, en fonction de la date, que la montre connaît par son agencement de calendrier, et d'un lieu géographique dont l'indication peut être introduite dans la montre. Cette montre ne permet pas toutefois d'effectuer le traitement d'informations concernant le temps, la date, le

lieu géographique, la hauteur solaire et l'azimut solaire, et d'afficher les résultats de ce traitement, dans tous les sens de recherche, c'est-à-dire pour retrouver n'importe laquelle de ces informations à partir de n'importe quelles autres, par exemple de retrouver une position géographique et une date en fonction de relevés d'azimut et de hauteur solaire.

La seconde de ces publications concerne un appareil servant principalement à retrouver l'heure solaire en fonction de relevés solaires et d'indications géographiques, cet appareil permettant également de retrouver certaines indications géographiques en fonction de l'heure solaire et de la date. Il ne fournit toutefois que des possibilités incomplètes, ne permettant par exemple pas de retrouver la date en même temps que la latitude. D'autre part, cet appareil n'est pas à proprement parler une montre, il est volumineux et comprend des organes en forme d'arceau pivotant dans les trois dimensions. On relève encore que la publication antérieure américaine qui présente cet appareil, si elle donne quelques formules astronomiques, ne donne pratiquement pas d'indications techniques quant à la constitution concrète des éléments à l'aide desquels ces formules pourraient être automatiquement traduites en des indications directement utiles.

L'appareil selon cette publication antérieure n'est pas une montre, et rien n'indique comment il serait réalisable sous forme d'une montre, dans laquelle il faut, par un minimum de poussoirs aisément accessibles, logiquement et adéquatement disposés pour que leurs fonctions soient bien comprises, et par un minimum de signes d'affichage conventionnels permettant de reconnaître ce qui est affiché, pouvoir introduire un très grand nombre de données diverses sur une surface d'affichage relativement restreinte.

Nul doute que de grandes machines à calculer électroniques aient déjà été réalisées pour effectuer des calculs astronomiques, mais le principal problème rencontré est celui de fournir sous forme d'une montre-bracelet un agencement pratique et compact qui, tout en présentant un très grand éventail de possibilités, puisse être, pour une personne s'intéressant principalement à certaines de ces possibilités, manœuvré d'une manière simple, permettant la répétition de manipulations de commande devenant vite intuitives. La publication antérieure US-A 4 136 397 ne divulgue en tous les cas pas un dispositif répondant aux exigences susmentionnées.

L'art antérieur présente donc des lacunes en ce qui concerne une montre calculatrice du type très particulier en question, et qui devrait, vu la spécialisation de ses fonctions de calcul, permettre une commande par un petit nombre de boutons-poussoirs facilement manipulables du doigt et n'encombrant pas la face de la montre, une mémorisation permanente ou semi-permanente des programmes complexes de calcul devant pouvoir être possible en ces circonstances, toujours du fait de la spécialisation susmentionnée, l'éventail des traitements possibles devant s'étendre à tous les paramètres précédemment cités et permettre l'obtention pratique de résultats pour toutes combinaisons de «paramètres introduits/paramètres inconnus à calculer et à afficher».

Il y a lieu de noter encore que, dans les montres calculatrices existantes, la plus grande partie de la face de la montre est occupée par des boutons-poussoirs de sorte que la surface pour l'affichage est petite, ce qui oblige soit à n'avoir que très peu de digits affichés soit à n'avoir que des caractères d'affichage extrêmement petits. Cet inconvénient devrait être évité dans la montre spécialisée précédemment considérée.

Le but de la présente invention est de fournir une telle montre électronique à affichage digital munie de fonctions solaires, qui réponde aux exigences et intérêts ressortant des considérations précédemment exposées et qui évite les incon-

vénients également susmentionnés des montres-bracelets calculatrices à fonction générale connues de l'art antérieur.

Conformément à l'invention, ce but est atteint par les caractères énoncés dans la revendication indépendante annexée.

Les revendications dépendantes définissent des formes d'exécution particulièrement avantageuses en ce qui concerne principalement la commodité de manipulation de la montre calculatrice solaire et sa commodité de lecture des informations fournies, et également en ce qui concerne le groupement des fonctions et commandes de fonction, étant entendu que, sur un très grand nombre de fonctions possibles avec la montre, chaque utilisateur doit pouvoir retenir aisément un groupe particulier de fonctions qui l'intéressent particulièrement, sans avoir forcément à garder en tête le mode d'emploi complet de la montre pour toutes les autres fonctions qui l'intéressent moins. Les formes d'exécution avantageuses définies par les revendications dépendantes précisent donc, d'une part, un grand nombre de fonctions qui seront avantageusement incluses dans la montre pour qu'elle soit universelle, et, d'autre part, un agencement rationnel de ces fonctions pour permettre à l'utilisateur, selon ce qui vient d'être expliqué, un apprentissage sélectif des manipulations nécessaires aux fonctions qui lui sont particulièrement utiles.

Le dessin annexé illustre, à titre d'exemple, une forme d'exécution, présentant de nombreuses possibilités de variantes, de l'objet de l'invention. Dans ce dessin:

La fig. 1 est une vue frontale d'une montre-bracelet électronique à affichage digital des fonctions géographico-solaires, selon la conception en question, cette fig. 1 présente la montre en régime de tableau I,

la fig. 2 montre une série d'aspects C11-C16, C21-C26, C31-C36, que l'affichage de la montre peut fournir, dans les différents régimes où elle peut se trouver, dans les différentes situations de non-correction, de correction en avant, de correction en arrière et de travail sur tableau, dans différentes hypothèses d'utilisation, cette fig. 2 n'étant bien sûr pas exhaustive,

la fig. 3 montre schématiquement comment se compose, à l'aide des figs 4, 5, 6 et 7, le schéma électronique et logique général de la montre,

la fig. 4 est une partie du schéma de la montre selon la fig. 1, qui présente l'ensemble de circuits servant à l'élaboration et à l'emménagement des informations de temps, de date, de lieu, d'heure locale, d'azimut du soleil (AS) et de hauteur du soleil (HS) traitées ou à traiter, et à afficher sélectivement,

les figs 5a et 5b représentent le schéma de la partie des circuits de la montre comprenant les circuits de commande liés aux organes de commande d'utilisation, de même qu'un certain nombre de circuits auxiliaires pour différentes fonctions,

la fig. 6 est un schéma représentant la partie du circuit de la montre constituant la commande générale interne des fonctions de la montre, en particulier la commande des fonctions de la calculatrice, en dépendance des commandes d'utilisation (fig. 5) et des informations générales élaborées (fig. 4), cette fig. 6 représentant également la commande d'affichage et l'affichage en multiplexage des informations principales,

les figs 7a, 7b et 7c représentent schématiquement la partie de la montre constituant la calculatrice, réalisée sous forme de microprocesseur, les éléments visibles à la fig. 5 symbolisant principalement des programmes élémentaires de micro-processeurs, les éléments matériels par lesquels le micro-processeur effectue ces programmes, éléments qui sont en grande partie les mêmes pour la plupart des programmes, n'étant pas représentables comme tels,

la fig. 8 est un schéma plus détaillé d'un des six circuits identiques «d'entrée de commande», ou de «bouton-poussoir», visibles aux figs 5a et 5b,

la fig. 9 représente d'une façon détaillée le schéma logique d'un bloc de «LOGIQUE A.M.P.» visible à la fig. 7b, et la fig. 10 représente, d'une façon détaillée, le schéma logique d'un bloc de «LOGIQUE DE PREPARATION» également visible à la fig. 7b.

On commencera par considérer la présentation de la montre et ses fonctions telles qu'elles apparaissent uniquement pour l'utilisateur (sans entrer encore dans les détails de la constitution interne, ce qui sera fait plus loin en liaison avec les figs 4 et suivantes).

D'une façon générale, la montre est susceptible de se trouver dans trois régimes, à savoir le régime normal RN, le régime de tableau I RTI et le régime de tableau II RTII. L'ensemble des deux régimes RTI et RTII est désigné comme étant le régime tableaux RT. Par ailleurs, la montre peut se trouver en quatre situations pour le traitement des informations qu'elle affiche, à savoir la situation de non-correction SCN, la situation de correction en avant SCAV, la situation de correction en arrière SCAR et la situation de travail en tableaux STT.

A la fig. 1, la montre est représentée en régime de tableau I RTI et en situation de travail en tableau STT. Les 18 exemples de la fig. 2 C11-C16, C21-C26, C31-C36 (ce nombre indiquant les coordonnées de la position de chaque exemple à la fig. 2) représentent d'abord trois exemples de la montre en régime normal RN (C11, C12, C13), puis onze exemples de la montre en régime tableau I RTI (C14-C16, C21-C26, C31-C32), et enfin quatre exemples de la montre en régime tableau II RTII (C33-C36).

L'exemple C11 de la fig. 2 représente la montre dans sa fonction usuelle, la plus simple, dans laquelle elle n'affiche que l'heure et la minute, sur douze heures avec en plus l'indication A/P. Dans l'exemple C11 de la fig. 2, la montre indique 10 h 35 du soir.

Comme on le voit à la fig. 2, la montre peut présenter jusqu'à trois lignes d'information superposées, la ligne du haut, la ligne du milieu et la ligne du bas, et elle présente encore, tout à droite, une série de signes indicateurs du régime, de la situation et d'autres circonstances particulières concernant différents états dans le cadre du travail en tableaux. Chacune des trois lignes comprend quatre postes d'affichage à sept segments, principaux, un poste d'affichage à sept segments, auxiliaire tout à gauche, et deux points d'affichage séparant les deux postes principaux de gauche des deux postes principaux de droite. Six boutons-poussoirs se répartissent sur les flancs de la carrure de la montre, trois à gauche (BPH', BPM', BPB') et trois à droite (BPH, BPM, BPB). Dans la mesure où ces boutons-poussoirs ne commandent pas des fonctions tout à fait générales affectant toute la montre, ils commandent toujours des fonctions relatives à l'information affichée sur celle des lignes en face de laquelle se trouve le bouton-poussoir. Par exemple, à la fig. 1, la ligne du milieu affiche l'heure, 8 h 46 du matin. Pour corriger cette information horaire, le bouton du milieu à droite BPM sera utilisé, si l'on est en situation de correction.

En haut tout à gauche, l'affichage comporte deux traits presque verticaux pour l'indication du régime. Lorsqu'aucun n'est activé (par exemple C11 à C13, fig. 2), la montre est en régime normal RN; lorsqu'un est activé (par exemple C21-C26, fig. 2) on est en régime tableau I, RTI et lorsque deux sont activés (par exemple C33-C36 de la fig. 2) la montre est en régime de tableau II, RTII.

En bas, tout à gauche, la montre peut afficher un trait presque vertical avec soit une pointe de flèche vers le haut, soit une pointe de flèche vers le bas, soit deux pointes de flèche

che vers le haut et vers le bas. Lorsque rien n'est affiché à cet endroit, la montre se trouve en situation de non-correction SNC, lorsqu'une flèche dirigée vers le haut est affichée, la montre se trouve en situation de correction en avant SCAV, lorsqu'une flèche dirigée vers le bas est affichée, la montre se trouve en situation de correction en arrière SCAR, et lorsqu'une flèche bidirectionnelle est affichée, la montre se trouve en situation de travail en tableaux STT. On verra plus loin la signification des autres symboles affichés tout à gauche.

Pour multiplier les possibilités de commande fournies seulement par six boutons, on a, comme on le verra en liaison avec les figs 5 et 8, des circuits de commande d'entrée qui distinguent le cas où un bouton-poussoir a été. «brièvement poussé puis relâché» (courte pression), «pressé au moins durant une seconde avant d'être relâché» (longue pression) et «pressé, puis relâché puis pressé une nouvelle fois dans un intervalle d'une seconde» (double pression). Chacun de ces trois types de manipulation fournit une commande distincte, ce qui revient à la possibilité de donner dix-huit injonctions différentes, avec les six boutons-poussoirs. Dans tous les régimes et dans toutes les situations (à l'exception du cas où une correction est en cours) une brève pression sur un bouton-poussoir de gauche fait avancer d'un pas le type d'information que l'on a sur la ligne correspondante. En régime normal RN, la ligne du milieu n'a qu'un seul type d'information, à savoir l'information de l'heure courante, et une brève pression sur le bouton du milieu à gauche n'a pas d'influence. Par contre, la ligne supérieure peut à choix ou bien ne fournir aucun affichage (par exemple C11, fig. 2) ou bien fournir l'affichage du jour de la semaine et de la seconde (C13, fig. 2). En régime normal, chaque courte pression sur le bouton supérieur gauche BPH' fait apparaître, puis disparaître, puis à nouveau apparaître, etc., les indications de jours de la semaine et de secondes. Il en va de même pour la ligne inférieure en ce qui concerne la date, en mois, quantième, éventuellement année (0, 1, 2, 3) du cycle de quatre ans, en situation de correction; l'indication de date apparaît et disparaît en régime normal, chaque fois que l'on exerce une courte pression sur le bouton inférieur gauche BPB'.

En régime de tableaux, le cycle des trois lignes est le suivant: ligne supérieure: «écart horaire» EH, «hauteur du soleil» HS, ligne du milieu: «fuseau horaire, latitude» FHL, «heures et minutes» HT, et ligne inférieure: «date» DT, «azimut du soleil» AS. Cet agencement est le même pour les deux régimes tableaux RTI et RTII.

Ainsi donc, on voit que, en régime de tableaux, les lignes médiane et inférieure présentent une fois la même information qu'en régime normal et une fois une autre information, et que seule la ligne supérieure présente, en régime tableaux, deux informations autres que celle que cette même ligne donne en régime normal.

Le fonctionnement en régime normal est simple, la montre affiche soit uniquement l'heure courante, soit l'heure courante avec une des informations de «date courante» et de «jour de la semaine, secondes», soit l'heure courante et ces deux informations. Pour les corriger, s'il y a lieu, il faut mettre la montre en situation de correction avant ou arrière. Une pression longue sur le bouton inférieur gauche BPB' amène la situation de correction en avant SCAV, puis la pression suivante, la situation de correction en arrière SCAR, puis la pression suivante la situation de travail sur tableaux STT, puis la suivante ramène la situation de non-correction SNC. Si on a établi la situation de correction (par exemple C13, fig. 2), une courte pression sur le bouton-poussoir de droite fait avancer (ou reculer) d'un pas l'information des unités, c'est-à-dire du dernier digit principal à droite de la ligne considérée, une longue pression fait avancer d'un pas le

digit situé juste à gauche des deux points, et une double pression provoque, selon le cas, soit une avance (ou un recul) d'un pas de l'information auxiliaire tout à droite, soit une avance d'un pas des dizaines, dans le second digit principal depuis la droite. Comme on le verra plus loin, pour faciliter certaines mises en position, une longue pression sur un bouton-poussoir de droite venant, dans le même processus de correction, après une courte ou une double pression, fait avancer d'un pas le digit des dizaines, à droite des deux points, au lieu des digits situés à gauche des deux points. Chaque fois que l'on a effectué une correction, on doit, lorsque celle-ci est inachevée, la quittance par une courte pression sur le bouton-poussoir gauche de la ligne considérée. Tant que la correction n'est pas quittancée, elle est considérée comme n'étant pas achevée et il est notamment impossible de passer en une situation autre que la situation de commande en avant et la situation de commande en arrière. Il est clair que la courte pression de quittance ne provoque pas de décalage du type d'affichage de la ligne, et c'est l'exception précédemment mentionnée. Par ailleurs, tant que l'on fait des corrections, on peut passer sans difficulté de la correction en avant à la correction en arrière sans repasser chaque fois par les situations de travail en tableau STT et de non-correction SNC. Dès que toutes les corrections commencées sont quittancées, le cycle de quatre positions pour la commande des corrections (longue pression sur le bouton-poussoir inférieur gauche, contrôle par les flèches en bas à gauche), redevient applicable.

Le régime (normal, RN, tableau I RTI et tableau II RTII), est sélectionné par des pressions longues sur le bouton supérieur gauche BPH'. La succession est: RN, RTI, RTII, RN... Le signe tableau, imitant les caractères I et II, en haut à gauche, apparaît en correspondance. Une conséquence particulière de la présence d'une correction, c'est-à-dire une correction en cours, non encore quittancée, est que le passage du régime normal en régime tableaux, et vice versa, n'est plus possible. Si donc on se trouve en régime normal, on y reste constamment, indépendamment de toute pression longue sur le bouton supérieur gauche, et si l'on est en régime tableaux, les longues pressions sur le bouton supérieur gauche font passer du tableau I au tableau II, puis du tableau II au tableau I, etc.

Il faut remarquer que les corrections effectuées concernent toujours l'information qui se trouve affichée.

En C13, fig. 2, on a par exemple la situation de correction en arrière. En C12, fig. 2, un petit trait, qui fera le cas échéant un angle avec le trait d'indication RTI, indique que le régime tableau I RTI que l'on pourrait appeler sera d'un type spécial, «sans alignement automatique», particularité qui sera examinée plus loin.

Après une longue pression sur le bouton supérieur gauche BPH, on passe en régime tableau I RTI, et l'affichage d'un trait vertical apparaît en haut à gauche. Lorsque le régime tableau RTI apparaît, ce sont toujours les premières informations du cycle qui apparaissent, c'est-à-dire que l'on a sur la ligne du haut l'écart horaire EH, sur la ligne du milieu le fuseau horaire et la latitude FHL, et sur la ligne du bas la date DT. Pour les heures et la date, on distingue la date tableau DT de la date en régime normal DN, et l'heure tableau HT de l'heure en régime normal HN, bien qu'elles soient affichées sur les mêmes lignes (mais non dans les mêmes conditions).

La ligne du milieu indique le fuseau horaire, de zéro à 24 selon les désignations classiques. La latitude est indiquée en degrés par les deux postes d'affichage principaux de droite, et en dixièmes de degré par le poste d'affichage auxiliaire tout à droite; le point supérieur des deux points indique une

latitude nord et le point inférieur des deux points indique une latitude sud.

L'écart horaire (ligne supérieure) indique, directement en heures et en minutes, la longitude du point considéré par rapport à celle du centre du fuseau horaire indiqué. Lorsque l'heure officielle au point considéré est celle de son propre fuseau horaire, l'écart horaire est au maximum de ± 30 min, au centre du fuseau horaire l'écart horaire est 00. Par contre, quand un point à l'heure officielle d'un fuseau horaire autre que celui dans lequel il se trouve (par exemple la Bretagne a, en été, l'heure du fuseau horaire 2 alors qu'elle se trouve à l'Ouest du centre du fuseau horaire 0), l'écart horaire peut prendre des valeurs dépassant une heure. L'avantage d'exprimer ainsi cette position longitudinale est que la mesure est indépendante de la latitude et quelle est la plus familière aux utilisateurs. Elle présente également l'avantage que le passage à l'heure d'été se fait simplement par augmentation de un rang du fuseau horaire et augmentation de une heure de l'écart horaire. Pour les recherches de positions géographiques d'après des relevés solaires, fonction que l'on examinera plus loin, l'indication de l'écart horaire est également utilisée; pour des raisons de convenance, on a toutefois limité l'écart horaire à 6 h 59 min en plus ou en moins. Les régions qui peuvent avoir l'heure officielle d'un fuseau horaire donné, selon les possibilités de la montre, s'étendent donc sur six fuseaux horaires de part et d'autre de ce fuseau horaire-là, c'est-à-dire sur la moitié d'une circonférence terrestre. Pour exprimer les autres positions, il faudra en tous les cas se référer au fuseau horaire antipode. Ainsi, on pourra par exemple désigner tous les endroits de la terre en se référant soit au méridien de Greenwich (fuseau horaire 0), soit au méridien 180 des îles Aléoutiennes, (fuseau horaire 12). En fait, il est rare que l'heure officielle s'écarte de plus de 3 h de l'heure locale; en tout endroit on sait l'heure de quel fuseau horaire on a, et l'on sait combien le midi effectif a de retard ou d'avance par rapport au centre de ce fuseau horaire.

Les trois informations EH, FHL et DT, fixent ainsi le lieu, en longitude et en latitude, et la date, du point considéré. En passant alors à la deuxième position du cycle d'affichage, on obtiendra (toujours en régime tableaux) la hauteur du soleil sur la ligne supérieure, l'heure sur la ligne médiane, et l'azimut du soleil sur la ligne inférieure. Dans ces conditions, si l'heure qui subsiste sur la ligne médiane est l'heure actuelle, et si l'on a réglé le lieu géographique de la montre sur le point où l'on se trouve, les lignes respectivement supérieure et inférieure indiqueront automatiquement la position du soleil, en hauteur et en azimut, à l'instant et l'endroit actuel. Chaque minute, les deux informations d'azimut et de hauteur solaire AS, HS, seront rectifiées, en même temps que l'information de minutes courantes. On peut toutefois désolidariser l'heure affichée de l'heure courante et faire apparaître par exemple sur la ligne du milieu, une autre heure de la journée, par une correction en avant ou en arrière. Dès que cette correction est confirmée (quittancée), la partie calculatrice de la montre entre en fonction et réaligne automatiquement les indications AS et HS (azimut et hauteur solaire) en fonction de la nouvelle heure. De même, on peut corriger l'information d'azimut AS, ou l'information de hauteur solaire HS, les deux autres informations se réalignent automatiquement sur celle qui vient d'être corrigée dès que la correction est quittancée. Ceci constitue la particularité tout à fait originale du fonctionnement de la montre en régime de tableau I RTI. Dans ce régime, on peut également faire apparaître par exemple la hauteur du soleil sur la ligne supérieure, l'heure sur la ligne médiane, et la date sur la ligne inférieure. Si le dernier réalignment s'est fait sur l'heure, ou s'il n'y a pas encore eu de réalignment, toute modification de la date provoquera

automatiquement un réalignment de l'information de hauteur solaire en fonction de la date, l'heure étant conservée. En même temps, l'information d'azimut solaire, provisoirement non affichée mais malgré tout présente, est également réalignée compte tenu de la nouvelle date. On peut ainsi savoir par exemple à quelle hauteur le soleil se trouvera en un endroit déterminé pour n'importe quel jour de l'année. Si le dernier alignement avant la correction de date a été fait par exemple sur la hauteur solaire, le réalignment en fonction de la date se fait avec conservation de la hauteur solaire et redétermination de l'heure à laquelle, à la nouvelle date, le soleil se trouvera à la hauteur fixée (par exemple 26,4°, quatrième heure de prière des musulmans).

En régime tableau I RTI, une possibilité particulièrement intéressante est offerte par les corrections «MONOBLOC». Il s'agit de positions particulières de la hauteur solaire HS qui sont préétablies et que l'on peut faire apparaître en bloc, sans qu'il soit nécessaire de corriger la valeur HS pas à pas. Il existe trois positions «monoblocs» principales, à savoir le lever du soleil, le passage du soleil au méridien (hauteur maximale) et le coucher du soleil. Ces trois situations particulières peuvent être amenées à l'affichage, la première, lever du soleil, par une longue pression sur le bouton supérieur droit BPH, la seconde, midi, par une longue pression sur le bouton du milieu à droite BPM, et la troisième, coucher du soleil, par une longue pression sur le bouton inférieur droit BPB. Ces trois positions particulières intéresseront pratiquement tous les utilisateurs. En plus, il existe trois positions qui seront surtout importantes pour les adeptes de la religion musulmane, il s'agit de la position «aube», soleil montant encore 12° en dessous de l'horizon, de la position «déclin», soleil descendant encore 26,4° au-dessus de l'horizon, et «crépuscule», soleil descendant 12° au-dessous de l'horizon. Ces trois positions peuvent être appelées respectivement, la première, aube, par une courte pression sur le bouton supérieur droit BPH (position voisine du lever, même bouton), la seconde, déclin, par une courte pression sur le bouton médian 3 BPM (position voisine de midi, même bouton), et la troisième, crépuscule, par une courte pression sur le bouton inférieur droit BPB (position voisine du coucher, même bouton). Ces mises en position «monoblocs» interviennent en régime tableau I en situation de travail sur tableau STT, et ceci indépendamment des affichages qui se présentent au moment où les boutons correspondants sont actionnés. Les affichages de la ligne médiane et de la ligne inférieure restent ce qu'ils sont, c'est-à-dire que si, par hasard, par exemple l'affichage inférieur présente à ce moment-là la date, la date restera affichée, mais la mise en position d'azimut solaire AS s'effectuera quand même, et l'information apparaîtra dès que l'on fera apparaître en ligne inférieure l'azimut et non pas la date. Il en va de même pour la ligne médiane. Par contre, les corrections monoblocs établissent obligatoirement sur la ligne supérieure l'affichage de la hauteur solaire HS, car cet affichage permet de reconnaître les positions monoblocs.

En passant, il y a lieu d'indiquer de quelle manière l'affichage de la hauteur solaire est déterminé quant au fait que le soleil est dans la partie ascendante de sa course ou dans la partie descendante de sa course, ou encore à son apogée ou à son périgée. Sur la ligne supérieure, en cas d'affichage de la hauteur solaire HS, les deux digits d'affichage principaux de droite indiquent la valeur de la hauteur solaire en degrés (maximum 90°) et le digit auxiliaire, tout à droite, indique les dixièmes de degré. Le digit situé immédiatement à gauche de la position des deux points (qui n'apparaissent pas pour cet affichage-là) est réservé au signe «-», pour les hauteurs en dessous de l'horizon. Le dernier digit vers la gauche affiche un «h» lorsque le soleil est dans la partie montante de sa

course, plus près de midi que de minuit, c'est-à-dire le matin. Lorsque le soleil est dans son ascension, mais encore plus près de 00 h que de midi, le **h** est pourvu d'une barre horizontale supérieure, comme on le voit par exemple en C12 à la fig. 2. Ensuite, lorsque le soleil atteint sa position maximale (méridien) le signe devient un «H» comme cela est montré par exemple en C23 à la fig. 2. Puis, lorsque le soleil redescend, mais est encore plus près de midi que de minuit, le «h» s'inverse pour devenir «**h**»; cela est montré par exemple en C24 à la fig. 2. Enfin, lorsque dans sa course descendante, le soleil est plus près de la fin du jour que de midi, le «**h**» s'orne d'une barre supérieure pour devenir «**H**», comme cela est visible en C25 à la fig. 2. Ensuite, lorsque le soleil passe au minimum sous l'horizon (minuit vrai), le «**H**» s'orne d'une barre inférieure, ayant l'allure d'un «**u**», comme on le voit par exemple en C16 à la fig. 2.

Il est à remarquer que pour les positions «**H**» et «**u**», il n'est pas nécessaire d'indiquer la valeur de la hauteur, on indique simplement qu'il s'agit du maximum ou du minimum, la montre se charge de calculer la hauteur.

Les corrections monoblocs se contentent d'appliquer la valeur voulue du paramètre solaire HS, avec le signe voulu, et la calculatrice fait le reste.

La colonne du milieu de la fig. 2, c'est-à-dire les positions C21 à C26, illustre les six positions monoblocs successives. Celles-ci sont reconnaissables aux valeurs HS suivantes: «**h** (ou **h**) - 12,0°»: aube, «**h** (ou **h**) 00,0°»: lever, «H... (valeur quelconque calculée par la montre)»: midi, soleil au méridien, «**h** 26,4°»: déclin, **h** (ou **h**) 00,0°»: coucher et «**h** (ou **h**) - 12,0°»: crépuscule. Cela correspond aux six positions de la colonne centrale de la fig. 2.

En régime de tableaux, l'heure et la date peuvent correspondre au temps présent, ou peuvent être désynchronisés. Tout à gauche, légèrement au-dessus de la ligne médiane (apte à afficher l'heure) et de la ligne inférieure (apte à afficher la date) figurent des signes qui sont soit des «p» soit des «o». Le passage d'un signe à l'autre se fait par adjonction ou effacement de la barre verticale. Cet affichage n'apparaît qu'en régime tableaux. Le «p» indique que l'on a le «temps présent», selon le cas pour l'heure et/ou pour la date. L'autre signe «o» indique que le temps est désynchronisé, selon le cas pour la date ou pour l'heure. Il va de soi que, dès que l'on opère une correction d'heure, ou une correction de hauteur solaire HS devant provoquer un réaligement de l'heure, ou une correction d'azimut solaire AS devant provoquer un réaligement de l'heure, ou encore une correction «monobloc» devant provoquer un réaligement de l'heure, l'indication de l'heure, en régime tableau I, est automatiquement désynchronisée. La date quant à elle ne se désynchronise que si elle subit une correction (ou un appel-mémoire, fonction qui sera examinée plus loin). Il est à remarquer que, par une double pression respectivement sur le bouton médian gauche et sur le bouton inférieur gauche, il est possible de désynchroniser et de resynchroniser respectivement l'heure et la date, en régime de tableaux.

Pour le travail en régime de tableaux, l'heure et la date sont supportées par des registres de travail distincts des registres compteurs qui établissent l'heure et la date courantes. On peut ainsi modifier la position d'heure et de date, par exemple pour connaître la hauteur du soleil dans trois mois à 7 h 30 du matin, sans aucunement perdre l'information d'heure et de temps courant qui reviendront automatiquement si l'on resynchronise la date et/ou l'heure et qui réapparaîtront d'une manière obligatoire si l'on revient en régime normal RN.

Avec la montre en question, lorsque l'on passe en régime de tableaux depuis le régime normal (et en situation de non-correction SNC), les informations d'heure et de date du ta-

bleau qui apparaissent premièrement ne sont pas celles des registres de travail mais celles des registres de temps normal. Cela permet, par une manipulation très simple, de connaître toujours les positions solaires à l'instant même que l'on vit. Si l'on essaie d'effectuer une correction d'heure ou de date dans cette situation, cette correction n'a pas lieu, mais en échange l'heure et/ou la date, se trouvent désynchronisées. La prochaine correction sera efficace. Ensuite, lorsqu'on resynchronise la date et l'heure (à l'aide d'une double pression sur le bouton gauche correspondant) c'est le registre de travail qui s'aligne sur le compteur d'heure ou de date courante, mais on ne reprend pas l'information directement des compteurs d'heure et de date courantes. La désynchronisation à partir de la position primitive particulière susmentionnée peut également se faire par une double pression sur le bouton correspondant de gauche. Les signes «p» ou «o» s'établissent tout à gauche de la montre de toute façon en correspondance avec ce qui a été indiqué précédemment. Il y a lieu de noter que ces questions de synchronisation et désynchronisation des informations d'heure et de date en régime de tableau sont résolues exactement de la même façon dans le régime de tableau II RTII, qui sera examiné plus loin.

Il reste à voir la question du lieu. En principe la montre mémorise trois lieux différents, donnés chacun par une valeur d'écart horaire EH, une valeur de fuseau horaire FH et une valeur de latitude L. La montre comprend trois mémoires de lieux «LOC A», «LOC B», «LOC C». L'information «LOC A» est celle du «lieu de port d'attache», c'est (à une exception près qui sera examinée plus loin) toujours ce lieu là qui intervient pour l'heure usuelle, en régime normal RN. Il est vrai que le lieu n'est pas affiché dans ce régime, mais implicitement, c'est le lieu de port d'attache LOC A qui compte.

En régime de tableaux, le maintien du lieu de port d'attache LOC A intervient au début de la même façon que l'heure usuelle et la date usuelle, comme mentionné plus haut. Ensuite, dès que l'on veut effectuer une correction de lieu, ou dès que l'on tend à effectuer un changement de lieu, c'est le régime de travail du lieu qui fournit l'information de lieu. Les changements de lieux sont effectués selon un cycle de quatre ou cinq, par des longues pressions sur le bouton médian gauche BPM'. Leur contrôle est donné par un groupe de quatre points situé tout à gauche au milieu, entre les deux marquages «p». Les quatre points de ce groupe occupent approximativement les trois sommets et le milieu de la base d'un triangle isosèle posé sur sa base (côtés égaux obliques). En principe, le marquage d'un point indique LOC A, le marquage des deux points l'un à côté de l'autre indique LOC B et le marquage de trois points l'un à côté de l'autre indique LOC C. Le marquage de trois points en triangle indique que le lieu de travail n'est plus déterminé par l'une des trois mémorisations LOC A, LOC B, LOC C. Quant au point unique qui indique LOC A, s'il est en haut (sommet supérieur du triangle) il signifie que ce LOC A est celui du port d'attache pris pour lui-même en début de régime tableaux, tandis que s'il est tout à gauche de la base, il indique qu'il s'agit du registre de travail de lieu synchronisé sur LOC A (comme il pourrait être aussi synchronisé sur LOC B, ou synchronisé sur LOC C, ou encore non synchronisé). A part le fait qu'il ne subit pas de changement automatiquement chaque minute ou chaque 24 heure, le registre de port d'attache LOC A joue le même rôle que les compteurs de temps usuel pour l'heure et la date.

Théoriquement, le comptage du temps exact se fait en liaison avec le temps le plus en retard de la planète, c'est-à-dire celui du fuseau horaire 12. Dans les registres, les fuseaux horaires sont comptés de façon telle que le fuseau 12 a la valeur zéro, le fuseau 0 (Greenwich) a la valeur 12 et le fuseau

11 (Australie, Nouvelle-Zélande) a la valeur 23. En outre, pour tenir compte du fait que les derniers fuseaux pourraient éventuellement introduire l'heure d'été, voire la double heure d'été, ou une heure en avance de trois heures, on a prévu des fuseaux horaires 24, 25, 26, qui, pour l'affichage sont dénommés 12', 13', 14', le ' étant en l'occurrence affiché devant le 1 du chiffre 12, 13 et 14, sur la ligne médiane, partie gauche, de la montre.

La transformation de la dénomination des fuseaux horaires se fait simplement à l'affichage, un bit de pondération 12 étant inversé. Lorsque l'on modifie le fuseau horaire à considérer, l'heure usuelle, calculée toujours pour le fuseau horaire le plus en retard, est augmentée d'un nombre d'unités égal au rang du fuseau horaire (selon la série particulière susmentionnée). Ainsi, l'information du lieu de port d'attache, quoique non fournie en régime normal, est sous-jacente à la fourniture de l'information de l'heure et de la date courantes au lieu du port d'attache, c'est-à-dire de l'information horaire fournie en régime normal. On peut toutefois, sans se départir du régime normal, faire fournir un bref instant, par la ligne médiane d'affichage de la montre, l'heure qu'il est, non plus au lieu de port d'attache, mais au lieu présent dans le registre de lieu de travail. Il suffit pour cela, en régime normal, d'effectuer une longue pression sur le bouton médiane gauche BPM' qui, en régime de tableaux, sert au changement de lieu, et qui, dans ce cas, tout aussi longtemps qu'il est pressé au-delà de la première seconde, provoque, pour l'affichage, le remplacement du lieu de port d'attache par le lieu contenu dans le registre de travail. On a là une possibilité facile de connaître en tout temps, sans autres manipulations de la montre, l'heure qu'il est dans un endroit important, par exemple à New York pour un homme d'affaire suisse ayant des intérêts à New York, ou au Caire pour un égyptien résidant à Hong Kong.

On a vu approximativement le rôle des dix-huit commandes dans le régime normal RN et dans le régime de tableau I RTI. Il reste toutefois à voir le rôle d'une double pression sur le bouton supérieur gauche BPH. En régime normal, une telle double pression a pour effet d'enclencher la préparation du régime de tableau I spécial, puis, le cas échéant, de le déclencher, etc. Ceci est représenté par une petite barre en haut à gauche, comme on le voit en C12 de la fig. 2. En régime de tableau I, une telle double pression ne peut avoir comme effet que de supprimer le régime tableau I spécial, pour ramener le régime tableau I normal. De plus, une telle double pression, dans l'un et l'autre des régimes tableaux, a pour effet, si tous les affichages sont sur la deuxième position du cycle (HS, HT, AS), de ramener tous les affichages sur la première position (EH, FHL, DT). Si tous les affichages ne sont pas sur la seconde position, une première double pression sur le bouton supérieur gauche les amène tous sur la seconde position, puis la double pression suivante les ramène sur la première, et ainsi de suite.

On n'a pas vu encore également le rôle d'une double pression sur un des boutons-poussoirs de droite, en régime de tableaux et en situation de transfert tableaux STT. Une telle commande provoque un «appel-mémoire» de l'information affichée sur la ligne en question. Par appel-mémoire on désigne l'amenée sur le registre de travail correspondant d'une information antérieurement mémorisée, les registres de travail de l'heure, de la date, de l'azimut AS et de la hauteur solaire HS, possédant tous une annexe-mémoire dont on peut tirer à tout moment la valeur de contenu, si désiré. L'écriture dans l'annexe-mémoire des registres ne peut se faire qu'en régime de tableau II, comme cela sera expliqué plus loin. L'appel-mémoire par contre intervient dans les deux régimes de tableaux, pourvu que l'on soit en situation de transfert en tableaux STT (signalée par une double flèche en bas

à droite). On se rappelle que le régime de tableau I spécial TRTIS est semblable au régime de tableau I, à ceci près que les alignements automatiques ne se font pas. Si donc, ce régime spécial étant enclenché, on fait par exemple un appel monobloc, l'information de hauteur solaire s'établira bien dans la ligne supérieure, mais les deux informations d'heure et d'azimut ne seront pas réalignées.

On note également que, avec le régime de tableau I, il est possible d'introduire des valeurs inacceptables. Par exemple, comme cela est montré en C15 de la fig. 2, pour une latitude de 6,4° sud, l'azimut solaire 232,7 (mesuré depuis le nord en partant vers l'est) peut être inexistant, si l'on se trouve en été. En effet, pour une telle latitude, durant les mois d'été (mai, juin, juillet, août), le soleil reste nuit et jour dans l'hémisphère nord et son azimut n'est jamais situé entre 90 et 270°, mais toujours en deça de 90 ou au-delà de 270°. Dans le cas illustré en C15 à la fig. 2, la montre détecte qu'il s'agit d'une donnée impossible à traiter et elle l'indique en faisant cli-gnoter les deux segments verticaux inférieurs situés les plus à gauche sur les lignes supérieure et inférieure, comme cela est indiqué en pointillé dans le champ C15 de la fig. 2. D'autres éventualités de «fonctionnement impossible» ou «proscription» existent, et la montre les traduit toutes par un tel cli-gnotement de ces deux segments-là.

En régime de tableau II RTII, les fonctions des boutons de gauche restent les mêmes qu'en régime tableau I sauf qu'une double pression sur le bouton supérieur gauche ne peut plus établir le régime I spécial, son effet sur ce point est inexistant en régime RTII; son effet de rassemblement en position I ou II du cycle d'affichage de ligne est toutefois aussi actif en tableau II RTII qu'en tableau I RTI. Quant aux boutons de droite, leurs fonctions sont différentes en régime tableau II. Tout d'abord, dans ce régime de tableau II, il n'y a pas de réajustement automatique entre les trois variables «heure» (HT), «hauteur solaire» (HS) et «azimut solaire» (AS), la date et le lieu servant de paramètres, mais, dans ce régime de tableau II, toutes les valeurs peuvent être inscrites et corrigées à volonté, sans réalignement mutuel. Par contre, en régime de tableau II, il est possible de faire des recherches sur la base de relevés solaires de l'azimut AS et de la hauteur HS en un instant donné, non obligatoirement mais avantagusement connu. Dans ce régime tableau, trois recherches sont possibles, il s'agit de la recherche de date RD, de la recherche de latitude RL et de la recherche de date et de latitude RDL. La recherche de date permet, la latitude étant admise comme connue, de calculer la date effective sur la base d'un relevé solaire (AS, HS). Elle s'enclenche par une courte pression sur le bouton inférieur droit. La recherche de latitude de RL permet, la date étant admise comme connue et exacte, de rechercher la latitude sur la base d'un relevé solaire. Elle s'enclenche à l'aide d'une courte pression sur le bouton-poussoir médian droit BPM, en régime de tableau II avec la situation de travail en tableau II avec la situation de travail en tableaux STT. Enfin, la recherche de date et de latitude RDL est commandée à l'aide d'une courte pression sur le bouton-poussoir BPH, en régime RTII et en situation de travail en tableaux STT, sur la base de deux relevés solaires, la date comme la latitude étant supposées inconnues et à trouver. Pour cette dernière recherche, on fixe d'abord, sur les lignes supérieure et inférieure, le premier relevé «HS, AS», puis on met en mémoire ces deux valeurs (d'une manière qui sera expliquée plus loin) et on introduit les valeurs HS et AS du second relevé, sur quoi on opère une courte pression sur le bouton supérieur droit. Si la ligne médiane affiche alors le fuseau horaire et la latitude, la latitude du point où les relevés ont été faits sera automatiquement marquée. Sinon, elle sera présente et n'attendra que le passage sur l'affichage latitude pour être affichée. Il en ira de même pour la date. A no-

ter que, une fois introduit l'azimut du second relevé sur la ligne inférieure, on peut faire apparaître sur cette ligne l'affichage de la date, l'azimut présent mais non affiché sera utilisé identiquement pour la recherche.

Les formules utilisées pour les différents alignements et recherches sont contenues dans la calculatrice que l'on étudiera plus loin, en liaison avec l'étude des circuits internes de la montre.

En régime de tableau II RTII, en situation de travail en tableaux RTT, une pression double sur un bouton de droite provoque un appel-mémoire similairement à ce qu'il en est en régime de tableau I. Une longue pression sur ces boutons provoque la mise en mémoire de l'information affichée sur la ligne correspondante, pour autant que celle-ci soit apte à être mise en mémoire. Les valeurs de hauteur solaire HS, d'heure de travail HT, de date de travail DT et d'azimut solaire AS, peuvent toutes être mises en mémoire dans une annexe-mémoire du registre correspondant. Les valeurs d'écart horaire EH et de fuseau horaire latitude FHL, qui forment ensemble l'information de lieu, peuvent être mises en mémoire dans les trois moyens de mémorisation de lieu LOC A, LOC B, LOC C, pour autant seulement que simultanément les deux informations, EH sur la ligne supérieure et FHL sur la ligne médiane soient présentes. Lorsque tel est le cas, les longues pressions sur le bouton supérieur droit BPH établissent le choix entre les désignations de lieu à réalimenter en une information de lieu, c'est-à-dire entre LOC A, LOC B, LOC C et une longue pression sur le bouton médian droit BPM provoque le transfert en cet endroit de l'information de lieu affichée juste à ce moment-là. On peut ainsi, après avoir établi un certain lieu, par exemple par une recherche de latitude, mémoriser ce lieu par exemple en LOC C ou LOC A.

Concernant les recherches de date et/ou de latitude, il faut dire que la montre, après avoir trouvé la date et/ou la latitude, détermine à quelle heure le relevé en question aurait dû avoir lieu, s'il s'était effectué à la longitude correspondant à la valeur EH contenue dans la montre, par rapport au centre du fuseau horaire indiqué dans la montre. Si la montre indique une heure voisine de celle que l'on a effectivement pu lire comme heure courante au moment de faire le relevé, c'est que la valeur EH, et partant la longitude, est exacte. S'il y a des différences, c'est que la position de longitude est fautive, et on peut alors la rétablir par une recherche de EH. Ceci s'effectue en ramenant l'affichage de EH sur la ligne supérieure, et en inscrivant sur la ligne médiane non pas l'heure calculée par la montre, mais l'heure qu'il était lors du relevé. Dans la montre, le registre des heures locales conserve l'heure calculée par la montre. Une courte pression sur le bouton supérieur droit BPH provoque une recherche d'écart horaire EH, c'est-à-dire amène la montre à emmagasiner un écart horaire tel que, à l'heure locale emmagasinée à l'intérieur de la montre (et nulle part affichée) correspond bien l'heure civile affichée, relevée en même temps que la hauteur et l'azimut du soleil pour faire le point. Il est clair que si l'on obtient alors un EH d'approximativement 6 h, c'est la preuve que l'on n'a pas le fuseau horaire correct sur la montre et l'on corrigera ce fuseau horaire de façon que le EH soit voisin de 0 h ou 1 h.

On peut également faire une recherche de EH non à la suite d'une opération de recherche ou d'alignement mais en ayant mis en position le registre d'heure locale à partir de l'heure civile, ce qui se fait automatiquement lorsque l'on effectue une mise en mémoire d'heure civile. Dans les autres conditions, une recherche de EH n'est pas nécessaire. A noter que si la recherche de EH devait donner un écart horaire supérieure à 7 h, cela se traduirait par un clignotement de proscription, à la suite duquel il faudrait prendre

plutôt le fuseau horaire de l'antipode et recommencer l'opération. Il faut noter également que pour les recherches de date ou de latitude il est possible d'introduire dans la montre des données fantaisistes qui ne correspondent à aucune latitude ou aucune date. Dans ce cas, la montre détecte d'elle-même ces données fantaisistes et fournit une information «prosarite», comme cela est montré par exemple en C36 à la fig. 2. En effet, un azimut supérieur à 180° ne peut pas se présenter avec un soleil montant, en l'occurrence encore en position de hauteur -3° , et la montre, ayant considéré qu'une des informations données est une information du matin tandis que l'autre est une information de l'après-midi, refuse de faire cette recherche impossible et traduit ce refus par le clignotement indiqué en pointillé dans le champ C36 de la fig. 2.

Concernant le choix du LOC où l'inscription du lieu doit être faite, il est indiqué par un clignotement des points qui sinon indiquent quel est le lieu qui régit le fonctionnement, c'est-à-dire par un point clignotant s'il s'agit du LOC A, deux points clignotants l'un à côté de l'autre s'il s'agit du LOC B (comme cela est montré en C34 à la fig. 2) ou trois points clignotants l'un à côté de l'autre s'il s'agit du LOC C.

On vient ainsi de voir, à peu près complètement, quelles sont les fonctions de la montre, telles qu'elles apparaissent à l'utilisateur. On va considérer maintenant la structure interne de la montre-calculatrice. Au cours de ces explications, certaines fonctions extérieures particulières, qui n'ont pas encore été mentionnées jusqu'à maintenant, apparaîtront soit au vu du dessin, soit en liaison avec les explications concernant le dessin. La fig. 3 montre comment se subdivisent les différents groupes de circuit de la montre, les subdivisions adoptées au dessin étant toutefois approximatives, l'interdépendance des circuits ne permettant pas de les situer tous exactement dans un groupe ou dans l'autre. D'une façon générale, il est prévu de munir la montre d'un double circuit intégré, c'est-à-dire d'un circuit intégré en deux parties, l'une comprenant approximativement ce qui est représenté aux fig. 4, 5a, 5b et 6, et l'autre, de la forme d'un micro-processeur, comprenant les éléments voulus pour réaliser les programmes symbolisés aux fig. 7a, 7b et 7c. Le circuit intégré peut soit être un circuit de grandes dimensions, comprenant une partie du type «LSI horloger» pour les composants autres que la calculatrice, et une partie «micro-processeur» pour la calculatrice, soit un circuit intégré à deux niveaux, l'un pour une partie et l'autre pour l'autre partie, avec toutefois possibilité d'interconnexions très nombreuses, effectuées directement sur le circuit intégré double. En variante, on pourrait également avoir deux plaquettes séparées de circuit intégré, avec des interconnecteurs multiples, du type mille-feuilles, qui assurent automatiquement les interconnexions correctes pour autant que la superposition des deux circuits intégrés soit assez exacte.

A la fig. 4, on voit un oscillateur Osc, à cristal de quartz, d'un type en soi connu, qui alimente un diviseur de fréquence. Ce diviseur de fréquence alimente un circuit de cadencement qui produit toutes les impulsions utiles au fonctionnement de la montre, selon les relations de temps adéquates. Ce circuit de cadencement produit notamment des impulsions secondes pour le fonctionnement de la chaîne de comptage du temps courant. Ces impulsions secondes sont comptées successivement dans un compteur de secondes, un compteur de minutes, un compteur d'heures, suivi d'un compteur binaire A/P, un compteur de date comprenant un comptage des quantités, un comptage des mois et un comptage des années selon un cycle annuel (Ancy) pour le cycle des années bissextiles. Le compteur de date établit automatiquement le comptage des quantités au nombre de jours voulu en fonction du mois, et en fonction de l'année

pour le mois de février. Le compteur de date est suivi d'un compteur «11 GREG» qui compte un cycle de 11 ans pour des «corrections grégoriennes» affectant l'heure exacte de l'équinoxe de printemps. On sait en effet que, selon le calendrier grégorien qui saute trois années bissextiles en 400 ans, l'heure exacte de l'équinoxe de printemps, rapportée à une année bissextile (un décalage respectivement de 6, 12, 18 h intervenant pour les trois autres années) avance d'approximativement 2 h toutes les 11 années. Le compteur «11 GREG» fournit deux impulsions tous les 11 ans qui serviront à tenir à jour une mémoire adéquate contenue dans la partie calculatrice. Enfin, la chaîne de comptage du temps comprend un compteur des jours de la semaine, à cycle de sept, recevant une impulsion par jour comme le compteur de date. Tous ces compteurs sont visibles à la partie supérieure de la fig. 4. Devant chaque étage compteur, on voit une étage marqué T, qui reçoit les impulsions de cadencement, les informations de correction pour le compteur suivant, de même qu'une information signalant une situation de correction en arrière. Ces étages établissent les relations de temps appropriées pour l'envoi des impulsions à tous les compteurs, qui sont du type synchrone. Le cadencement est basé sur des périodes valant exactement $\frac{1}{8}$ sec et qui, du fait de la division binaire, englobent 128 périodes d'approximativement 1 ms $\frac{1}{1024}$ sec exactement). Ces «ms» se divisent elles-mêmes en «µs», cette unité étant l'échelle de fonctionnement d'une calculatrice. La première des 128 ms est réservée à la mise en place des différentes conditions de circuit pour les différentes fonctions. Les ms suivantes comprennent la transmission de l'information d'avance normale de la chaîne de comptage du temps usuel. Ensuite, interviennent les corrections que l'étage T précédant chaque compteur applique au compteur soit durant la troisième ms soit durant la quatrième ms, selon qu'il s'agit d'une correction en avant ou en arrière. Les compteurs de la chaîne de comptage du temps courant sont bidirectionnels et, par principe, ils comptent en avant. Ils reçoivent une information (entrée dessinée sur le dessus des compteurs à la fig. 4) qui les fait passer en situation de comptage en arrière, durant la quatrième ms, lorsque l'on a simultanément le régime normal RN (qui permet des corrections de la chaîne de comptage du temps courant) la situation de correction en arrière SCAR et la constatation qu'une correction est en cours (CEC). Dans ce cas, les corrections agissent en sens inverse, quelles qu'elles soient. Le fait de ne faire passer les compteurs en situation de comptage en arrière que lorsque cela est absolument nécessaire, évite d'avoir, dans chaque compteur de très nombreuses commutations qui interviendraient dans la très grande majorité des cas d'une façon totalement superflue. De telles chaînes de comptage synchrones ont été suffisamment décrites et il n'est pas nécessaire de s'y étendre plus avant. Pour le compteur «11 GREG», on a dessiné les quatre bits de pondération 1, 2, 4, 8 et les portes qui les combinent de façon à obtenir une impulsion positive pour les passages 0 à 1 et 6 à 7, et, en cas de comptage en arrière, une impulsion négative pour les passages de 1 à 0 et de 7 à 6 (impulsions COPEQ).

A la fig. 4, on voit que l'information du fuseau horaire FH' (partant de 0 au fuseau horaire 12, le plus en retard) est appliquée à un additionneur statique qui reçoit l'information des heures. L'information horaire, initialement établie pour le fuseau horaire le plus en retard est donc avancée dans la mesure voulue pour donner l'heure du fuseau horaire considéré. On a vu qu'il existait des fuseaux horaires 12', 13', 14', qui, dans le comptage partant du fuseau horaire 12, donnent respectivement 24, 25, et 26 h d'avance. L'information FH' est à cycle de douze, plus un bit de pondération 12, plus un bit de pondération 24. Les reports de l'addition peuvent donc, le cas échéant, être de deux et non pas de un. Ils

sont appliqués à des étages incrémenteurs qui incrémentent de un ou de deux les informations de date et de jour de la semaine. Ces incrémenteurs, comme les additionneurs, sont d'un type connus (formés d'étages additionneurs à trois entrées, une sortie de pondération identique aux entrées et une sortie de pondération double de celle des entrées), des circuits de préparation P sont toutefois nécessaires pour ces incrémenteurs, compte tenu du fait que les cycles de quantités et de jours de la semaine sont raccourcis par rapport à une puissance de deux. Par exemple, le compteur des jours de la semaine est un compteur à huit (0 à 7) agencé de façon que la position 1 et non la position 0 suive automatiquement la position 7. Lorsqu'une ou deux unités doivent être ajoutées à la position 7 ou lorsque deux unités doivent être ajoutées à la position 6, il s'agit d'ajouter une troisième unité pour que l'incrémenteur lui aussi saute la position zéro. L'étage P pour l'incrémenteur des jours de la semaine est donc un «additionneur à trois entrées deux sorties» normal, comprenant en plus une porte qui n'admet l'entrée provenant de la position 7 du compteur que lorsqu'une des deux autres entrées (report de l'additionneur) commande une incrémentation d'une unité. Un agencement similaire est établi dans l'étage de préparation P de l'incrémenteur pour la date; il reçoit des ordres adéquats d'une des positions 28, 29, 30 ou 31, selon la longueur du mois en cours.

L'agencement d'établissement des heures et des dates tel qu'il vient d'être expliqué, présente l'avantage que, lorsque l'on augmente l'information du fuseau horaire à considérer, l'information horaire avance automatiquement, le temps reste donc toujours adéquatement conservé.

A gauche de la fig. 4, on voit les mémoires des informations LOC A, LOC B et LOC C. Ces mémoires sont alimentées par l'intermédiaire de circuits-portes permettant l'introduction de l'information de sortie de lieu sous des commandes respectivement mmLA, mmLB et mmLC. Au dessin, les blocs au milieu desquels est représenté le dessin d'une double porte ET (formant un B si la disposition est verticale) sont des circuits-portes ET qui comprennent une pluralité (autant qu'il en faut pour transmettre tous les bits nécessaires) de portes ET, toutes commandées par l'entrée du circuit-porte. La sortie de l'information de lieu est fournie par un agencement de portes de sélection formé par deux circuits-portes ET, commandés complémentirement, puis d'un circuit-porte OU. L'un des circuits-portes ET, passant en régime normal RN et, le cas échéant, au début du régime RT, transmet l'information du LOC A (lieu de porte d'attache), tandis que l'autre de ces circuits-portes, passant lorsque l'autre ne l'est pas, transmet l'information de lieu provenant d'un compteur de lieu de travail (CTlieu). On voit différents circuits-portes et circuits d'entrée de connexion qui permettent à ce compteur de lieu de prendre des valeurs indépendantes ou de s'aligner sur un des trois LOC, ou encore d'appréhender des informations provenant de la calculatrice (EH_r, L_r, λ_r, Latt.).

La calculatrice travaille avec l'information du fuseau horaire transformé (0 à l'ouest de l'Alaska, 12 à Greenwich). Par contre, l'affichage donne les fuseaux horaires selon la numérotation classique. Pour cela, l'information FHaff est obtenue en transmettant directement les bits 1, 2, 4, 8, 24 du signal de fuseau horaire, et en transmettant avec une inversion le bit 12 de ce signal.

A la fig. 4, on voit également un compteur des heures pour le travail en tableaux (CT HT), et un compteur de la date pour le travail en tableaux (CT DT). Ici, à nouveau, un système de circuits à portes similaire à celui décrit pour le lieu et que l'homme du métier comprendra immédiatement à la vue du schéma de la fig. 4 permet à ces compteurs soit d'avoir leur contenu synchronisé sur celui du compteur

comptant le temps courant, soit d'avoir leur valeur propre, soit tirée de leur mémoire auxiliaire (commandes amHT, amDT), soit provenant de corrections, soit provenant d'alignement avec une information provenant de la calculatrice (commandes UHT, UDT). Une mise en mémoire est également assurée, par des signaux de commande adéquats agissant sur des portes.

A la fig. 4, on voit encore le compteur des valeurs d'azimut solaire (CT AS), sujet à s'aligner par appel de mémoire, par correction, ou par implantation de contenu provenant de la calculatrice (de deux endroits de celle-ci AS_{r1} et AS_{r2}). On note que pour tous les éléments de travail qui n'ont pas à assurer l'avance du temps usuel en même temps que des corrections, l'information de situation de correction en arrière SCAR est appliquée non pas à l'étage de commande T mais directement au compteur, pour le mettre dans la position de comptage voulue.

La fig. 4 montre encore le compteur de travail pour la hauteur solaire (CTHS). Alors que le compteur des azimuts comptait depuis 00,0 à 359,9, toujours en valeur positive, le compteur des hauteurs solaires compte, par dixième de degré, depuis 0,0 jusqu'à +90,0 et -90,0. De plus, ce compteur des hauteurs solaires est accompagné d'un compteur SHS (signe HS) à cycle de six, pour les six signes « $\overline{H}$ », « $\overline{h}$ », « $\overline{H}$ », « $\overline{h}$ », « $\overline{H}$ », « $\overline{h}$ », qui permettent de reconnaître les différentes parties de la course solaire. L'agencement du compteur des hauteurs solaires est similaire à celui des azimuts solaires, il a toutefois ceci de particulier que la partie SHS (présente aussi dans la mémoire conjointe) délivre une information $\oplus \ominus$ qui distingue le groupe « $\overline{H}$ », « $\overline{h}$ », « $\overline{H}$ », « $\overline{h}$ » du groupe « $\overline{H}$ », « $\overline{h}$ », « $\overline{H}$ », « $\overline{h}$ », il délivre également une information A, M, P (de l'anglais: Ante Meridian, Meridian, Post Meridian) qui délimite la partie de course à l'est ($\overline{H}$, $\overline{h}$) les deux positions au méridien ($\overline{H}$, $\overline{h}$) et la partie de course à l'ouest ($\overline{H}$, $\overline{h}$). Ce circuit à six positions SHS peut être remis en position par un grand nombre d'informations (SHS_{r1,2} $\oplus \ominus$ et par une information SHS_{rAMP}). Par ailleurs, la remise en position $\oplus \ominus$, affecte également la partie SHS de la mémoire; ce cas est le seul dans la montre où une mémoire adjointe reçoit des injonctions extérieures autres que la mise en mémoire normale.

Pour son alignement, le compteur des hauteurs solaires CT HS reçoit deux informations distinctes de la calculatrice, HS_{r1}, HS_{r2}, et il reçoit également les six injonctions monoblocs: «Aube», «lever», «midi», «déclin», «coucher», «crépuscule». Chaque fois, par des connexions internes au compteur, la position de hauteur solaire voulue (ou la position SHS = H, pour la position midi), est établie d'une façon équivalente à ce que l'on obtiendrait par des corrections de valeur effectuées pas à pas, donc beaucoup plus laborieusement.

Le circuit de la fig. 4 comprend encore un registre des heures locales REG HL, qui ne fait que de recevoir des données de la calculatrice et de lui en fournir, il est à noter que ce registre est agencé de façon à fournir à la calculatrice (et à recevoir d'elle) d'un côté l'information des heures et des minutes en heures et en minutes, et de l'autre côté cette information transformée en angles (15° pour une heure, ¼° pour une minute). Sur la fig. 4, on a encore un flip-flop fournissant l'information (SD $\pm$), qui sert à distinguer les deux possibilités de date possibles lors d'une recherche de date. Par ailleurs, un flip-flop de type RS, formé de deux portes, reçoit des informations R_d + et R_d - et fournit une information R_d, cette information, fournie par la calculatrice, utilisée par celle-ci en certains cas, et affichée conjointement à l'information de l'heure lorsqu'elle se présente, indique que l'heure trouvée n'est pas celle du jour en question mais celle de la course solaire du jour en question, dans le cas où cette dis-

inction est nécessitée par un écart horaire EH important. Ce cas est illustré en C16 de la fig. 2. On a cherché ici la situation du soleil au périégée. Par définition, le jour commence au périégée, heure locale 00 h 00 min, et se termine juste avant le périégée suivant, heure locale 23 h 59 min. En l'occurrence, le soleil passe au périégée par 21,0°, sous l'horizon (il s'agit d'un pays nordique un 19 juin) et si le décalage était zéro, on aurait l'heure officielle 0,0 en correspondance avec ce passage au périégée. L'endroit considéré se trouvant 36 min à l'est du centre du fuseau horaire dont il a l'heure officielle, ce passage au périégée a lieu à 23 h 24 (11 h 24 P, selon la désignation américaine utilisée ici) et il s'agit de 11 h 24 du soir du 18 juin et non pas du 19 juin, malgré l'indication figurant à la ligne du bas. Cette distinction est donnée par le segment vertical inférieur tout à gauche de la ligne du milieu (jamais utilisée pour indiquer les heures de cette façon). Son activation est donnée par le signal Rd que l'on voit au bas de la fig. 4. A noter que, pour un affichage conventionnel sur 24 h, l'indice distinctif en question pourrait figurer tout à droite, puisque l'indication A/P ne serait pas nécessaire.

Aux figs 5a et 5b, on voit d'abord six circuits de boutons-poussoirs d'entrée qui portent les mêmes désignations que les boutons-poussoirs à la fig. 1. Intérieurement ces circuits comprennent tous l'agencement représenté au schéma de la fig. 8. Ce schéma logique, facilement compréhensible pour l'homme du métier, assure une distinction absolue entre les trois commandes LP (longue pression), CP (courte pression) et DP (double pression). Il permet encore comme on le voit un verrouillage mutuel par six lignes VM, une conditionnée par le circuit et les cinq autres le conditionnant, de telle façon que, quoiqu'il arrive, il ne puisse jamais y avoir deux circuits d'entrée qui délivrent simultanément une commande. En principe, le premier bouton-poussoir actionné a la priorité; en cas d'actionnement absolument simultané, un verrouillage croisé existerait qui, simplement, empêcherait l'une comme l'autre des commandes d'être émise. Aux figs 5a et 5b, le verrouillage mutuel est représenté par une ligne en traits forts reliant les six circuits semblables, chacun alimentant une de ces six lignes et recevant le signal des cinq autres. A l'entrée de commande du circuit, un flip-flop évite les effets de rebondissement possibles du bouton-poussoir mécanique. Une sortie FS₁ «Q» sert aux commandes, comme par exemple celle de l'affichage de l'heure en un autre lieu, précédemment considérée, qui exige une longue pression prolongée d'un bouton-poussoir.

Le circuit reçoit un cadencement à 8 Hz, il discrimine le genre d'impulsions pendant huit pas de ce cadencement et délivre la commande voulue juste après une seconde.

Aux figs 5a et 5b, on a représenté séparément, ce qui est correct, les trois sorties de commande CP, DP, LP, pour chacun des six circuits de boutons-poussoirs.

Les figs 5a et 5b, utilisant les symboles classiques des portes et des flip-flops, peuvent être comprises sans difficulté par l'homme du métier électronique. La fig. 5b montre la sélection des régimes RN, RTI, RTII, de même que la sélection des situations de non-correction, de correction en avant, de correction en arrière et de travail sur tableaux. Les figs 5a, 5b sont à nouveau disposées synoptiquement, par ligne d'affichage, et l'on voit que les boutons-poussoirs de gauche délivrent des impulsions β_1 , β_2 , β_3 qui, en situation de correction suppriment la délivrance d'un signal LB1, 2, 3, qui indiquait que cette ligne était libre de correction. Dans ce cas, un signal général LB, signifiant libération disparaît pour faire place à un signal général CEC (bas de la fig. 5a) indiquant «correction en cours». On comprend aisément, d'après le jeu des portes et des flip-flops, comment une courte impulsion sur la ligne considérée met fin au régime de correction et rétablit la libération. Un circuit identique CIBL 1, 2, 3 effectuée

la quittance des corrections sur chaque ligne, l'agencement interne d'un seul de ces circuits a été dessiné, les deux autres étant identiques. A la fig. 5a, on voit également comment la fonction LB, ou son inverse CEC agit pour restreindre le choix des régimes et pour ne maintenir que les situations de correction SCAV et SCAR, conformément à ce qui a été précédemment indiqué. Au reste, les fonctions du circuit de la fig. 5 consistent à fournir les commandes d'affichage, conformément au cycle d'affichage précédemment indiqué. Une commande supplémentaire $cq \overline{cq}$ est fournie, lorsque le bouton-poussoir commandant le changement de régime est maintenu pressé plus d'une seconde. Le rôle de cette commande cq sera expliqué plus loin en liaison avec le fonctionnement de la calculatrice, il s'agit du rétablissement de l'information d'heure d'équinoxe. Un ensemble de flip-flops et de portes, en bas à droite de la fig. 5a, fonctionne également en liaison avec certains circuits de la calculatrice, il sera expliqué plus loin en liaison avec le fonctionnement de cette dernière.

On comprend aisément à la fig. 5a dans quelles circonstances les différents ordres sont donnés, et on verra, principalement en liaison avec la fig. 6 et également en liaison avec la fig. 5b, à quoi servent ces différents ordres.

La fig. 5b représente la distribution des neuf ordres différents qui peuvent être donnés par les trois boutons-poussoirs de droite. Le schéma, qui comprend principalement des portes ET, montre clairement comment ces commandes sont distribuées en fonction de la situation de correction SC ou de la situation de travail en tableaux STT, de même qu'en fonction des régimes RTI et RTII, de même encore qu'en fonction des affichages qui sont commandés par les commandes issues des circuits de la fig. 5a. A gauche de la fig. 5b, les différentes commandes sont désignées par leur nom, elles s'adressent soit au schéma général de la fig. 4, soit au schéma de commande générale de la fig. 6, certaines commandes sont également dirigées vers des éléments de circuit de la fig. 5a.

A la fig. 5b, on voit également qu'un certain nombre de commandes sont réunies par des portes OU; les signaux résultant sont appliqués principalement en des points des circuits de commande de la fig. 6, pour désynchroniser l'heure de travail, la date de travail, le lieu. Les six commandes «AUBE», «LEVER», «MIDI», «DECLIN», «CREPUSCULE», sont réunies en un signal «MONO» qui notamment, agit sur les deux flip-flops représentés en haut de la fig. 5a pour assurer l'affichage de la hauteur solaire sur la première ligne.

En liaison avec le fonctionnement externe de la montre, on a vu que, pour les corrections, une courte impulsion agissait sur le premier digit principal à droite, une longue impulsion agissait sur le premier digit principal à gauche (juste à gauche de l'endroit des deux points d'affichage) et que la double impulsion agissait soit sur le digit des dizaines (situé juste à droite de l'endroit des deux points), soit sur le digit auxiliaire, qui représente en général des dixièmes. Par exemple pour la correction de l'information «fuseau horaire, latitude», une courte impulsion agit sur le digit des unités de degré de latitude. Une impulsion double agit sur la commande des dixièmes de degré de l'attitude et une impulsion longue agit sur les unités de fuseau horaire si elle est la première à intervenir depuis que des corrections sont en cours, par contre elle agit sur le digit des dizaines de degrés, si, préalablement, on a corrigé les unités ou les dixièmes de degrés. A cette fin, on utilise un circuit BDC représenté au bas de la fig. 5b en détail et qui dédouble la commande de correction par une longue impulsion de la manière susindiquée. Le schéma dans le cadre BDC est facile à comprendre, un flip-flop de type RS formé de deux portes OU INVERSE (qui

5 passe en position de travail lors de l'envoi d'une impulsion courte ou d'une impulsion double et qui revient en position de repos lors de la libération intervenant lorsque toutes les corrections sont quittancées) aiguille la commande de l'impulsion longue soit sur les dizaines (deuxième digit principal depuis la droite) soit sur le digit suivant (dans le cas des azimuts les centaines de degré, dans le cas de l'affichage du fuseau horaire et latitude sur les unités de fuseaux horaires).

On voit également que la commande RDL, recherche de date et de lieu, ne peut avoir lieu que si, depuis que la montre se trouve en régime tableau II, une mise en mémoire de la hauteur solaire HS et une mise en mémoire de l'azimut solaire AS sont toutes deux intervenues, ceci étant réalisé par l'ensemble de portes visible en bas à droite de la fig. 5b.

15 Par ailleurs, la commande REH, de recherche d'écart horaire, ne peut avoir lieu que si la dernière mise en position du registre des heures locales HL s'est faite depuis la calculatrice, ou alors si une mise en mémoire de l'heure local (mmHT) est préalablement intervenue. Ceci est réalisé par l'ensemble de portes figurant au milieu en bas de la fig. 5b.

On considérera maintenant la fig. 6, qui représente la commande générale de la montre et principalement de la calculatrice, de même que la commande de l'affichage. Tout en haut à gauche, on voit un ensemble de trois flip-flops et de 25 différentes portes qui assure la synchronisation et la désynchronisation de la date, comme précédemment considéré. Un ensemble similaire, situé juste en dessous, assure la synchronisation et la désynchronisation de l'heure (en régime tableaux). Cet ensemble émet un signal TPDT pour la date et un signal similaire TPHT pour l'heure, qui, au début du régime tableaux, maintient l'heure et la date provenant directement de la chaîne de comptage du temps pour faire, le cas échéant, travailler la calculatrice (établissement de la hauteur solaire et de l'azimut solaire à l'instant présent). Un 30 signal similaire tPDT pour la date et tPHT pour l'heure rétablit la synchronisation de la date et de l'heure, mais cette fois par l'intermédiaire du registre de travail de la date et de l'heure. On remarque que le maintien des informations d'heure et de date en provenance directe de la chaîne de comptage au début du régime tableaux n'est assuré que si, dans le régime normal précédent, on a eu conjointement la situation de non-correction SNC, de sorte que trois flip-flops, désignés par les signes respectivement 61, 62 et 63, ont 35 passé à l'état de travail. Si tel n'a pas été le cas, c'est-à-dire si on a passé par exemple du régime tableau II au régime tableau I par l'intermédiaire du régime normal mais en situation de correction, le régime tableau I se rétablit directement avec les informations de date, d'heure et de lieu provenant des registres de travail. On remarque que la première désynchronisation, remettant en jeu les registres de travail, est immédiate si l'on fait, par exemple, un appel-mémoire de l'heure ou un appel-mémoire de la date (amHT, amDT), ou si une opération de la calculatrice tend à faire prendre une position particulière au registre de travail de la date ou de l'heure (impulsions UDT ou UHT), par contre si c'est une tentative de 40 correction de la date ou de l'heure qui provoque cette première désynchronisation, elle n'a d'autre effet que la désynchronisation elle-même, mais sans correction. Cela est nécessaire car la première désynchronisation modifie l'affichage en question et, pour faire une correction, il faut connaître la position de départ. Pour cela le signal tendant à faire basculer le flip-flop de retour au registre de travail, est appliqué sur l'entrée de basculement du flip-flop, par l'intermédiaire d'une porte OU dont l'autre reçoit un signal Fip qui intervient seulement à la fin du processus. En haut à gauche de la 45 fig. 6, on voit également l'agencement à portes qui, en régime tableaux, provoque l'affichage du signe «p» ou du signe «o», indiquant que la date ou que l'heure est synchronisée

ou désynchronisée. Vers le milieu de la fig. 6, à gauche, une chaîne de quatre flip-flops, commandée par l'impulsion de changement de lieu CML, et accessoirement par l'impulsion Dip qui intervient au début du processus et l'impulsion Fip qui intervient à la fin du processus, établit les commandes LA, LTA, LTB, LTC, qui commandent l'appel des informations de lieu mémorisées dans les mémoires LOC A, LOC B, LOC C. La structure des portes représentées permet aisément de voir comment cette chaîne de flip-flops travaille. En dessous, quatre portes ET, une porte OU INVERSE et une porte OU établissent l'excitation des points u, v, w, x disposés en triangle, qui indiquent la situation du lieu selon ce qui a été précédemment indiqué. A droite de ces portes, une chaîne de trois flip-flops permet la sélection d'une mémoire LOC, pour l'introduction en elle de l'information de lieu. Cela n'est naturellement possible qu'en régime tableau II, les trois flip-flops étant impérativement remis à zéro en régime normal RN et en régime tableau I RTI. La commande «mmLOC choix» permet de choisir un des trois flip-flops, et par lui une des trois mémoires LOC, ensuite, la commande «mmLOC act» effectue le transfert du lieu complet affiché dans la mémoire sélectionnée. Ces mêmes flip-flops, par l'intermédiaire de portes OU et ET assurent le clignotement d'un point, de deux points ou de trois points, au moment où une mise en mémoire est possible respectivement en LOC A, LOC B, LOC C.

La fonction principale du circuit représenté à la fig. 6 est celle de commande des programmes généraux et individuels de la calculatrice. Un certain nombre de circuits IPS (simples) et IPD (doubles) dont la construction interne est montrée à la fig. 6, mettent en forme différents signaux qui sont ensuite connectés par une porte OU et provoquent les réalignements en régime tableau I, pour autant qu'il n'y ait pas de correction en cours (signal Lb) et pour autant que l'on n'ait pas le régime tableau spécial (signal RTS). Comme on peut le voir, ces circuits IPS et IPD donnent une commande qui, pour IPS commence au saut, selon le cas positif ou négatif, du signal appliqué à l'entrée du circuit et finit à la prochaine impulsion Fip, et qui, pour les circuits doubles IPD, commence à la prochaine impulsion Fip pour finir à la suivante. Par cet agencement, chaque fois qu'un réalignement sur l'heure tableau HT ou sur l'azimut solaire AS, ou sur la hauteur solaire HS, doit avoir lieu, un signal apparaît sur une des trois entrées de commande de programme général CPG 1, CPG'' ou CPG 3 du bloc de commande de programme. Le choix de ces trois entrées est effectué par un ensemble de trois portes OU et de trois portes OU INVERSE, visible en haut à droite de la fig. 6, et qui aiguille le signal de la grande porte OU à quatorze entrées sur l'une des trois entrées précédemment indiquées de la commande de programme, en fonction de la dernière opération de correction ou d'appel-mémoire qui a eu lieu, soit sur l'heure, soit sur l'azimut solaire, soit sur la hauteur solaire. Ceci constitue la commande des programmes en régime tableau I.

En régime de tableau II, les ordres de recherche RL, RD, etc. actionnent directement des circuits IPS, qui, en variante pourraient être sautés et, pour autant qu'il n'y ait pas de correction en cours et que l'on soit bien en régime tableau II, des impulsions d'une durée approximativement $1/7$ sec (jusqu'à la prochaine impulsion Fip) sont envoyées sur les entrées CPG 4-10 de la commande de programmes.

En fonction de ces injonctions d'entrée, la commande de programmes envoie des impulsions qui mettent en action les différents programmes élémentaires de la calculatrice. La commande de programmes envoie également des impulsions, à la fin d'un programme général comprenant normalement une pluralité de programmes individuels de la calculatrice, une impulsion U (UHT, UDT... UHS2) qui, comme on l'a

vu en liaison avec la fig. 4 provoque l'inscription de l'information élaborée par la calculatrice dans des registres de travail correspondant des circuits d'élaboration d'information de la fig. 4. Le détail de ces commandes sera encore considéré en liaison avec le fonctionnement de la calculatrice.

Au bas de la fig. 6, on a encore représenté l'affichage, qui est en l'occurrence du type à multiplexage «segments/lignes». Ce type de multiplexage est connu, chaque ligne comprend 37 segments, y compris les deux points, et chacune des trois lignes, tour à tour, est apte à recevoir une tension d'excitation sur les segments sélectionnés; de cette façon, le nombre de connexions avec l'affichage est notablement réduit. Le principe est connu, les électrodes arrière de deux lignes sur trois reçoivent une tension zéro (voir fig. 6 en bas à droite) tandis que la troisième ligne reçoit une tension $S+ -$. Les segments reçoivent quant à eux, sélectivement, soit la même tension $S+ -$ et alors il n'y a pas d'excitation, soit la tension $S- +$ (voir fig. 6 en bas à droite), et alors le segment correspondant s'excite dans la ligne qui ne reçoit pas la tension zéro. La tension $S+ -$, en lieu et place de la tension zéro, est permutée cycliquement avec rapidité sur chacune des trois lignes, en même temps que le circuit multiplexeur MPX Segm sélectionne l'information pour la ligne correspondante (haut, milieu, bas). Il est clair que de nombreux autres systèmes de multiplexage seraient également utilisables. Ensuite, des portes multiples laissent passer sur chacune des lignes l'information choisie par les circuits de la fig. 5a (même désignation que l'information, mais en lettres minuscules, par exemple $s+js$ pour commander l'affichage de l'information $S-JS$). Dans la montre ci-décrite, on a choisi d'avoir un décodeur par information, compte tenu du fait que les informations présentent une certaine disparité d'apparence. Il est bien clair que l'on pourrait également prévoir un seul décodeur, mais relativement plus compliqué, à l'entrée de la commande d'affichage par multiplexage.

Comme on l'a vu dans les explications concernant le fonctionnement général extérieur de la montre, en certains cas des clignotements sont nécessaires. Ces clignotements sont appliqués au décodeur correspondant, comme cela est représenté à la fig. 6. On note qu'en régime normal, de même qu'en régime tableau avec heures synchronisées, les deux points clignotent entre l'information d'heure et de minutes. Par contre, ils sont fixes lorsqu'il s'agit d'une heure non synchronisée. L'instruction de «clignotement, non-clignotement des points» est fournie au décodeur HNHT pour les heures, sur la ligne du milieu, par un signal issu d'un porte OU recevant sur ses entrées le signal RN, le signal TPHT et le signal TPHT.

Pour l'information de date, l'indication de l'année (0, 1, 2, 3) est donnée seulement en situation de correction, ou alors en situation de travail en tableaux, dans le régime tableau II. Ceci est assuré par un signal adéquat appliqué au décodeur de la date.

Les signaux «Clign 1, 2, 3, 4» font clignoter de diverses façons l'information AS et, en certains cas, l'information de date, l'information d'écart horaire et l'information de hauteur solaire, comme on l'a vu en liaison avec la fig. 2. Ces signaux sont adéquatement appliqués aux décodeurs. Un signal général de clignotement CLIGN, issu du circuit de cadencement, est appliqué à tous les décodeurs devant assurer un clignotement en certains cas.

On va maintenant considérer, en liaison avec les figs 7a, 7b et 7c, le fonctionnement de la partie calculatrice. D'une façon générale, à l'exception de quelques portes OU, et de deux logiques (LOG.A.M.P., LOG.PREP.), tout le fonctionnement de la calculatrice est expliqué en admettant qu'il s'agit d'un micro-processeur. Dans ces conditions, on n'a pas représenté des éléments concrets effectuant les opéra-

tions, mais des blocs-programmes effectuant différentes opérations sous la commande de programmes mémorisés en différents endroits du micro-processeur et faisant chaque fois travailler la même unité de traitement central, pour les opérations mathématiques et logiques les plus diverses, effectuant le traitement des informations. D'une façon générale, chaque bloc-programme comprend un cadre vertical qui représente l'entrée des informations (interface d'entrée), un cadre comprenant l'indication «PROCESS» et qui comprend des flèches symbolisant le traitement de l'information, un ou plusieurs cadres inférieurs allongés symbolisant les données de programmes pour les opérations (addition, multiplication, comparaison etc.) et un certain nombre de cadres, parfois partiellement subdivisés, au même niveau que le cadre «PROCESS», qui symbolisent les informations de sortie après traitement, lesquelles seront, pour la durée voulue, c'est-à-dire au maximum un programme général, emmagasinées dans des mémoires-tampons pouvant servir à différents usages. On a ainsi représenté un certain nombre de programmes individuels. Il faut noter que, sur la fig. 7b et la fig. 7c, plusieurs programmes individuels ont été dessinés attenants à une même interface d'entrée, afin de simplifier si possible le dessin. Tous les programmes individuels ont une désignation particulière. A l'exception du cas particulier des programmes PSEQ 1 et PSEQ 2, tous les programmes généraux comportent une pluralité de programmes individuels. Parmi ceux-ci un certain nombre sont des programmes préalables, PPR 1 à PPR 6. Le choix des programmes préalables nécessaires est effectué directement dans la commande de programmes (fig. 6), par contre, les différents programmes généraux comprennent ensuite chacun leur propre série de commandes, et, pour les programmes élémentaires ultérieurs, des commandes de différents programmes généraux sont combinées à l'aide de portes, d'une façon symbolisée sur les schémas de la fig. 7.

Avant de considérer les programmes principaux de la calculatrice, il y a lieu de parler du programme d'établissement de l'information COREQ. Pour le calcul des informations solaires, la calculatrice a besoin de connaître notamment les dates, non pas à partir du 1er janvier, mais à partir de l'instant de l'équinoxe (on a choisi l'équinoxe de printemps). Toutefois, outre le fait que par rapport à l'instant où il se produit une année bissextile, l'équinoxe recule respectivement de 6, 12 et 18 h durant les années suivantes, l'instant d'équinoxe lui-même rapporté à une année bissextile tend à reculer, approximativement de 2 h toutes les 11 années. Par ailleurs, il est nécessaire d'inscrire l'information d'équinoxe «REGISTRE COMPTEUR MEMOIRE COREQ» et ceci d'une façon commode. Pour cela, on a créé le programme élémentaire COREQ qui nécessite, pour l'information d'entrée, l'indication de l'année, 0, 1, 2, 3, l'indication du quantième où l'équinoxe se produit (20 ou 21 mars actuellement), et l'indication soit du fuseau horaire dans lequel l'équinoxe se produit au voisinage de midi, soit de l'heure GMT (heure de Greenwich) à l'instant précis de l'équinoxe (les minutes peuvent être négligées). Ayant introduit ces données dans la montre, il faut commander le programme PSEQ1, si l'on a introduit le fuseau horaire de l'équinoxe à midi (FH'_{eqmid}), soit le programme PSEQ2, si l'on a introduit l'heure GMT de l'équinoxe ($HGMT_{eq}$). Pour cela, il faut effectuer une commande de passage du régime tableau I au régime tableau II, en laissant le bouton-poussoir supérieur gauche BPH' pressé au-delà d'une seconde, puis, ce bouton étant toujours pressé lorsque l'indication tableau II apparaît, il faut encore presser le bouton-poussoir BPH qui lui fait face. C'est à cela que sert le signal cq (et son inverse cq) dont il a été question à la fig. 5a. On voit à la fig. 5b, qu'une longue pression sur le bouton droit en

question, établit, lorsque le signal cq est présent, soit la commande REQF, soit la commande REQH, selon que la commande d'affichage est celle de l'heure ou celle du fuseau horaire. Ces commandes passent par l'intermédiaire d'un circuit IPS à la fig. 6 et il en résulte les signaux de commande CREQH et CREQF, appliqués aux deux programmes qui fournissent à choix l'information COREQ. Le programme, lorsqu'il a calculé la valeur COREQ, envoie lui-même une impulsion qui provoque l'inscription de son information dans le «REGISTRE COMPTEUR MEMOIRE COREQ». A partir de ce moment-là, ce registre mémoire avance d'une heure tous les cinq ou six ans, plus précisément de deux heures tous les 11 ans.

L'information COREQ est l'information du temps en heure qui s'écoule depuis l'instant de l'équinoxe d'une année bissextile jusqu'à la première heure du 24 mars dans le fuseau horaire le plus tardif, et il est bien clair que ce temps est toujours positif, sa valeur allant en augmentant au fur et à mesure que l'instant de l'équinoxe recule. Cette valeur COREQ sera ensuite combinée avec l'indication du fuseau horaire puis, dans un programme ultérieur, avec l'information de l'année Ancy afin d'obtenir une date établie en quarts de jour à partir de l'instant de l'équinoxe.

La circulation des informations entre les différents programmes de la calculatrice est clairement représentée au dessin des figs 7a, 7b et 7c, on note que la circulation d'informations multiples est représentée par une ligne en trait épais, tandis que la circulation d'une information ne comprenant qu'un bit (un seul fil conducteur) est représentée par un trait fin.

D'une façon générale, les informations doivent d'abord être transformées avant de pouvoir être traitées et c'est le rôle des programmes préliminaires, la plupart représentés à la fig. 7a. Puis viennent les opérations de traitement proprement dites, pour déterminer par exemple la hauteur solaire et l'heure en fonction de l'azimut à une date et une latitude données, ou pour déterminer par exemple la latitude en fonction d'une hauteur solaire et d'un azimut donnés à une date connue. On a, dans toute la mesure du possible, indiqué les différentes informations directement sur le schéma de la fig. 7c, toutefois, la nature même des programmes effectués fait l'objet d'un tableau qui sera donné en de prochaines pages.

On note qu'il est très important de savoir si des positions solaires sont des positions du matin ou de l'après-midi, c'est-à-dire des positions est ou ouest, ou encore des positions méridiennes. Ceci est établi par la logique AMP, pour chacun des six programmes généraux CPG1-CPG6, qui nécessitent cette discrimination AMP. Pour les recherches, où les deux informations de hauteur solaire et d'azimut solaire sont utilisées comme entrée, la logique AMP doit contrôler que les deux informations soient bien du même côté. Si tel n'est pas le cas, elle refuse l'information Rposs, qui indique que la recherche est possible. Par contre, pour les alignements, l'information A.M.P. est prise sur l'information de base (heure, azimut, hauteur), et elle est imposée aux deux autres paramètres.

On note en particulier que le programme P4 est apte à reconnaître qu'une hauteur solaire, donnée comme étant du matin ou de l'après-midi, peut correspondre à la hauteur maximale et minimale; dans ce cas une impulsion est envoyée au registre SHS pour le faire passer en position méridienne. Différents programmes individuels interviennent; notamment les programmes P3, P3' calculent la hauteur solaire (par l'intermédiaire de son sinus) dans le cas où l'information de base est l'azimut non méridien. Mais l'information de base «azimut méridien» peut également provenir d'une information de hauteur solaire, avec le signe H (maxi-

mum) ou le signe H (minimum). Dans le cas où l'on introduit l'un de ces deux signes, il n'est pas nécessaire d'introduire l'information de hauteur solaire, la calculatrice s'en charge.

Il faut considérer encore que, selon les latitudes, le soleil à certaines dates passe au sud et au nord, et à certaines dates reste constamment au sud ou reste constamment au nord. Il s'ensuit que l'on peut avoir, pour un même azimut, deux hauteurs solaires différentes. La calculatrice indique toujours d'abord celle qui est la plus élevée, mais l'affichage indique qu'il existe deux hauteurs pour le même azimut par le fait qu'il fait clignoter la barre supérieure du A de l'information azimut (C31, fig. 2). Dans ces conditions, le fait de faire disparaître l'affichage de l'azimut (pour le remplacer par celui de la date), et de le faire réapparaître par une avance de cycle à l'aide d'une courte pression sur le bouton inférieur gauche, provoque une répétition de l'alignement mais en amenant cette fois la hauteur solaire inférieure qui correspond à cet azimut, le plus souvent une hauteur solaire négative. Dans ce cas, c'est la barre horizontale médiane du A indiquant «azimut» qui clignote. Une nouvelle opération semblable fait apparaître à nouveau l'azimut supérieur, et ainsi de suite. Dans la calculatrice, cette détermination intervient dans la logique de préparation, sous la commande de l'impulsion Clog (fig. 5a). La logique de préparation, qui reçoit les paramètres adéquats, détermine les cas où deux azimuts sont possibles. Elle détermine également les cas où aucun azimut ayant la valeur indiquée n'existe, et cette logique émet alors le signal «PRO» (proscrit). La formule de calcul de la hauteur solaire comprend un coefficient ($\sigma \pm$) qui peut avoir la valeur +1 ou la valeur -1, en certains cas la valeur zéro. La logique de préparation calcule ce coefficient. Au voisinage de l'équateur et à l'approche de l'équinoxe, la trajectoire du soleil peut être uniquement une trajectoire est-ouest. Dans ces conditions, un azimut autre que 90° ou 180° entraîne automatiquement le signal PRO. Toutefois, un azimut méridien, 0° ou 180° , n'entraîne pas le signal PRO car, lorsque le soleil passe au zénith, il est par définition admis comme étant sur le méridien. Enfin, si la trajectoire du soleil est «est-ouest» et si l'azimut est 90 ou 270° , il y a indétermination; c'est une situation proscrite spéciale que la logique de préparation détecte par le signal PROSP, et qui se traduit par un clignotement de tout le A de l'affichage de l'azimut. Il faut également considérer les cas où le soleil passe par le zénith (ou par le nadir), cas limite entre une trajectoire passant au nord et au sud et une trajectoire restant soit au nord soit au sud. Pour les azimuts qui ne sont pas 00 , 90 , 180 , 270 , on proscrit, pour l'alignement basé sur l'azimut, la valeur zénithale pour ne garder que l'autre valeur correspondant à l'azimut, si elle existe. Si elle n'existe pas (soleil du mauvais côté), on a l'information PRO. Par contre, pour les azimuts 00 et 180 , on admet la valeur zénithale et, d'un côté, on a deux hauteurs possibles (une 90° et l'autre située entre -45° et -90° et l'on fait jouer l'affichage des deux hauteurs possibles, tandis que de l'autre côté, on ne peut considérer que la hauteur zénithale. De même, pour les azimuts 90 et 270 , on indique la valeur zénithale, si la trajectoire zénithale n'est pas est-ouest; il n'y a pas d'autres points sur ces azimuts.

Le schéma de la logique de préparation est représenté à la fig. 10, et on comprendra aisément comment est élaborée l'information $\sigma \pm$, dans le programme général CAS, c'est-à-dire «commande d'alignement sur la base de l'azimut». En programme général CHS, c'est-à-dire «commande sur la base de la hauteur solaire», il ne se pose pas de problèmes si compliqués; il peut naturellement y avoir des hauteurs solaires proscrites (par exemple le soleil ne monte jamais à 80° d'élévation à Berne). Avant de passer au détail des programmes individuels, il convient encore d'indiquer quelle conven-

tion on a fait pour désigner les grandeurs à traiter dans certains cas particuliers.

Une grandeur désignée par une ou plusieurs lettres, ou un ou plusieurs chiffres, peut avoir toutes les valeurs mathématiques possibles. Il existe toutefois des grandeurs (bits directeurs de certaines grandeurs) qui ne peuvent avoir aucune valeur autre que +1, 0 et -1. Il s'agit de valeurs mathématiques de signes. Pour les désigner, ou pour désigner la partie «grandeur de signe» d'une grandeur complète, on a pris, entre parenthèses, la désignation de la grandeur suivie des trois signes $\pm$, juste avant la fermeture de la parenthèse. Ainsi, la valeur $(HS \pm)$ désigne la grandeur qui correspond au signe de la hauteur solaire, valant +1 ou 0 ou -1. Certaines grandeurs, comme par exemple le cosinus de la latitude, ne peuvent avoir que deux de ces trois valeurs, par exemple on aura $(\cos \lambda \pm)$, valeurs possibles +1 ou 0. Il y a encore des cas où deux de ces trois valeurs sont assimilées l'une à l'autre, et l'on aura par exemple $(SMSN^{\pm})$, cette valeur sera une valeur de signe valant +1 lorsque SMSN sera positif ou nul, et valant -1 lorsque SMSN est négatif. Si l'on avait croisé le zéro et le +, la valeur de signe serait 0 pour des valeurs positives ou nulles de SMSN et -1 pour des valeurs négatives de SMSN.

Par ailleurs, il y a des grandeurs logiques qui par définition peuvent valoir seulement 0 ou +1. Elles sont désignées par une lettre ayant des signes seulement sur un niveau. Par exemple, la valeur $(U+)$ est une grandeur logique valant 1 quand U est positif et 0 quand U n'est pas positif (nul ou négatif). Par ailleurs, la valeur (U^-) est une valeur logique valant +1 lorsque U est négatif et 0 lorsque U n'est pas négatif. Une grandeur de signe à trois valeurs ($\dots \pm$) peut être représentée par deux grandeurs logiques, à savoir $(\dots^+)$ et $(\dots^-)$. Dans les équations mathématiques, les grandeurs logiques entrent sans difficulté mais elles ne peuvent jamais valoir autre chose que 0 ou +1. Si elles sont précédées du signe - elles sont soustraites, mais il s'agit de «- (+1)». Par ailleurs, une grandeur logique surmontée d'une barre est une grandeur logique inverse, qui vaut 0 lorsque la grandeur logique directe vaut 1 et qui vaut 1 lorsque la grandeur logique vaut 0, il n'est pas question de valeur -1.

Dans les programmes, on a souvent des valeurs ($\dots \pm$), qui sont décomposées en valeurs logiques. Si le + est immédiatement derrière le cadre, une ligne partant de cet endroit du cadre est censée porter la valeur logique ($\dots +$) si la ligne part de l'endroit du cadre où se trouve le signe -, elle est censée porter la valeur logique ($\dots -$).

On note encore que les informations allant vers le traitement sont affectées de l'indice d (donnée) tandis que les informations revenant du traitement sont affectées de l'indice r (résultat, réponse), si plusieurs informations de même nature reviennent du traitement, on aura les indices r1, r2 (par exemple AS_{r1} , AS_{r2} pour les informations d'azimut solaire revenant respectivement d'une opération d'alignement en fonction de la hauteur et d'une opération d'alignement en fonction de l'heure).

Les différents programmes partiels ont été établis de façon à assurer qu'il n'y ait pas d'indétermination pour certaines valeurs. Par exemple, un azimut solaire calculé, à partir de l'heure, uniquement par les fonctions sinus, devient très imprécis lorsqu'il est 6 h, heure locale, c'est-à-dire lorsque le soleil se trouve à mi-distance entre son périhélie et son apogée. Huit prochaines pages donnent successivement les indications des programmes individuels, conjointement aux schémas des figs 7a, 7b et 7c; ces programmes permettront de comprendre comment fonctionne la calculatrice. Il faut noter que, par mesure d'économie, certains programmes comprennent des variantes dénommées ' , voire ' '. Les signaux appliqués aux cadres de programmes, à des endroits

marqués d'un petit carré et d'un ' , ne sont pas des signaux de commande de programmes mais des signaux d'affectation du programme, qui modifient ce dernier. Ainsi, des programmes «'» sont souvent établis pour les conditions méridiennes, alors que le programme de base est établi pour des conditions non méridiennes. C'est alors l'information (M^+) qui commande l'affectation «'». Dans certains cas, on a même des affectations «'», mais qui n'interviennent jamais simultanément avec une affectation «'».

On note que certains programmes ont été scindés, par exemple, en un programme 5 et un programme 5', selon la latitude, afin d'avoir des calculs plus courts.

Toute la logique de la calculatrice se base sur une vision que l'on aurait de l'observateur en le regardant depuis le plein est ou le plein ouest, le soleil tournant autour de la terre, pour simplifier les choses. La trajectoire solaire est un plan vertical si l'on est à l'équateur, horizontal si l'on est au pôle, oblique si l'on est entre deux. A l'équinoxe, cette trajectoire passe par le centre, au solstice, elle est tangente à un cercle dont le rayon est égal au sinus de l'inclinaison de l'axe terrestre. La trajectoire effective du soleil n'est pas un plan, donnant une droite vue par la tranche, mais une hélice à pas très fin. On l'assimile à un plan, avec modification d'inclinaison à midi et à minuit. Au printemps, dans l'hémisphère nord, la ligne représentant la trajectoire solaire dans les conditions précitées est redressée de $\Delta\phi$ le matin, de 00 h à 12 h et couchée davantage de $\Delta\phi$ l'après-midi, de 12 h à 00 h. A l'approche du solstice, $\Delta\phi$ diminue, est nul au solstice et s'inverse après celui-ci. C'est la raison pour laquelle les valeurs λ (latitude) et ϕ (complément à l'angle formé par l'axe terrestre et la ligne terre-soleil deviennent λ' et ϕ' , légèrement modi-

fiées dans un sens le matin et légèrement modifiées dans l'autre sens l'après-midi.

Les pages de formules suivantes indiquent les fonctions des différents programmes individuels, ensuite de quoi est représentée la répartition des commandes des programmes individuels dans les programmes généraux.

On remarque que, afin d'éviter les indéterminations aux pôles nord et sud, les latitudes ne peuvent être établies que jusqu'à un maximum de $\pm 89^\circ$. Les registres de latitude dans les mémoires LOC, de même que le registre de lieu de travail, comprennent des verrouillages empêchant le comptage au-delà de $89,0^\circ$. Toutefois, la calculatrice peut éventuellement délivrer des valeurs supérieures à 89° . L'entrée par la porte commandée par l'impulsion UL sur le compteur de lieu est toutefois agencée pour que tout compte supérieur à 89, de 89,1 à 90,0 établisse la valeur 89, et fasse par ailleurs basculer un flip-flop qui modifiera le zéro de 89,0 dans l'affichage de la latitude, de façon que l'on sache que la latitude devrait être encore supérieure. Lorsque cette valeur-là sera utilisée comme donnée, elle sera toutefois simplement 89,0.

En position 89, le compteur empêche bien sûr toute correction augmentant la valeur absolue de latitude, mais il lève tous les verrouillages qui s'opposeraient à un comptage diminuant cette valeur absolue. C'est la raison pour laquelle le compteur de lieu reçoit les deux informations SCAR et SCAV. Les autres compteurs ne reçoivent que l'information SCAR, car les corrections ne sont émises qu'en situation de correction et il suffit de distinguer SCAT de SCAV.

Les programmes généraux pourraient être composés d'une façon différente quant aux programmes individuels qu'ils mettent en jeu. Les résultats devraient en tous les cas être ceux qui sont indiqués.

Programmes individuels

PSEQ 1

$$\text{COREQ} = (24 - \text{Deq}) \cdot 24 - 12 + \text{FH}'_{\text{eqmid}} + (\text{Ancy } 0, 1, 2, 3) \cdot 6$$

Deq = date de l'équinoxe de printemps (quantième de mars)

$\text{FH}'_{\text{eqmid}}$ = fuseau horaire (de travail) où l'équinoxe de printemps est à midi

(Ancy 0,1,2,3) = 0 pour ann. bissext., = 1 pour ann. suiv.

= 2 pour 2ème année après l'ann. bissext., = 3 pour 3ème ann. après ann. bissext.

PSEQ 2

$$\text{COREQ} = (24 - \text{Deq}) \cdot 24 + 12 - \text{HGMEq} + (\text{Ancy } 0, 1, 2, 3) \cdot 6.$$

HGMEq = heure GMT à l'équinoxe de printemps.

Deq, Ancy 0, 1, 2, 3 : voir PSEQ 1.

PPR 1

BLOCOR (en quarts de jours) = $(\text{Ehd} - \text{FH}'d + \text{COREQ}) : 6$ (Quotient entier)

BLOCOR (en heures) = reste.

PPR 1'

= comme PPR1, mais Ehd toujours admis comme valant 00:00.

PPR 2

HLG = (HTd - EHD) mod 24 heures avec reports pos. (+) et nég. (-)

PPR 3

$D_{TRd} = [4 \times \text{BLOCOR quot} + 4 \times \text{quantième} + 120 \times \text{mois} - (\text{Ancy } 0,1,2,3) - 114 \times 4 + (0 \div 5 \text{ selon ROM}) \times 4 + 4 (\text{rep. HLG}^+) - 4 (\text{rep. HLG}^-)] \dots$
mod 1461

PPR 3'

= comme PPR3, mais (rep. HLG⁺) et (rep. HLG⁻) toujours admis comme 0.

PPR 4

HLd' = (HLG - ES) mod 24 heures avec reports pos. (+) et nég. (-)

ES donné à partir de D_{TRd} par DECODEUR $D_{TR} \rightarrow \text{ES}$.

PPR 5 et PPR5'

pour PPR5: $D_{TR}' = [D_{TRd} + 4 (\text{rep HLG}^+) - 4 (\text{rep HLG}^-) + 1/6 \text{ BLOCOR (heures)}] \text{ mod } 1461 \text{ (en } 1/4 \text{ jour)}$

pour PPR5': $D_{TR}' = [D_{TRd} + 1/6 \text{ BLOCOR (heures)}] \text{ mod } 1461 \text{ (en } 1/4 \text{ jour)}$
opérations suivantes identiques pour PPR5 et PPR5', à partir de D_{TR}' .

$\tau d \text{ (rad)} = D_{TR}' \cdot 2\pi/1461 \pm \text{correction de ROM}$

$\sin \phi d = (\sin \phi_{\text{max}} \text{ de ROM}) \cdot \sin \tau d$; calcul intermédiaire de $\sin \tau d$
($\sin \phi_{\text{max}} \cong 0,4$)

$\Delta \sin \phi d (= \sin \phi_{(\tau_1 + 1/4 \text{ j.})} - \sin \phi_{(\tau_1)}) = \sin \phi_{\text{max}} \cdot \cos \tau d \cdot 2\pi/1461$
cal. intermédiaire $\cos \tau d$

$\phi d = \arcsin (\sin \phi d) \text{ val. nat.} = \phi d \text{ en rad; val. nat.} \cdot \frac{360}{2\pi} = \phi d \text{ en } ^\circ$

$\Delta \phi d = \sin \phi_{\text{max}} \cdot \frac{\cos \tau d}{\cos \phi d} \cdot 2\pi/1461 \text{ (en rad)} = \sin \phi_{\text{max}} \cdot \frac{\cos \tau d}{\cos \phi d} \cdot \frac{360}{1461} \text{ (en } ^\circ)$
cal. intermédiaire $\cos \phi d$

$$\text{don } \sin \phi d = \text{env. } (-0,4 \div +0,4)$$

$$" \Delta \sin \phi d = \text{env. } (-0,0017 \div +0,0017)$$

$$" \phi d = " (-23,45^\circ \div +23,459) = (-0,41 \text{ rad} \div +0,41 \text{ rad})$$

$$" \Delta \phi d = " (-0,116^\circ \div +0,116^\circ) = (-0,002 \div +0,002 \text{ rad})$$

PPR6,6',6"

PPR6 tous les paramètres, PPR6', PPR6" seulement les paramètres marqués resp. PPR6', PPR6"

$$\phi'd = \phi d + (1+2(p^+))\Delta\phi d \quad (\text{en rad ou en } ^\circ)$$

$$\lambda'd = (\lambda d + (2(p^+)-1)\Delta\phi d(\text{en } ^\circ))^{\circ} = (\lambda d \frac{360}{2\pi}(2(p^+)-1)\Delta\phi d(\text{en rad}))\text{rad}$$

$$\text{PPR6"} \quad \text{POLd} = ((|\lambda| - 45^\circ)^+)^+ \quad \text{POLd} = 1 \text{ pour } |\lambda| > 45^\circ, \\ \text{POLd} = 0 \text{ pour } |\lambda| \leq 45^\circ$$

$$\text{PPR6"} \quad Kd = \text{tg } \lambda'd \text{ (pour POLd = 0)} \quad K'd = \text{ctg } \lambda'd \text{ (pour POLd = 1)}$$

$$Q = \sin\phi'd \cdot 1 / \cos\lambda'd \text{ (pour POLd = 0)}$$

$$Q' = \sin\phi'd \cdot 1 / \sin\lambda'd \text{ (pour POLd = 1)}$$

seuls existent l'un de Kd, Kd' et l'un de Q, Q'

$$(\cos \text{Asma}^+) = \left[(((Q - K)\underline{0}^+ + \frac{1}{2}(Q\underline{0}^+ - \frac{1}{2})^+ \right] \text{ (pour POLd = 0)}$$

$$(\cos \text{Asma}^+) = \left[(-\lambda)^+ \right] \text{ (pour POLd = 1)}$$

$$(\cos \text{Asmi}^+) = \left[(((Q + K)\underline{0}^+ + \frac{1}{2}(Q\underline{0}^+ + \frac{1}{2})^+ \right] \text{ (pour POLd = 0)}$$

$$(\cos \text{Asmi}^+) = \left[\lambda^+ \right] \text{ (pour POLd = 1)}$$

$$\text{PPR6'} \quad \cos \phi'd = \cos (\phi'd)$$

$$\sin\phi'd = \sin (\phi'd)$$

$$Ksd = \sin \lambda'd$$

$$Kcd = \cos \lambda'd$$

$$\underline{\text{Pl}} \quad \sin \text{ASd} = \sin(\text{ASd}) \quad \cos \text{ASd} = \cos(\text{ASd}) ; (\text{bit}(\cos \text{ASd}^+) \text{ et } \text{bit}(\cos \text{ASd}^-))$$

$$\underline{\text{Pla}} \quad \sin \text{ASr1} = \sin(\text{ASr1}), \quad \cos \text{ non calculé}$$

$$\underline{\text{Plb}} \quad \sin \text{ASd} = \sin(\text{ASd}) \quad \cos \text{ASd} = \cos(\text{ASd}) ; (\text{double bit non nécessaire})$$

P2 $K^2 + \cos^2 AS = Kd^2 + (\cos ASd)^2$
 $K^2 - Q^2 + \cos^2 AS = Kd^2 - Q^2 + (\cos ASd)^2$; (bit $(\dots)^+$) et
 bit $(\dots)^-$)
 $((K^2 - Q^2)^+_{\underline{0}}) = ((Kd^2 - Q^2)^+_{\underline{0}})$

P2' $1 + K'^2 \cos^2 AS = 1 + K'd^2 (\cos ASd)^2$
 $1 - Q'^2 + K'^2 \cos^2 AS = 1 - Q'^2 + K'd^2 + (\cos ASd)^2$; (bit $(\dots)^+$) et
 bit $(\dots)^-$)
 $((K - Q)^+_{\underline{0}})$:
 pas de calcul, toujours $(\dots)^+ = 1$ et $(\dots)^- = 0$

P3

$$\sin HS = y = \frac{Q Kd}{K^2 + \cos^2 AS} + (\sigma^+_{\underline{0}}) \left| \frac{\cos ASd}{K^2 + \cos^2 AS} \cdot \sqrt{Kd^2 - Q^2 + \cos^2 AS} \right|$$

 $(\sigma^+_{\underline{0}})$ donné par LOG.PREP

$HSr_1 = \arcsin Y = \arcsin (\sin HS)$ dom. HS = $(90^\circ \div + 90^\circ)$

P3'

$$\sin HS = y = \frac{Q'}{1 + K'd^2 \cos^2 AS} + (\sigma^+_{\underline{0}}) \left| \frac{K'd \cos AS}{1 + K'd^2 \cos^2 AS} \cdot \sqrt{1 - Q'^2 + K'd^2 \cos^2 AS} \right|$$

 $HSr_1 = \arcsin Y = \arcsin (\sin HS)$

$(\sigma^+_{\underline{0}}) \rightarrow (\sigma^+), (\sigma^-)$; (LOG.PREP.) (voir aussi fig. 10)

$(\sigma^+_{\underline{0}}) = +1$; $(\sigma^+) = 1$; $(\sigma^-) = 0$

$(\sigma^+_{\underline{0}}) = 0$; $(\sigma^+) = 0$; $(\sigma^-) = 0$

$(\sigma^+_{\underline{0}}) = -1$; $(\sigma^+) = 0$; $(\sigma^-) = 1$

* "proscrit" ; $(\sigma^+) = 1$; $(\sigma^-) = 1$

* = "Fausse manoeuvre", calcul arrêté (p.e. :AS inexistant pour date et latt.)

P4

$OC = (\sin \phi' d + \Delta \sin \phi d (1 + (P^+))) \cos (\lambda d + (2(P^+) - 1) \Delta \phi)$

$U' = (\sin HSd - OC)$; $(U'^+), (U'^0), (U'^-)$

$(U'^{\pm}) = (U'^+) + (U'^0) \overline{(P^+)} - (U'^0) (P^+) - (U'^-)$

pour basculement. SHS $\oplus, \ominus$: $(U^+) = (U'^+) + (U'^0) \overline{(P^+)}$,
 $(U^-) = (U'^-) + (U'^0) (P^+)$

$$AC = \phi - \lambda(U^+) + \Delta\phi [1 + (U^+) + 2(P^+) (1 - (U^+))]$$

$$V' = 90^\circ - |AC| - (U^+) HS; \quad (V'^+), \quad (V'^0), \quad (V'^-)$$

$$(V_0^+) = (V'^+) - (V'^0) (P^+) (U^-) - (V'^-)$$

pour rectif. "MS" sur SHS (AMP) $(A^+) = 0, (M^+) = 1, (P^+) = 0$:

$$(V^0) = (V'^0) \overline{(P^+)} (U^-)$$

$$(V^-) = (V'^0) (P^+) (U^-) + (V'^-)$$

$$\sin HS_d = \sin(HS_d)$$

$$\cos HS_d = \cos(HS_d)$$

P4a $\sin HS$ non calculé, $\cos HS_r = \cos(HS_r)$, (U^+) , (V_0^+) non calculés

P4a' $\sin HS_r = \sin(HS_r)$, $\cos HS_r = \cos(HS_r)$ " " " "

P4b $\sin HS_d = \sin(HS_d)$, $\cos HS_d = \cos(HS_d)$ " " " "

P5

$$\cos ASr_1 = \frac{\sin(\phi'd - (\sigma^+) \lambda'd) + Kd((\sigma^+) \cos(\phi'd - (\sigma^+) \lambda'd) - \sin HS)}{\cos HS}$$

$$ASr_1 = \pm \arccos(\cos ASr_1) \bmod 360$$

$$= 180 + ((P^+) - (\overline{P^+})) \arccos_{nat}(-\cos ASr_1)$$

P5'

$$\cos ASr_1 = \frac{K'd \sin(\phi'd - (\sigma^+) \lambda'd) + (\sigma^+) \cos(\phi'd - (\sigma^+) \lambda'd) - \sin HS}{K'd \cos HS}$$

ASr_1 : comme en P5 à partir de $\cos ASr_1$

$$(\sigma_0^+) = (\sigma^+) \text{ pour P5 et P5'}$$

$$(\sigma^+) = 1 \text{ \& } (\sigma^-) = 1 : \text{"proscrit"}$$

P6

$$\cos ASr_1 = (\cos ASma^+) (\sigma^+) + (\cos ASmi^+) (\sigma^-) = +1 \text{ ou } -1$$

$$ASr_1 = 90^\circ (1 - \cos ASr_1) = 000^\circ \text{ ou } 180^\circ$$

(σ^+) : même remarque que pour P5, P5'

P7

$$HS = (\sigma^+) (90^\circ - |\lambda' - (\sigma^+) \phi'|) \quad (\sigma^+): \text{même rem. que p. P5, P5'}$$

$\sin HS$ non calculé par P7 mais par P4a'

P8a, P8b, P8c

$$GA_1 = \cos HS \cdot \sin AS$$

$$GA2 = \frac{\sin HS - (Ks^{\circ}) \cos HS \cdot \cos AS - \sin^{\circ} (Ks - (Ks^{\circ}) Kc)}{Kc + |Ks|}$$

$$(SMSM^{\circ+}) = ((|GA1| - |GA2|)^{\circ+})$$

8a, 8b, 8c: calculs identiques, provenance ces informations d'entrée différente:

8a: $\cos ASr1, \sin ASr1, \cos HSd, \sin HSd$

8b: $\cos ASd, \sin ASd, \cos HSR, \sin HSR$

8c: $\cos ASd, \sin ASd, \cos HSd, \sin HSd$

P8a', P8b', P8c'

Programmes P8a, P8b, P8c inhibés (méridien)

P9

$$HLr = 180^{\circ} + ((P^+) - (\overline{P^+})) \cdot 90^{\circ} + \text{arc ctg } \frac{GA1}{GA2}$$

P9'

$$HLr = 180^{\circ} + ((P^+) - (\overline{P^+})) \cdot 90^{\circ} + \text{arc tg } \frac{GA2}{GA1}$$

$$(SHS^{\pm})_{r3} = (GA2^+) + (GA2^{\circ}) (\overline{P^+}) - (GA2^{\circ}) (P^+) - (GA2^-)$$

pour P9 et P9'

P9'', P9''sp

$$HLr = 90^{\circ} ((SHS^{\pm}) + 1)$$

$$(SHS^{\pm})_{r3} = (\sigma^{\pm}) \quad \text{pour P9'',} \quad (\sigma^{\pm}) : \text{même rem. que}$$

$$(SHS^{\pm})_{r3} = \text{"donnée"} \quad \text{pour P9''sp} \quad \text{pour P5, P5'}$$

P10E

$$\sin HLD = \sin (HLD)$$

$$\cos HLD = \cos (HLD)$$

} * = bit (...⁺) et bit (...⁻)

HLD, HLr en (^o), HLr', HLD' en (H+Min.)

P10

$$\sin HSR_2 = \sin \phi' d \cdot Ksd - \cos HLD \cdot \cos \phi' d \cdot Kcd$$

$$HSr_2 = \text{arc sin}(\sin HSR) \quad \text{val.nat.} (-90^{\circ} \div +90^{\circ})$$

$$TAS = \frac{\cos HLD \cdot Ksd + \text{tg } \phi' d \cdot Kcd}{\sin HLD}$$

$$(PAS^{\pm}) = ((|\cos HLD \cdot Ksd + \text{tg } \phi' d \cdot Kcd| - |\sin HLD|)^{\circ+})$$

P10'

$$HSr_2 = (\cos HLD^{\pm}) (|\phi' d + (\cos HLD^{\pm}) \lambda' d| - 90^{\circ})$$

méridien: $\cos HL = (\cos HL^{\pm})$

TAS et $(PAS^{\pm})$ = non calculés, $(PAS^{\pm}) = +1$, $(PAS^{-}) = 0$

P11 $(PAS^{-}) = 0$

$$ASr_2 = 180^{\circ} + ((P^+) - (\overline{P^+})) \cdot 90^{\circ} - \text{arc ctg } 1/TAS; \quad (\text{arc ctg} = \text{val.nat.})$$

P11' $(PAS^{-}) = 1$

$$ASr_2 = 180^{\circ} + ((P^+) - (\overline{P^+})) \cdot 90^{\circ} - \text{arc tg } TAS; \quad (\text{arc tg} = \text{val.nat.})$$

P11'' méridien, $(PAS^{-}) = 0$

$$ASr_2 = 90^{\circ} \cdot \frac{1}{2} \left[(1 - (\cosh Ld^{\pm})) (1 - (\cos ASma^{\pm})) + (1 + (\cosh Ld^{\pm})) (1 - (\cos ASmi^{\pm})) \right]$$

$$ASr_2 = 000^{\circ} \text{ ou } 180^{\circ}$$

P12

$$PRO = (\overline{Rposs^+}) + ((y_1^2 + x_1^2 - \sin^2 \phi' d)^{-}) + \dots + ((|y_1| - |\sin \phi' d|)^{-}) \cdot \left[((x_1 \underline{\phi}) - (\sin \phi' d \underline{\phi}))^{\circ} \right]$$

c.à.d. $(PRO^+) = 1$ si: non "Rposs", ou $(y_1^2 + x_1^2 - \sin^2 \phi' d) < 0$, ou $(|y_1| - |\sin \phi' d|) \leq 0$ avec $(x_1 \underline{\phi}) \neq (\sin \phi' d \underline{\phi})$

$\lambda_c, \lambda'_r, (SHSr5 \underline{\phi})^{\pm}, \sin \phi' r_1$, calculés seulement si $(PRO^+) = 0$, c.à.d. $(\overline{PRO^+}) = 1$

$$\lambda_c = \text{arc ctg}^* \frac{y_1}{x_1} - (SHSd \oplus \ominus^{\pm}) \text{arc cos} \frac{\sin \phi' d}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2}} \quad * = \text{si } y_1 > x_1 : \dots$$

$$\dots \text{arc tg} \frac{x_1}{y_1}$$

$$\lambda'_r = \lambda_c - ((n_1^{\pm}) + (n_2^{\pm})) \cdot 90^{\circ}$$

$$(n_1^{\pm}) = ((\lambda_c - 90^{\circ})_{\circ}^{\pm}); \quad (n_2^{\pm}) = ((\lambda_c + 90^{\circ})_{\circ}^{\pm})$$

$$(SHSr5 \underline{\phi}) = ((y_1 - |\sin \phi' d|)^{\circ+}) - ((y_1 + |\sin \phi' d|)^{\circ-})$$

$$(SHSr5^+) = ((y_1 - |\sin \phi' d|)^{\circ+})$$

$$(SHSr5^-) = ((y_1 + |\sin \phi' d|)^{\circ-})$$

$$(SHSr5^{\circ}) = ((|y_1| - |\sin \phi' d|)^{-})$$

$$\sin \phi' r_1 = \sin \phi' d \quad \text{valeur transmise, non traitée}$$

P13

$$y_1 = \sinh Sd; \quad x_1 = \cosh Sd \cdot \cos ASd$$

P13M

$$y_2 = \sinh SMd; \quad x_2 = \cosh SMd \cdot \cos ASMd$$

P14

$$PRO = (\overline{Rposs^+}) + ((y_1 - y_2)^{\circ})$$

$$(POLr^+_{\circ}) = ((|x_1 - x_2| - |y_1 - y_2|)_{\circ}^+); \quad (POLr^+) = 1 \text{ si } |x_1 - x_2| > |y_1 - y_2|$$

P15

P15 est pour $(POLr^{\circ-}) = 1$; $(POLr^+) = 0$

$$Kr = \text{tg} \lambda'_r = \frac{x_2 - x_1}{y_1 - y_2}$$

Pl5'Pl5' est pour (POLr⁺)=1

$$K'r = \text{ctg} \lambda' r = \frac{Y_1 - Y_2}{X_2 - X_1}$$

Pl6a, Pl6a'

$$\text{PRO} = (\text{Rposs}^+) + ((|\sin \phi' d| - \sin \phi'_{\max} \text{ de ROM})^+)$$

les cinq calculs suivants seulement si PRO=0, c.à.d. si (PRO⁺)=0

$$\lambda' r_2 = \text{arc tg } K'r \quad \text{pour Pl6a}$$

$$\lambda' r_2 = \text{arc ctg } K'r \quad \text{pour Pl6a'} \quad \text{domaine } \lambda' r_2: (-90^\circ \div +90^\circ)$$

$$\sin \phi r_2 = (x_1 + y_1 \cdot \text{tg} \lambda' r_2) \cdot \cos \lambda' r_2 = (x_1 + y_1 \cdot \text{tg} \lambda' r_2) \left| \frac{1}{\sqrt{1 + \text{tg}^2 \lambda' r_2}} \right|$$

$$(\text{SHSr}_{40}^+) = ((y_1 - \sin \phi' r_2 \cdot \sin \lambda' r_2)_{\underline{0}}^+)$$

$$(\text{SHSMr}_{\underline{0}}^+) = ((y_2 - \sin \phi' r_2 \cdot \sin \lambda' r_2)_{\underline{0}}^+)$$

Pl6, Pl6'

comme Pl6a, Pl6a', avec POLd, Kd, K'd (de PPR6) au lieu de POLr, Kr, K'r

Pl7 a, b, c, déterminant seulement pour la provenance des données, les opérations sur les données homologues sont semblables si elles ontles dix calculs suivants seulement si (Rposs⁺)=1 lieu

$$\Delta \sin \phi r (= \Delta \sin \phi' r) = (\text{SD}^\pm) (\sin \phi_{\max} \text{ de ROM}) \cdot \text{RP} \left| \sqrt{1 - \frac{1}{\text{RP}^2} \cdot \sin^2 \phi' r} \right|$$

(pour a, b, c)

$$\text{RP} = 1461 / 2\pi \text{ pour } \phi' \text{ en rad}$$

$$\text{RP} = 1461 / 360 \text{ pour } \phi' \text{ en } ^\circ$$

$$\sin \phi r = \sin \phi' r_2 - (2 + (\overline{P^+}) - (\overline{P^+})) \cdot \Delta \sin \phi r$$

(seul.p.a, b)

$$\phi r = \text{arc sin}(\sin \phi r); \text{ aussi arc sin}(\sin \phi' r) - \dots$$

(seul.p.a, b) $\dots - (2 + (\overline{P^+}) - (\overline{P^+})) \Delta \phi r$

$$\Delta \phi r = (\text{SD}^\pm) \cdot \text{RP} \cdot \left| \sqrt{\frac{\sin^2 \phi_{\max} - \sin^2 \phi r}{1 - \sin^2 \phi r}} \right|$$

(seul.p.a, b)

$$\tau_r = (270^\circ + (\text{SD}^\pm) \cdot \text{arc cos} \frac{-\sin \phi r}{\sin \phi_{\max}}) \bmod 360^\circ$$

(seul.p.a, b) dom. 000° ÷ 359°

$$D_{\text{TRr}} = ((\tau_r - \text{corr. de ROM}) \cdot \text{RP}) \bmod 1461$$

(seul.p.a, b) part. entière = nb de quarts de jour
part. fract./6 = nb d'heures

$$\lambda_r = \lambda' r_{1,2} + ((\overline{P^+}) - (\overline{P^+})) \cdot \Delta \phi r$$

(seul.p.b, c)

$$Ks_r = \sin \lambda' r_{1,2}$$

(pour a, b, c)

$$Kc_r = \cos \lambda' r_{1,2}$$

(pour a, b, c)

$\sin\phi'_{r1,r2} = \sin\phi'_{r1,r2}$ valeur transmise, non traitée
(pour a,b,c)

pour P17a, P17b : $\sin\phi'_{r2}, \lambda'_{r2}, \sin\lambda'_{r2}, \cos\lambda'_{r2}$
pour P17c : $\sin\phi'_{r1}, \lambda'_{r1}, \sin\lambda'_{r1}, \cos\lambda'_{r1}$

P18

DSM (=Date Sur 1. Mars) = $[D_{TRr}, \text{en } \frac{1}{4} \text{ j.} - \text{BLOCOR}, \text{en } \frac{1}{4} \text{ j.} - \dots$
(1. mars = 000) $\dots - (\text{arrond}, \frac{1}{4} \text{ j.}, \text{restes en Hres: } BLOCOR_H - D_{TRr_H}) + \dots$
 $\dots + (\text{Ancy } 0, 1, 2, 3) + (23 \cdot 4 \text{ deROM})] \bmod 1461$
(en $\frac{1}{4}$ jour)
DSMj (en jours) = Pondérations binaires "4" et supérieures de
DSM
DSMq (reste en $\frac{1}{4}$ jour) = " " "1" et "2" de DSM

P19

Discrimination de DSMj

DSMj ≥ 306 , 1. janv. à fin févr., (g1⁺) = 1
DSMj > 306 , 2. janv. à fin févr., (g1⁺) = 1
DSMj $\begin{matrix} < 306 \\ > 152 \end{matrix}$, 1. août au 31. déc., (g8⁺) = 1
DSMj ≤ 152 , 1. mars au 31. juill., (g3⁺) = 1

INCR, DECR

Incrémente et/ou décrémente pour de quarts de jour restants et de la position de l'année dans le cycle de 4 ans (Ancy 1,2,3,4); les quarts de jour restants sont traités différemment les années bissextiles (Ancy=0) et les trois autres années (Ancy = 1,2, ou 3).
Fonction: selon portes logiques indiquées fig.7C, fournit DSMjr = DSMj rectifié.

P20

discrimination DSMjr

JG (= jour "gamme") = 306 pour (g1⁺), 153 pour (g8⁺), 0 pour (g3⁺)
Poseg = DSMjr - (g1⁺) · 306 - (g8⁺) · 153 - (g3⁺) · 0
division Poseg/61 donne quot. entier + reste,
MOC = mois court,
MOC = mois long (mois de 31 jours)
quot. de Poseg/61 = [rang de la pér. (MOC-MOC) dans la "gamme"] - 1
reste de Poseg/61 = [rang du jour dans la période MOC-MOC] - 1
reste $> 30 \rightarrow \text{MOC}$, reste $< 31 \rightarrow \text{MOC}$
pér. (MOC-MOC), complètes ou incomplètes : "janv.-févr.", "mars-avr.", "mai-juin", "juill." (incompl.), "août-sept.", "oct-nov", et "déc." (incompl.)
gammes : "début janv. à fin févr.", "début mars à fin juill.",
"début août à fin déc."

P21 pour $\overline{\text{MOC}}$ (mois longs)
 quantième pour DTr = (reste Poseg/61)+1
 mois pour DTr = 2(quot. Poseg/61)+(g1⁺)·1+(g3⁺)·3+(g8⁺)·8

P21' pour MOC (mois courts)
 quant. pour DTr = (reste Poseg/61)-30
 mois pour DTr = 1+ 2(quot. Poseg/61)+(g1⁺)·1+(g3⁺)·3+(g8⁺)·8

P22
 HTTr = (HLr' ±ES-EHd)mod 24H, (ou 2·12H); avec reports...
 ..(rep⁺) et (rep⁻)

P23
 EH' = HTd ±ES-HLr' (en H et Min)
Discrimination de EH'
 $(e_1^+) = ((|EH'| - 17H00)^{-}) \cdot ((|EH'| - 7H00)^{+})$; $(e_1^+) = 1 \rightarrow \text{PRO}$
 (PROscrit)
 $(e_2^+) = ((|EH'| - 7H00)^{-})$
 $(e_3^+) = ((EH' + 17H00)^{-})$ $(e_3^+) = 1 \rightarrow R \oplus$
 $(e_4^+) = ((EH' - 17H00)^{+})$ $(e_4^+) = 1 \rightarrow R \ominus$
 — — — —
 $\text{EHr} = EH' + 24H00 \cdot ((e_3^+) - (e_4^+))$

LOGIQUE A.M.P. : voir fig. 9

LOGIQUE DE PREPARATION : voir fig. 10

Commande des programmes

Comm. Progr. Gén.

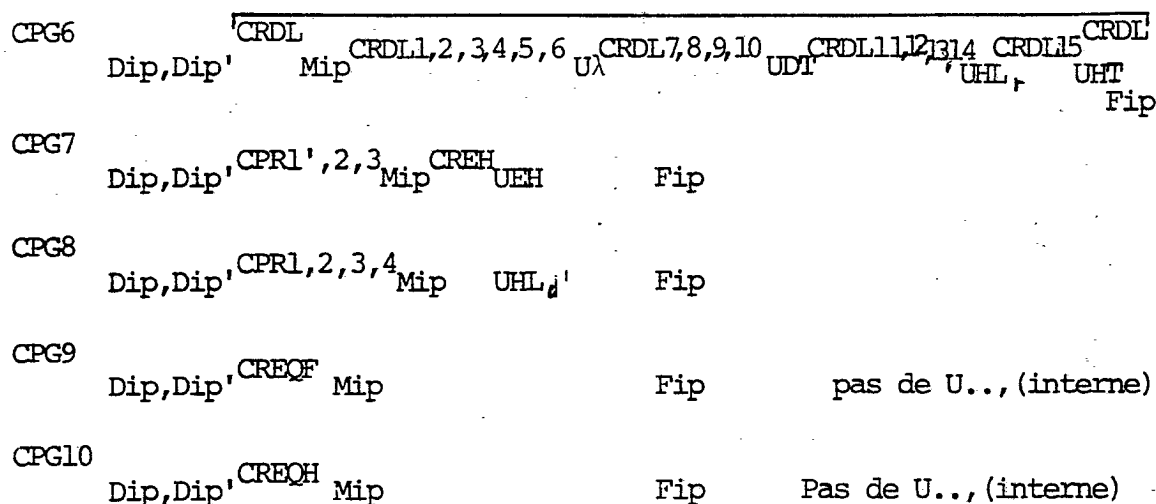
CPG1 $\overline{\text{CHL}} \text{CPR1,2,3,4} \text{UHL}_1 \text{Mip} \text{CPR5,6} \text{CHL2} \text{UHS} \text{CHL3} \text{UAS} \text{Fip} \overline{\text{CHL}}$

CPG2 $\overline{\text{CAS}} \text{CPR1,3',5',6} \text{Mip} \text{CAS1,2,3} \text{UHS} \text{CAS4,5,6} \text{UHL}_r \text{CAS7} \text{UHT} \text{Fip} \overline{\text{CAS}}$

CPG3 $\overline{\text{CHS}} \text{CPR1,3',5'} \text{CHS1,} \text{Mip} \text{CPR6} \text{CHS2,3} \text{UAS} \text{CHS4,5,6,7} \text{UHL}_r \text{CHS8} \text{UHT} \text{Fip} \overline{\text{CHS}}$

CPG4 $\overline{\text{CRL}} \text{CPR1,3',5',6'} \text{Mip} \text{CRL1,2,3} \text{UAS} \text{CRL4,5,6,7} \text{UHL}_r \text{CRL8} \text{UHT} \text{Fip} \overline{\text{CRL}}$

CPG5 $\overline{\text{CRD}} \text{CPR6''} \text{CRD1,2,3,4,5,6,7} \text{UDT} \text{CRD8,9,10,11} \text{UHL}_r \text{CRD12} \text{UHT} \text{Fip} \overline{\text{CRD}}$



Les différentes commandes de programmes susmentionnées commandent les programmes d'une façon qui peut être vue aux figs 7a, 7b, 7c, on indiquera toutefois ci-après les correspondances.

Les commandes durables, ou étendues, CHL, CAS, CHS, CRL, CRD, CRDL commandent la logique AMP. De plus, CAS et CHS commandent la logique de préparation.

La commande CPR1 commande le programme PPR1, la commande CPR1' commande le programme PPR1', la commande CPR2 commande le programme PPR2, la commande CPR3 commande le programme PPR3, la commande CPR3' commande le programme PPR', la commande CPR4 commande le programme PPR4, la commande CPR5 commande le programme PPR5, la commande CPR5' commande le programme PPR5', la commande CPR6 commande le programme PPR6, lorsque l'on a CRL, elle devient CPR6' et commande le programme PPR6', et lorsque l'on a CRD, elle devient CPR6'' et commande le programme PPR6''.

Les commandes CHL1-CHL3 commandent respectivement les programmes P10E, P10 et 10'; P11, P11', P11''.

Les commandes CAS1-CAS7 commandent respectivement le programme P1, le programme p2 et 2', le programme p3, p3', le programme p4a, p4a', le programme p8b, p8b', le programme p9, p9', p9'', le programme p22.

Les commandes CHS1 et CHS8 commandent successivement le programme P4, le programme P7, le programme P6, le programme P4a P4a', le programme P1a, le programme P8a, P8a', le programme P9, P9', P9'', le programme P22.

Les commandes CRL1-CRL8 commandent successivement le programme P13, le programme P12, le programme P17c, le programme P4b, le programme P1b, le programme P8c, p8c', le programme P9, p9', p9'', p9''sp, le programme P22.

Les commandes CRD1-CRD12 commandent successivement les programmes P13, P16 et 16', P17a, P18, P19, P20, P21, P4b, P1b, P8c P8c', P9, P9', P9''sp et P22 (avec le décodeur D_{TR} -ES). Enfin les commandes CRDL1 à CRDL15 commandent successivement les programmes P13; P13M, P14; P15; P16; P17b; P18; P19; P20; P21; P4b; P1b; P8c P8c'; P9, P9', P9'', P9''sp; et P22, avec le décodeur D_{RT} -ES.

Les programmes de la calculatrice comprennent des mémoires ROM; au dessin, on ne les a représentées que lorsque des valeurs particulières devraient être retenues, comme par exemple les valeurs de transfert D_{TR} - τ , ou encore la mémorisation de différents nombres de jours, selon les mois, comme dans la mémoire ROM pour les dates (fig. 7a).

La calculatrice a des programmes élémentaires particuliers pour les programmes généraux de recherche permettant

de déterminer la date (par l'intermédiaire de l'inclinaison ϕ et la latitude λ). Une fois ces deux données établies, soit la hauteur solaire soit l'azimut solaire permettrait de calculer l'heure effective du relevé solaire. On applique toutefois ces deux grandeurs conjointement, au niveau même où, pour les alignements sur l'azimut solaire ou la hauteur solaire, on calcule l'heure locale, après avoir calculé l'azimut en fonction de la hauteur ou vice versa, c'est-à-dire au niveau du programme P8a, P8a', P8b, P8b', P8c, P8c'.

On remarque que pour les grandeurs pouvant être négatives, les corrections en avant provoquent une augmentation de la valeur absolue, même en direction négative. Toute correction atteignant ou dépassant le zéro provoque un changement de signe au lieu de provoquer un changement de valeur. Une exception est toutefois avantageusement faite pour la latitude; en fait, tout le comptage des latitudes est effectué comme si l'on avait 0 au pôle sud et 180 au pôle nord, et qu'un décodeur enlevait 90° du côté nord et prenait le complément à 90 du côté sud. Cette manière de faire est du reste tout à fait praticable, le décodage en question devrait toutefois avoir lieu au niveau de la sortie de l'information de latitude L_d (λ_d).

En étudiant les schémas et les formules des programmes en détail, d'autres particularités fonctionnelles pourront encore apparaître, par exemple la commande de programme en cas de signal «PRO». En fait, lorsqu'un signal PRO est appliqué à la commande de programme (fig. 6), celle-ci termine le cycle mais sans plus commander de nouveaux programmes individuels, et en évitant d'envoyer les impulsions d'inscription U... au cours ou à la fin du programme général. On note qu'un programme général durera au maximum une centaine de ms, chaque programme particulier pouvant durer quelque ms, ou pouvant également se restreindre à moins de 1 ms, voire quelques Nanosecondes.

A la fig. 4, on remarque encore l'émission de deux impulsions ImM et Imj, qui indiquent respectivement les changements de minutes et les changements de jours. Ces impulsions arrivent sur les circuits représentés à la fig. 6 et, pour autant que les conditions soient remplies, elles provoquent un réalignement de l'azimut solaire et de la hauteur solaire sur l'heure locale, dérivée de l'heure civile HT.

L'utilisateur pourra ainsi, en mettant sa montre en régime tableau I et en laissant l'heure et la date synchronisées, suivre minute par minute les développements du soleil ou en tous les cas avoir, à tout instant, des informations horaires à disposition. Bien sûr, le réalignement chaque minute n'a lieu que si les heures du tableau sont synchronisées avec les heures courantes et si le réalignement n'a pas été commandé sur

un facteur autre que l'heure. Comme l'impulsion de début de cycle Dip peut encore modifier, le cas échéant, la synchronisation des heures, le réalignement n'intervient que lors de l'impulsion Dip', qui suit immédiatement l'impulsion Dip. On note encore que le circuit de cadencement émet, outre les impulsions Dip et Dip' et l'impulsion Fip, une impulsion Mip, qui doit intervenir notamment seulement après la commande CHL1, alors que la logique AMP est déjà en position correcte. Cette impulsion intervient aussi dans l'ensemble de portes et de flip-flops du bas de la fig. 5a, où sont établies les diverses sortes de clignotements, notamment pour les cas de double azimut. Le fonctionnement de cette partie de la fig. 5a s'explique par le schéma logique même qui est représenté.

Pour les figs 9 et 10 qui représentent respectivement la logique AMP et la logique de préparation, on a adopté dans la mesure du possible la même configuration d'entrée des informations, il sera donc aisé de passer de la représentation sous forme de simples blocs de la fig. 7b à la représentation plus détaillée des figs 9 et 10, respectivement.

En ce qui concerne les commandes, on remarque qu'il ne peut jamais y avoir qu'une seule commande à la fois, et que toutes les commandes, à l'exception de celles qui proviennent du comptage du temps courant, ne peuvent intervenir qu'à une seconde d'intervalle.

Récapitulatif des fonctions de la montre

BPH'	CP	RN	SNC, STT		: appar./disp. J. + sec
BPH'			SC		: 1 quittance correction,
					2 appar./disp. J + sec
BPH'	CP	RT	SNC, STT		: aff. EH-HS
BPH'	CP	RT	SC		: 1 quittance correction,
					2 aff. EH-HS
BPH'	DP	RN			: appar./supr./prép. RTI spécial
BPH'	DP	RT			: supr. RTI spécial, regroupement tableau
BPH'	LP				: com. RN, RTII (de RTI à RTII: prép. COREQ
BPM'	CP	RN	SNC, STT		: ——— (aff. toujours heure courante)
BPM'	CP	RN	SC		: quittance correction
BPM'	CP	RT	SNC, STT		: aff. FHL-HT
BPM'	CP	RT	SC		: 1 quittance correction
					2 aff. FHL-HT
BPM'	DP	RN			: ———
BPM'	DP	RT			: désynchr. resynchr. HT
BPM'	LP	RN			: press. prolongée, aff. temps autres lieux
BPM'	LP	RT			: change lieu, LOC A, LOC B, LOC C
BPB'	CP	RN	SNC, STT		: appar./disp. date courante
BPB'	CP	RN	SP		: 1 quittance correction
					2 appar./disp. date courante
BPB'	CP	RT	SNC, STT		: aff. date DT-AS
BPB'	CP	RT	SC		: 1 quittance correction
					2 aff. date DT-AS
BPB'	DP	RN			: ———
BPB'		RT			: désynchr./resynchr. date DT
BPB'	NP				: commut. SNV, SCAB, SCAR, STT
BPH	CP	RN	SNC, STT		: ———
BPH	CP	RN	SC	S + JS	: corr. unité seconde
BPH	CP	RT	SNC		: ———
BPH	CP	RT	SC	AFF.EH	: corr. unité min EH
BPH	CP	RT	SC	AFF.HS	: corr. unité de degré HS
BPH	CP	RTI	STT		: commande monobloc AUBE
BPH	CP	RTII	STT	AFF.EH	: rech. EH (si autorisé par sit. HL).
BPH	CP	RTII	STT	AFF.HS	: rech. date latitude RDL (si autorisé par mémor.)
BPH	DP	RN	SC, STT		: ———
BPH	DP	RN	SC	S + JS	: correction dizaines secondes
BPH	DP	RT	SNC		: ———
BPH	DP	RT	SC	AFF.EH	: corr. dizaines minutes EH
BPH	DP	RT	SC	AFF.HS	: corr. dixième de degré HS
BPH	DP	RT	STT	AFF.EH	: ———
BPH	DP	RT	STT	AFF.HS	: appel mémoire HS
BPH	LP	RN	SNC, STT		: ———
BPH	LP	RN	SC	S + JS	: correction jour semaine
BPH	LP	RT	SNC		: ———
BPH	LP	RT	SC	AFF.EH	: correction heure EH

BPH	LP	RT	SC	AFF.HS	: correction dizaines de degrés HS ou si- gne HS
BPH	LP	RTI	STT		: lever
BPH	LP	RTII	STT	AFF.EH	: si AFF.FHL, ms LOC choix
BPH	LP	RTII	STT	AFF.HS	: mise en mémoire HS
BPH	LP	RTII	STT		: si bbh' LP maintenu, COREQ
BPM	CP	RT	SNC, STT		: ———
BPM	CP	RT	SC		: corr. unité de minute, heure courante
BPM	CP	RT	SNC		: ———
BPM	CP	RT	SC	AFF.FHL	: corr. unité Latt.
BPM	CP	RT	SC	AFF.HT	: corr. unité minute, heure tableau (HT)
BPM	CP	RTI	STT		: déclin
BPM	CP	RTII	STT		: si AFF.HS, recherche Latt. RL
BPM	DP	RN	SNC, STT		: ———
BPM	DP	RN	SC		: corr. dizaines de min, heure courante
BPM	DP	RT	SNC		: ———
BPM	DP	RT	SC	AFF.FHL	: corr. dixième de degré Lat
BPM	DP	RT	SC	AFF.HT	: corr. dizaines de min. HT
BPM	DP	RT	STT	AFF.FHL	: ———
BPM	DP	RT	STT	AFF.HT	: appel-mémoire heure tableau
BPM	LP	RN	SNC, STT		: ———
BPM	LP	RN	SC		: corr. unité d'heure, heure courante
BPM	LP	RT	SNC		: ———
BPM	LP	RT	SC	AFF.FHL	: corr. dizaine Lat ou unité FH
BPM	LP	RT	SC	AFF.HT	: corr. unité d'heure HT
BPM	LP	RTI	STT		: midi
BPM	LP	RTII	STT	AFF.FHL	: si AFF.EH, mm. LOC Act.
BPM	LP	RTII	STT	AFF.HT	: mise en mémoire heure tableau
BPB	CP	RN	SNC, STT		: ———
BPB	CP	RN	SC	AFF.DN	: corr. unité de quantième DN
BPB	CP	RT	SC	AFF.DT	: corr. unité de quantième DT
BPB	CP	RT	SC	AFF.AS	: corr. unité de degré AS
BPB	CP	RTI	STT		: crépuscule
BPB	CP	RTII	STT		: si AFF.HS, recherche date RD
BPB	DP	RN	SNC, STT		: ———
BPB	DP	RN	SC	AFF.DN	: corr. date courante, Ancy DN
BPB	DP	RP	SNC		: ———
BPB	DP	RP	SC	AFF.DT	: corr. Ancy date tableau DT
BPB	DP	RP	SC	AFF.AS	: corr. dixième de degré AS
BPB	DP	RP	STT	AFF.DT	: appel-mémoire, date tableau
BPB	DP	RN	STT	AFF.AS	: appel-mémoire, azimuth solaire
BPB	LP	RN	SNC, STT		: ———
BPB	LP	RN	SC	AFF.DN	: corr. mois date courante DN
BPB	LP	RT	SCN		: ———
BPB	LP	RT	SC	AFF.DT	: corr. mois date tableau DT
BPB	LP	RT	SC	AFF.AS	: corr. dizaine ou centaine AS
BPB	LP	RTI	STT		: coucher
BPB	LP	RTII	STT	AFF.DT	: mise en mémoire date tableau
BPB	LP	RTII	STT	AFF.AS	: mise en mémoire AS

FIG.1

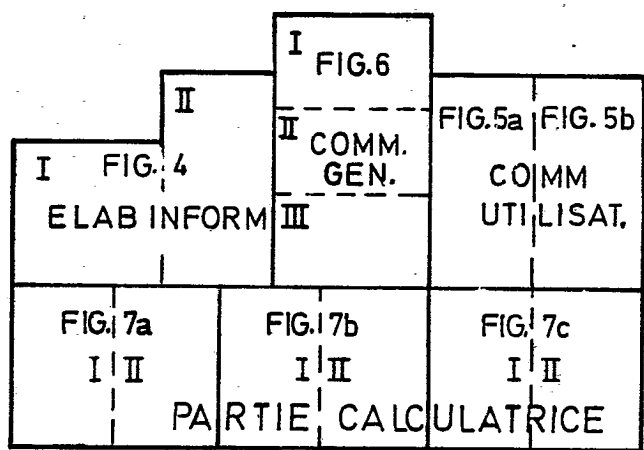
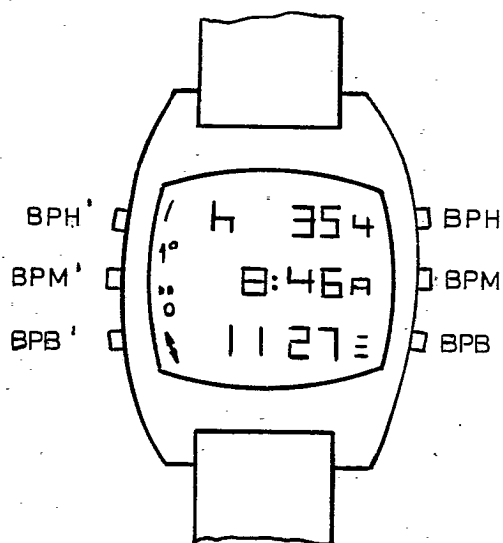


FIG.3

FIG. 2

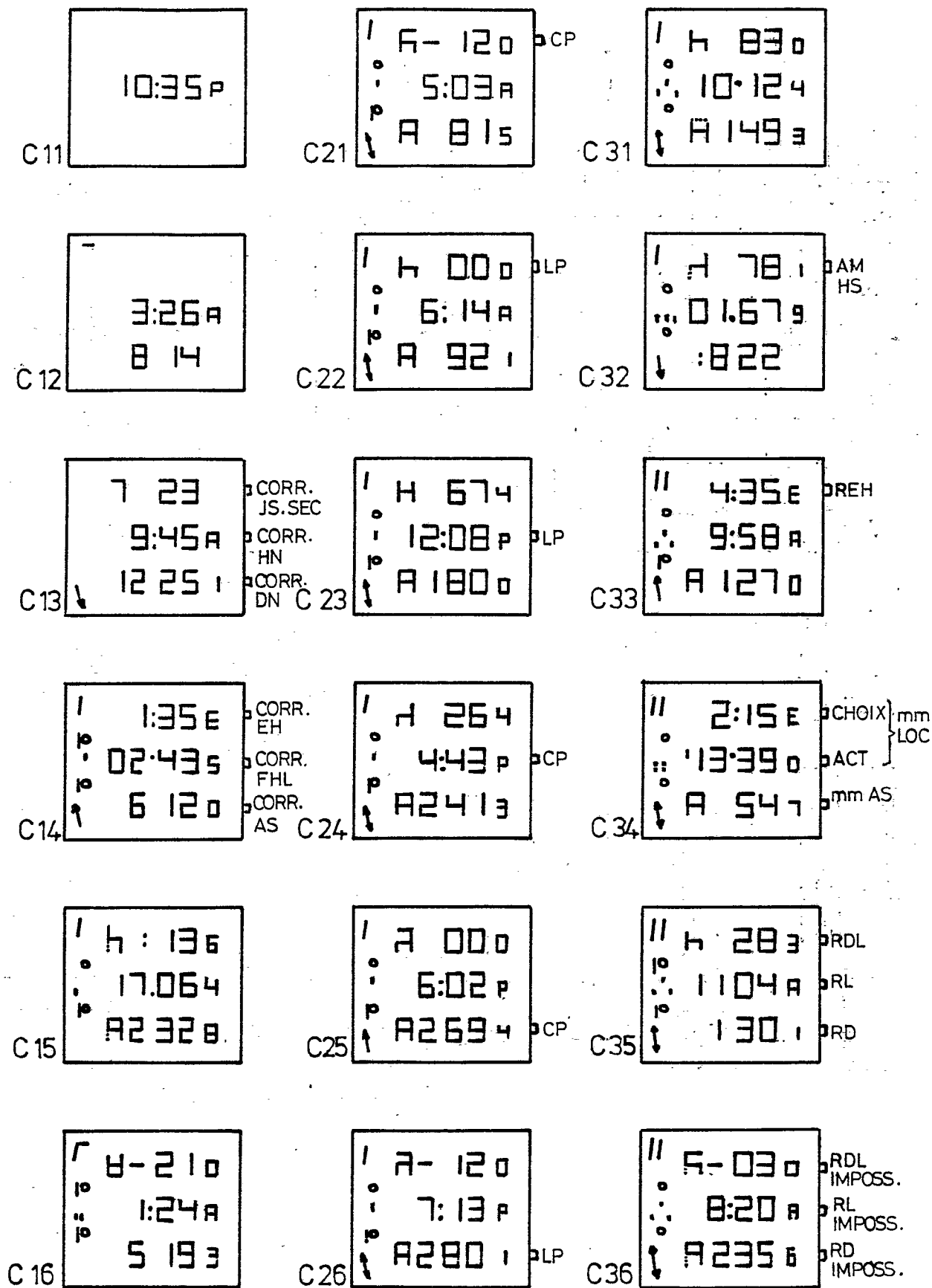
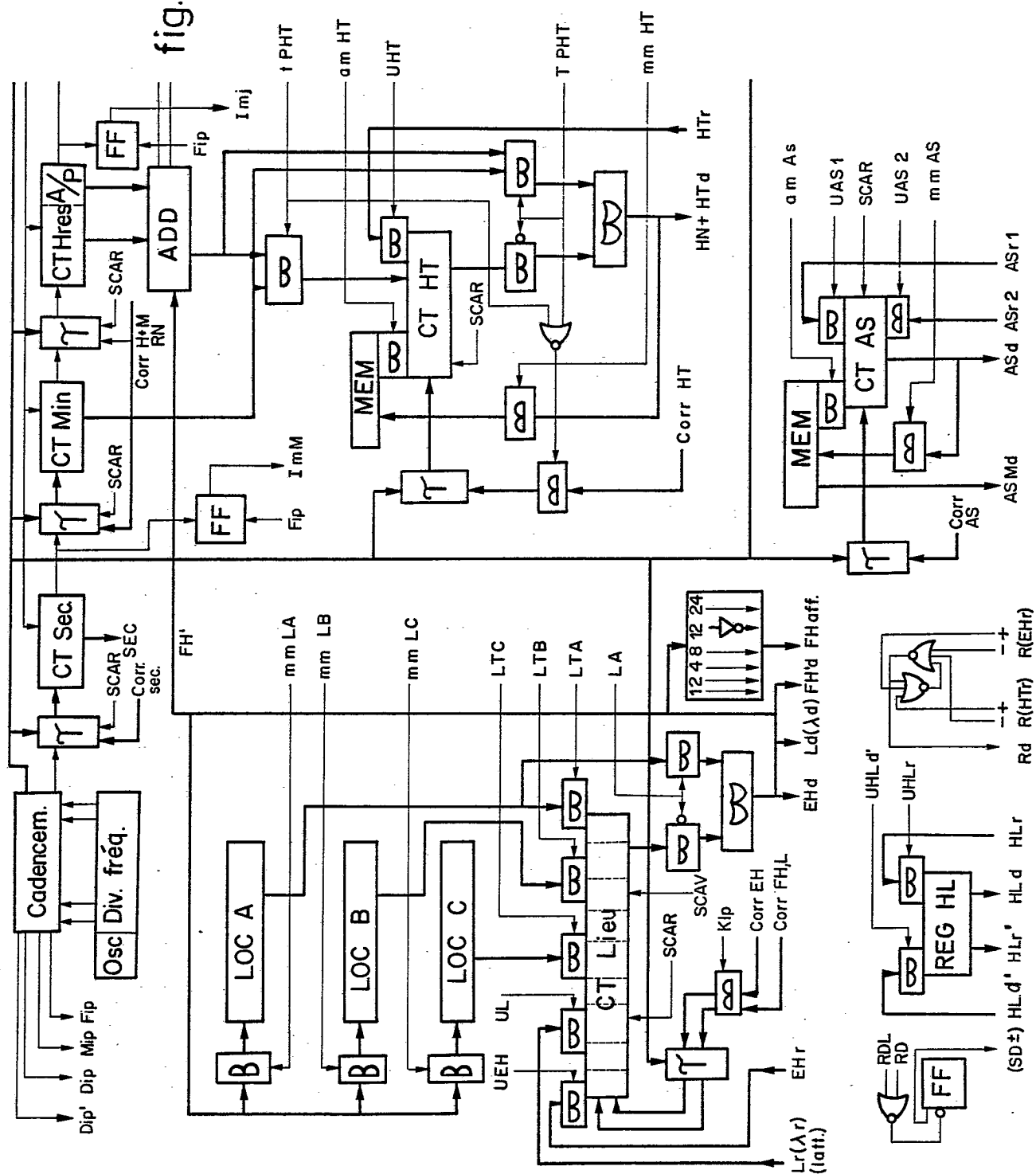
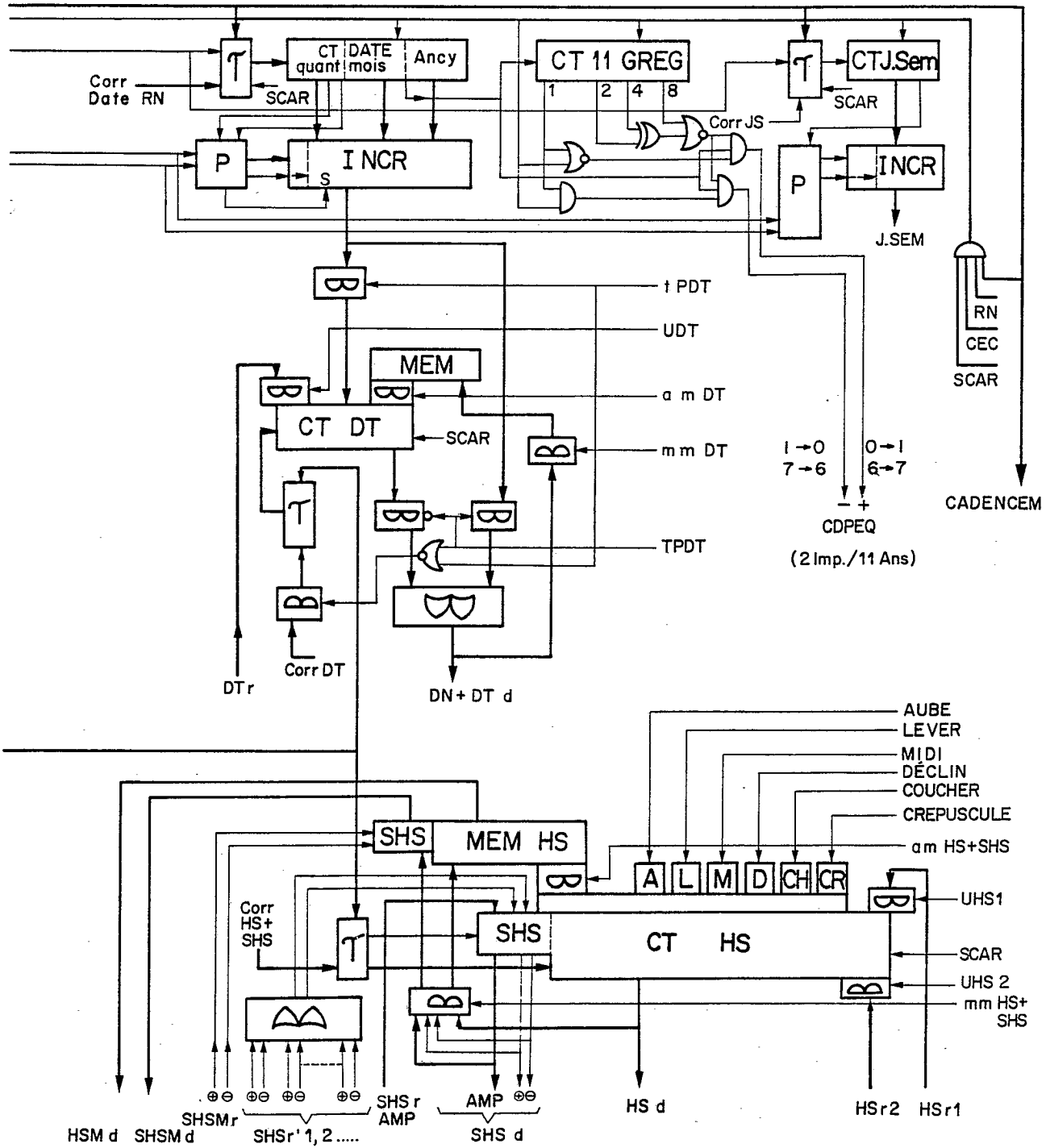


fig. 41





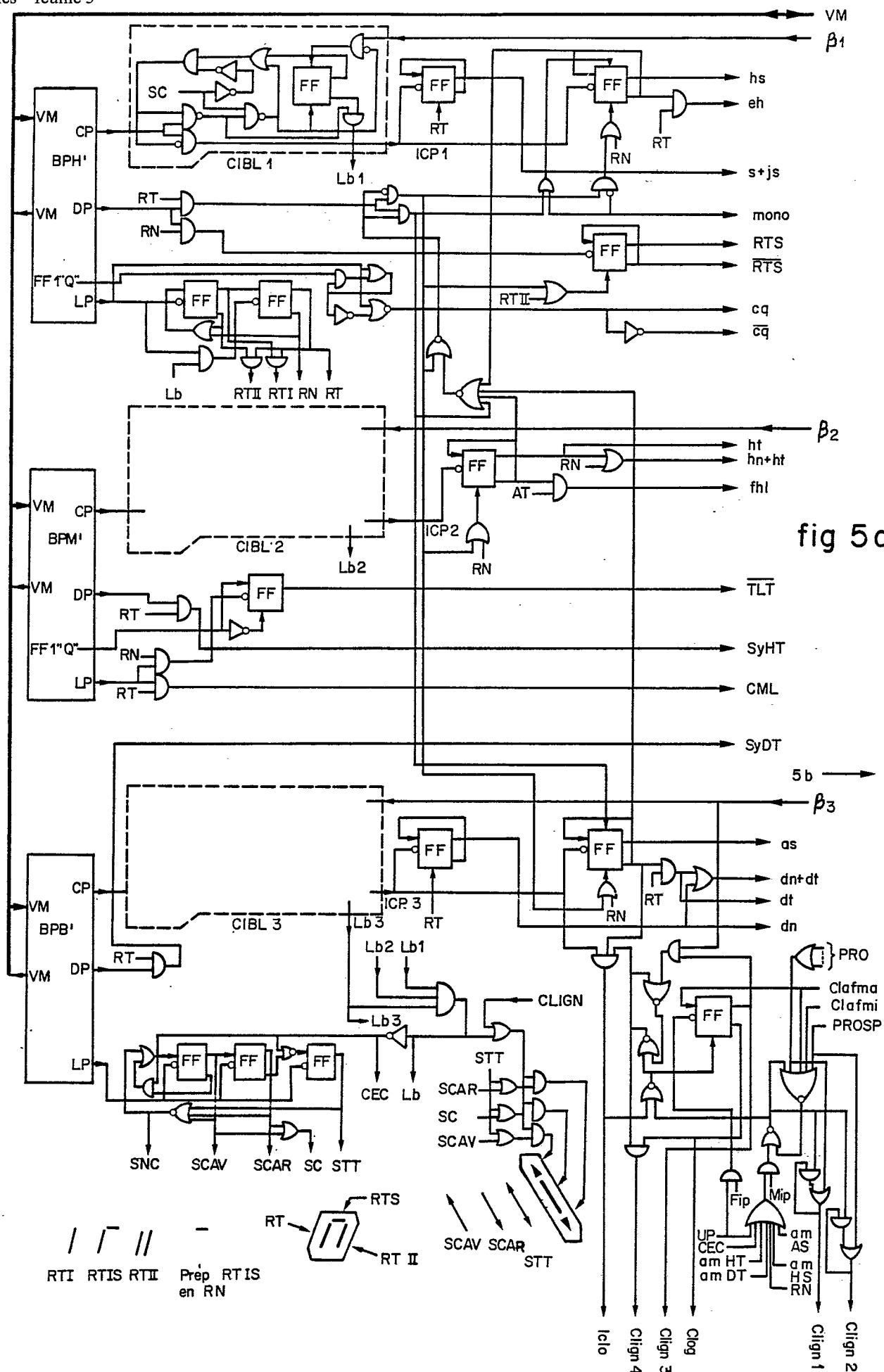
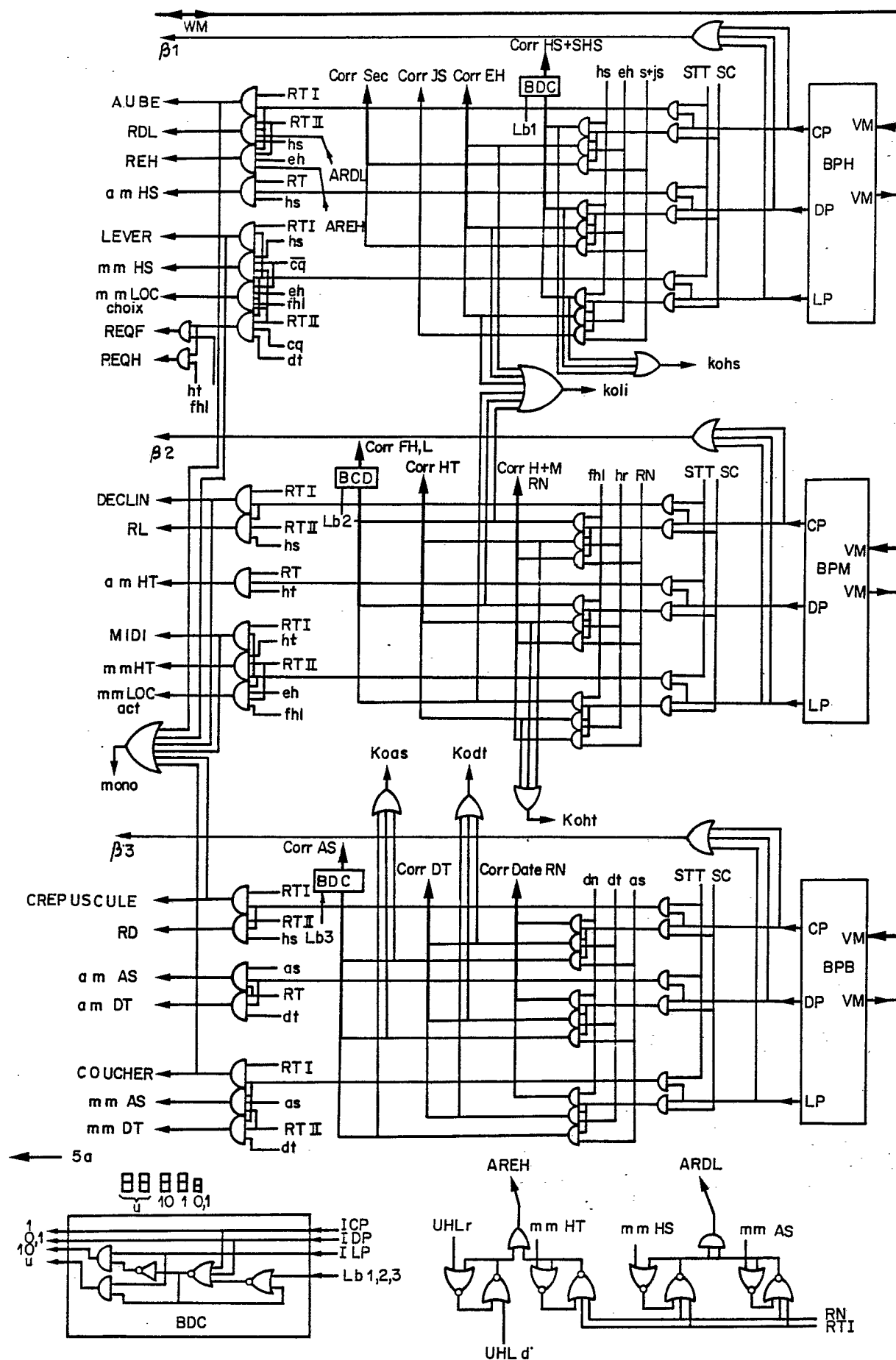


fig 5b



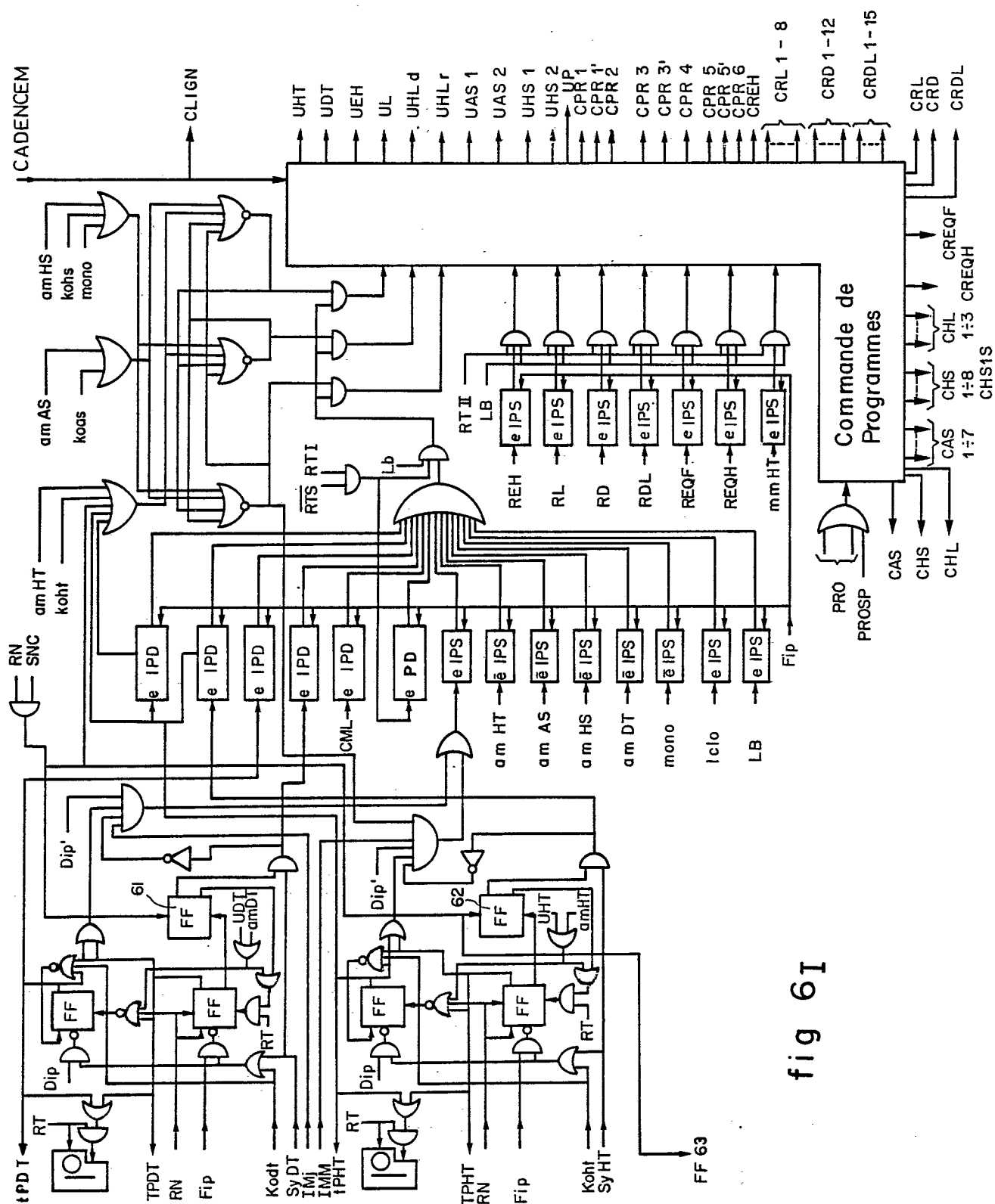
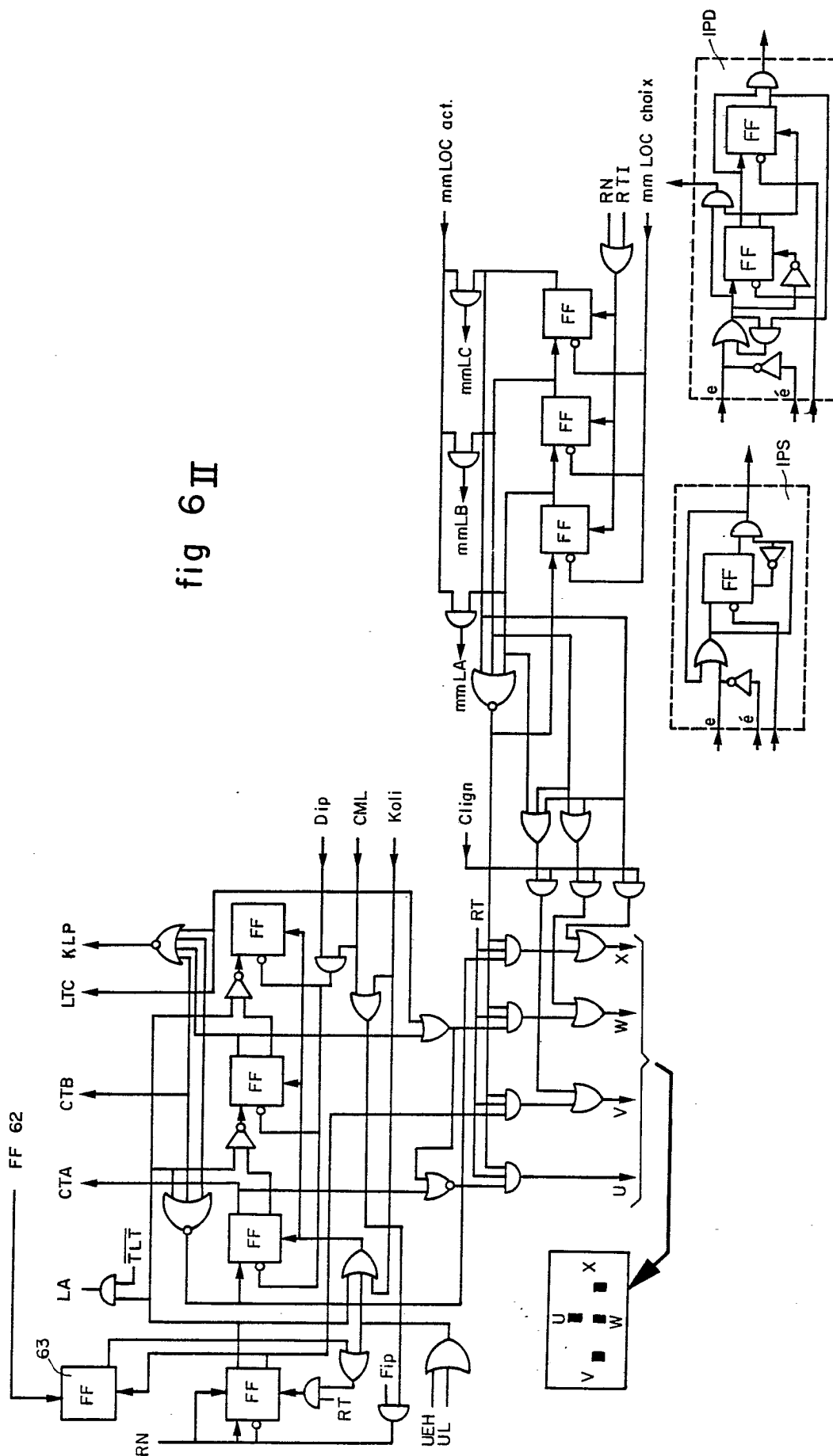


fig 6I

fig 6II



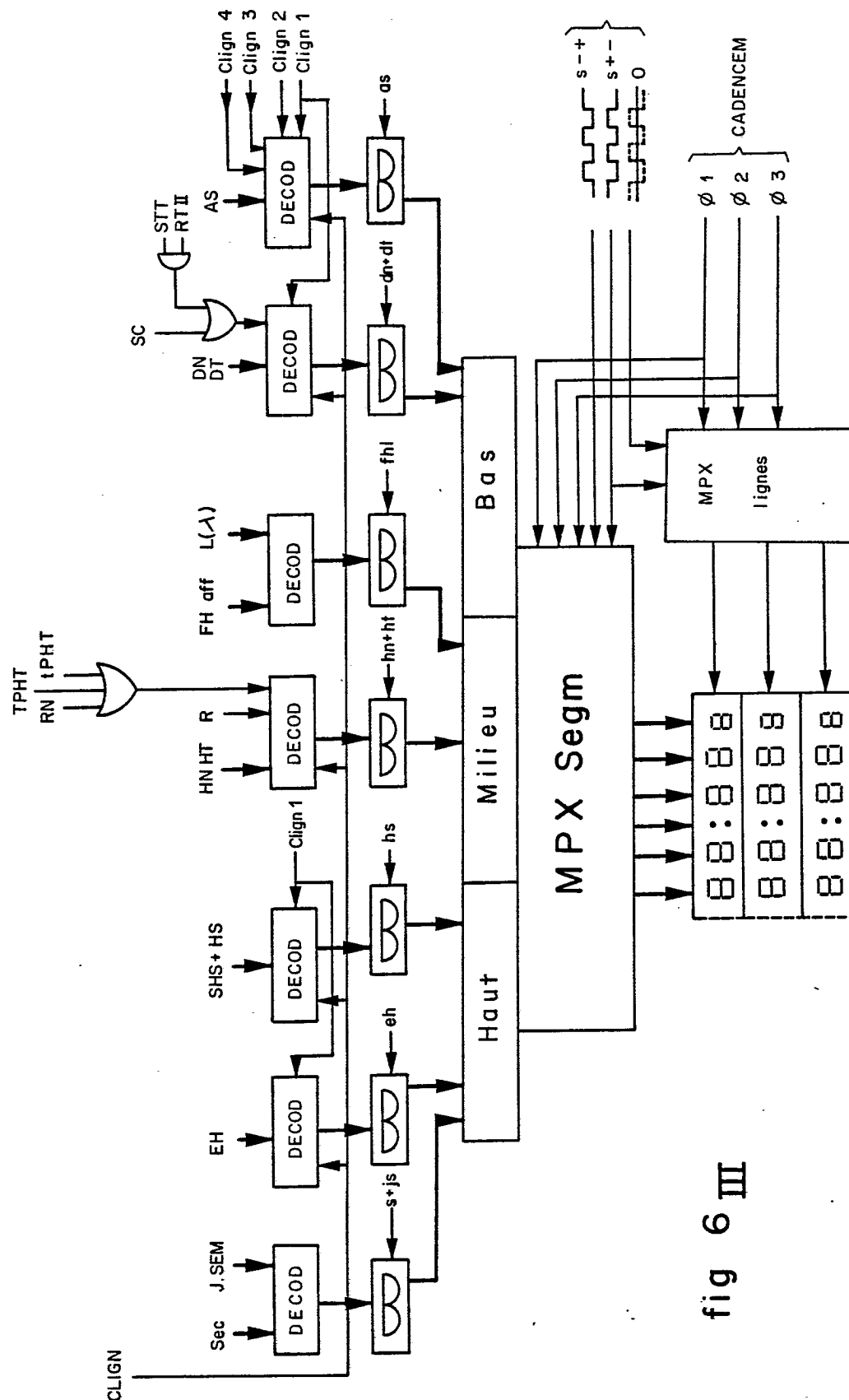
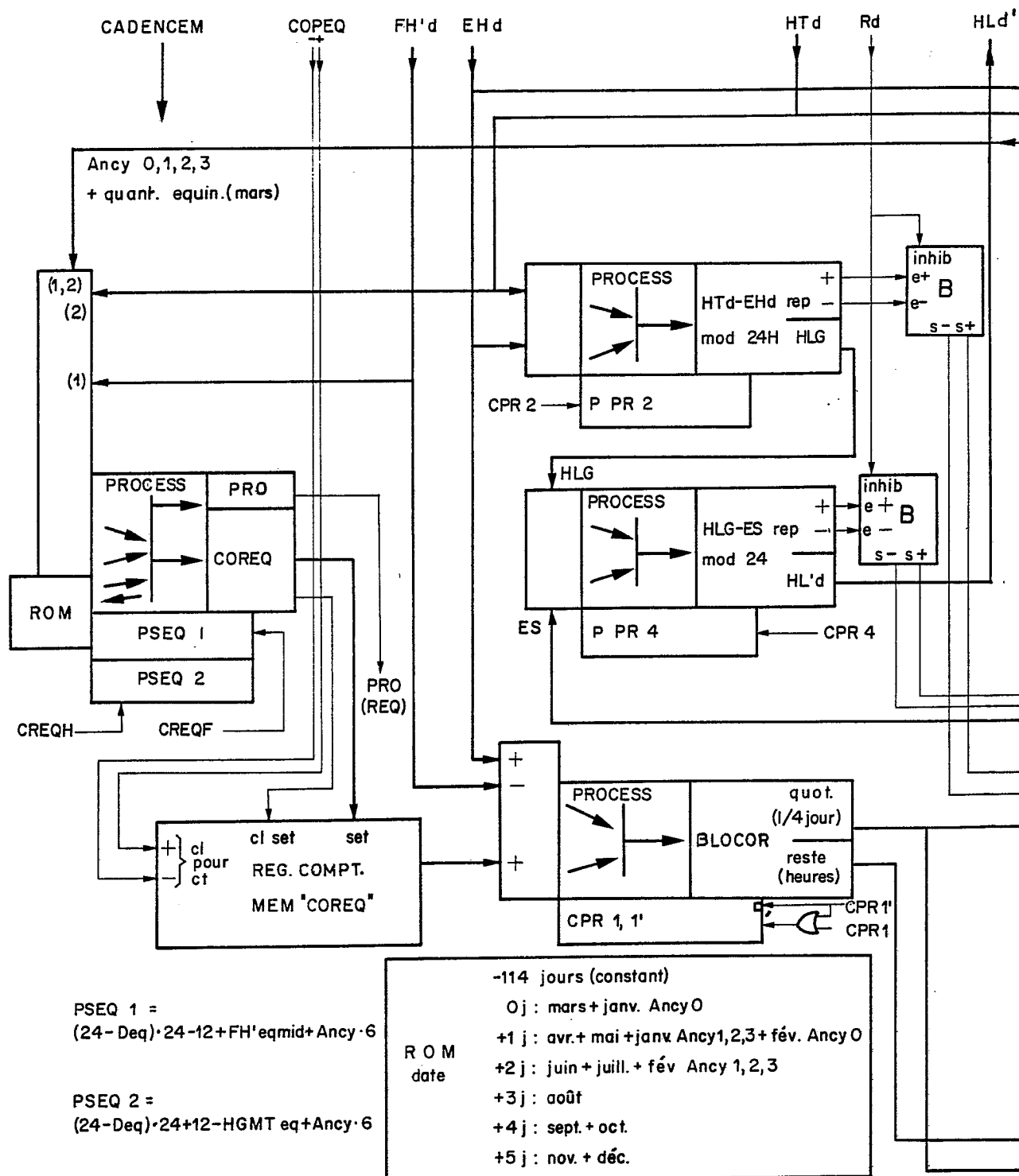


fig 6 III

fig 7a_I



$\varphi \equiv \emptyset$ dans texte

fig 7a II

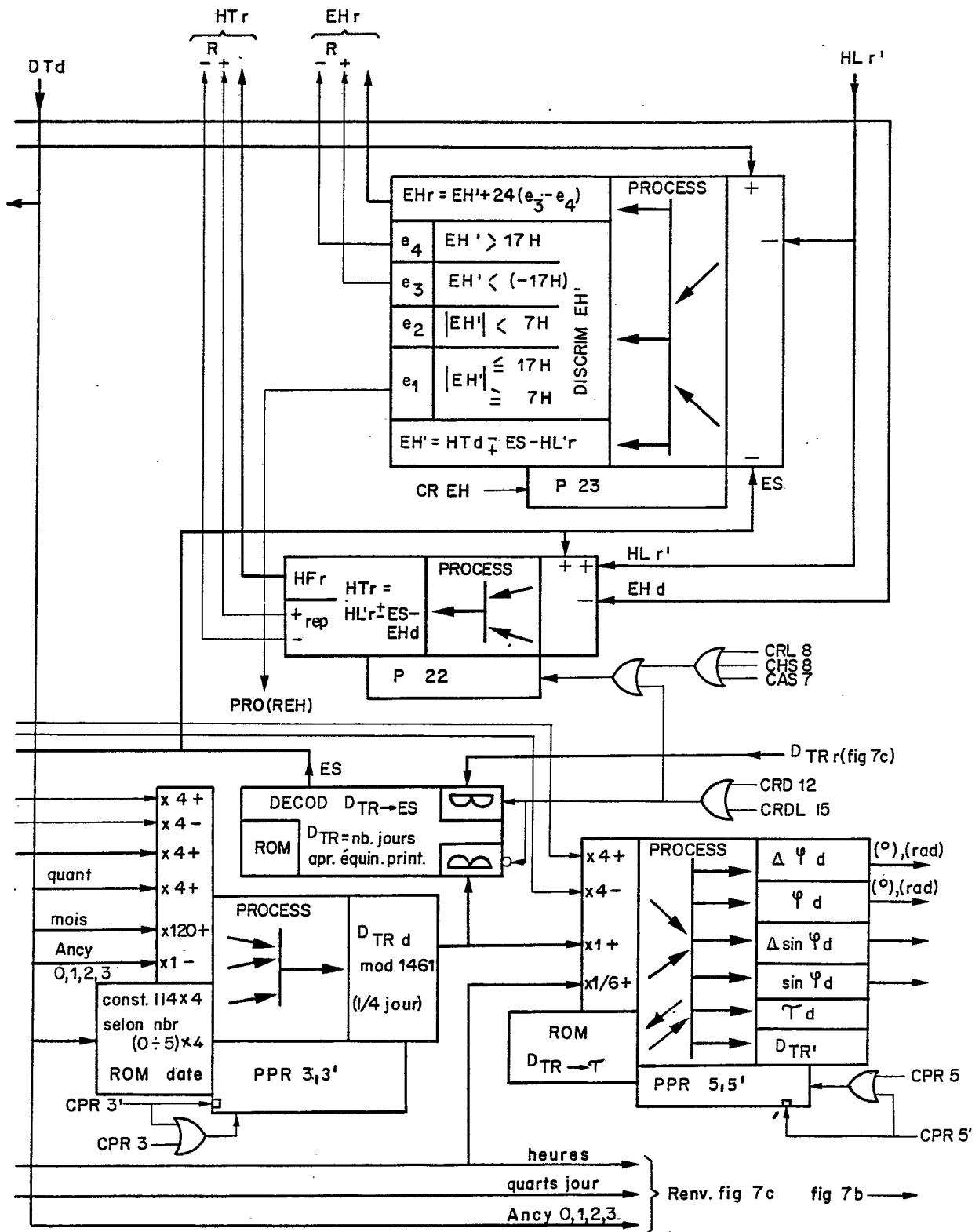


fig 7b_I

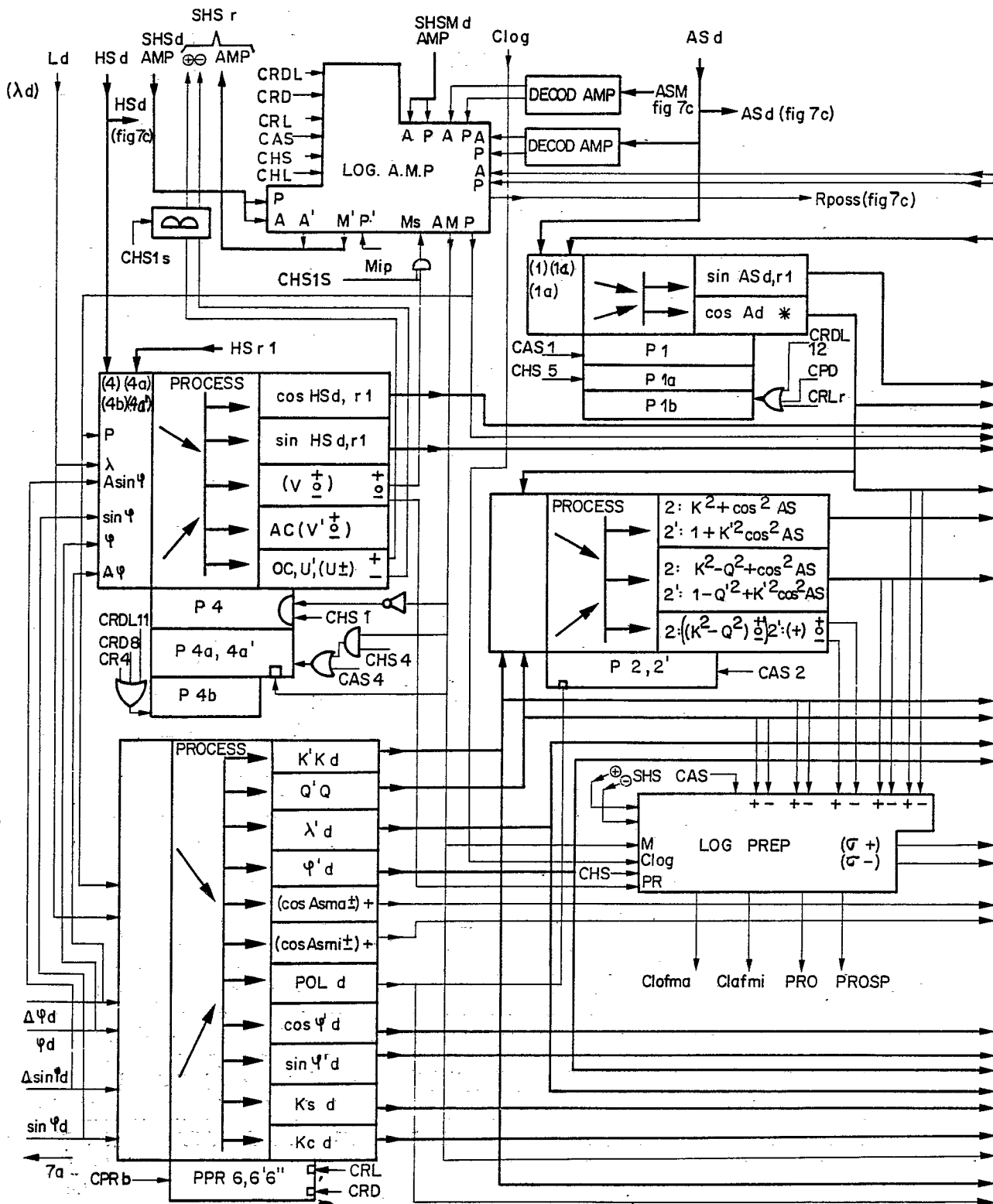


fig 7b II

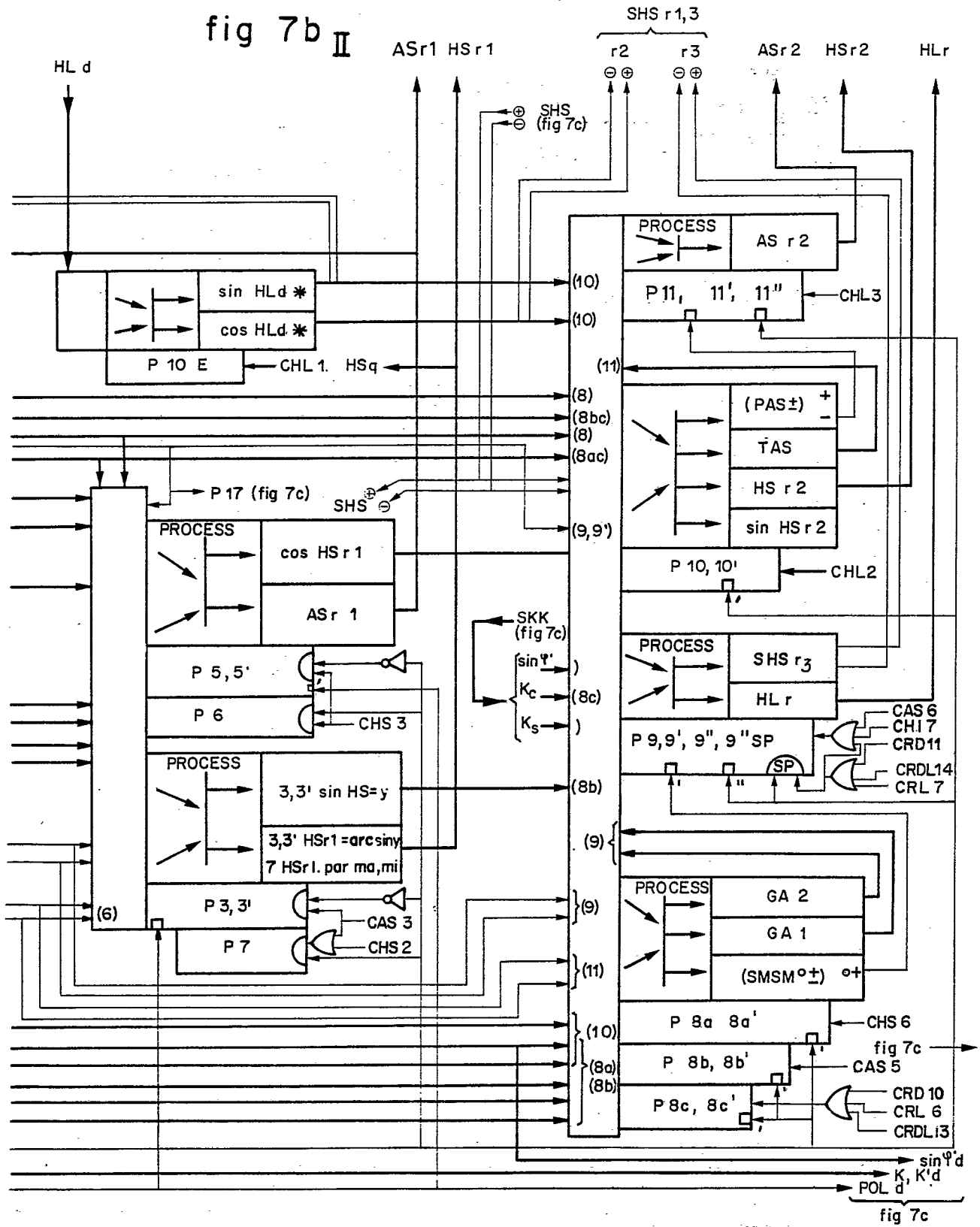


fig 7c I

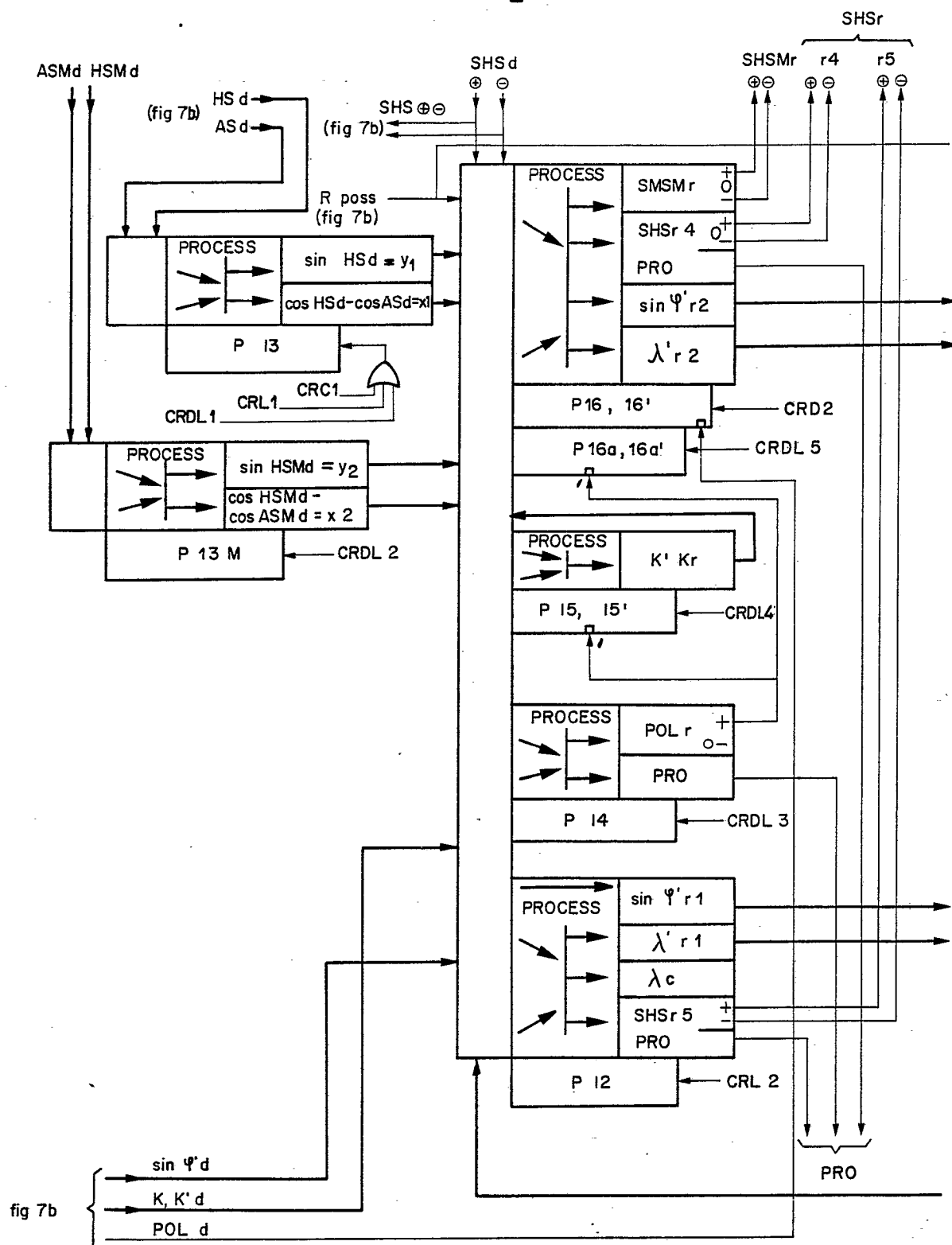


fig 7c II

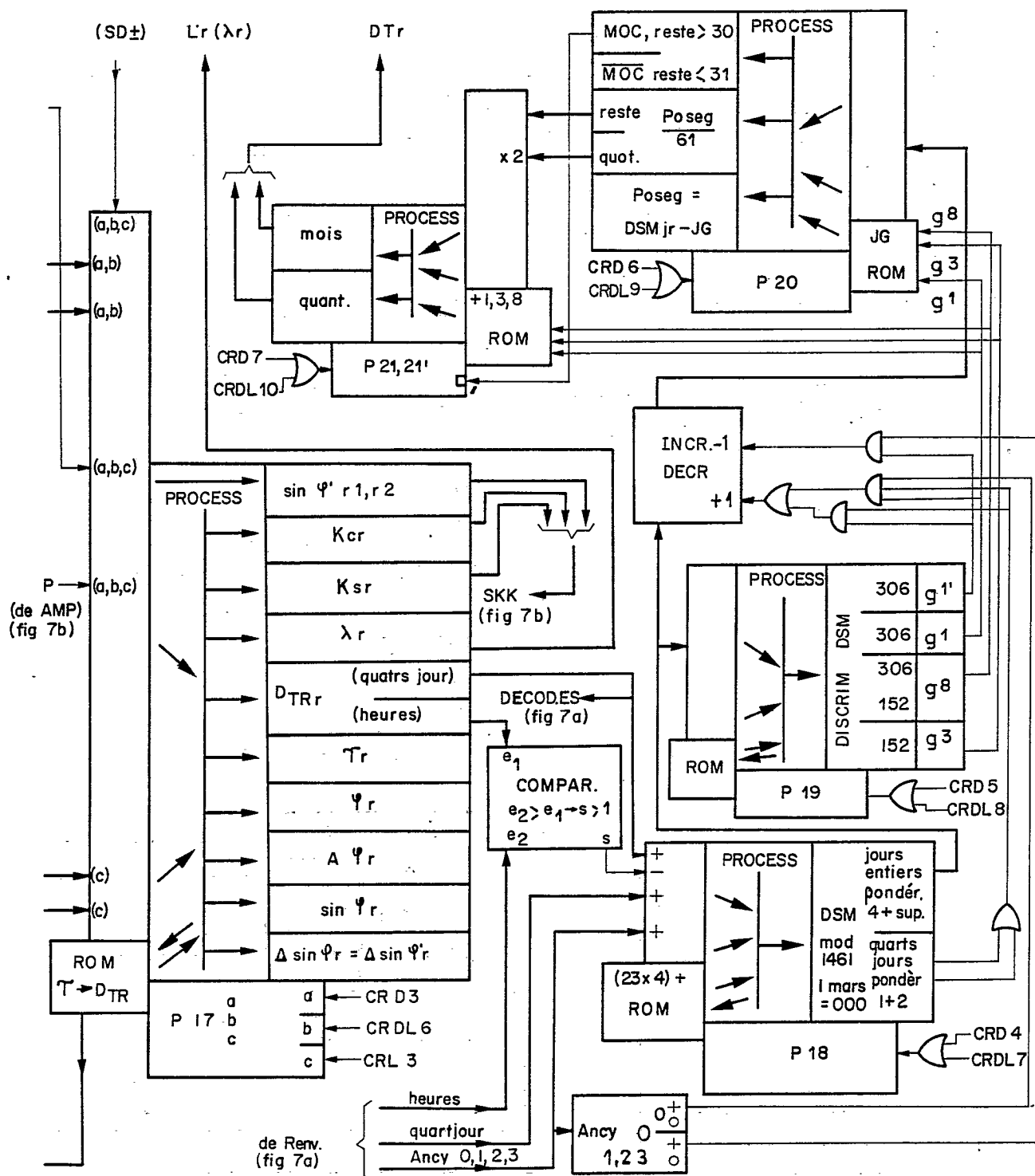


FIG. 8

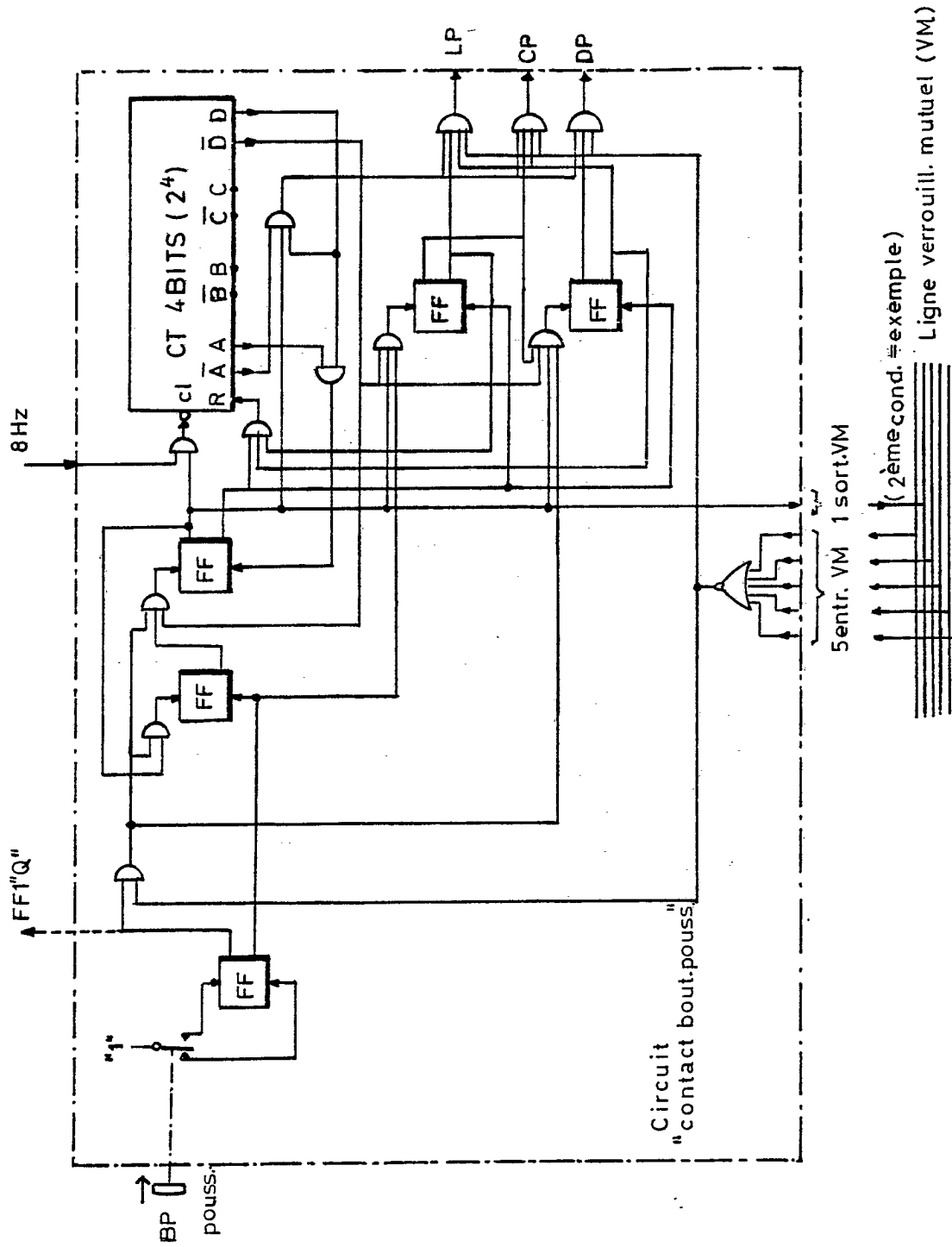


FIG.9

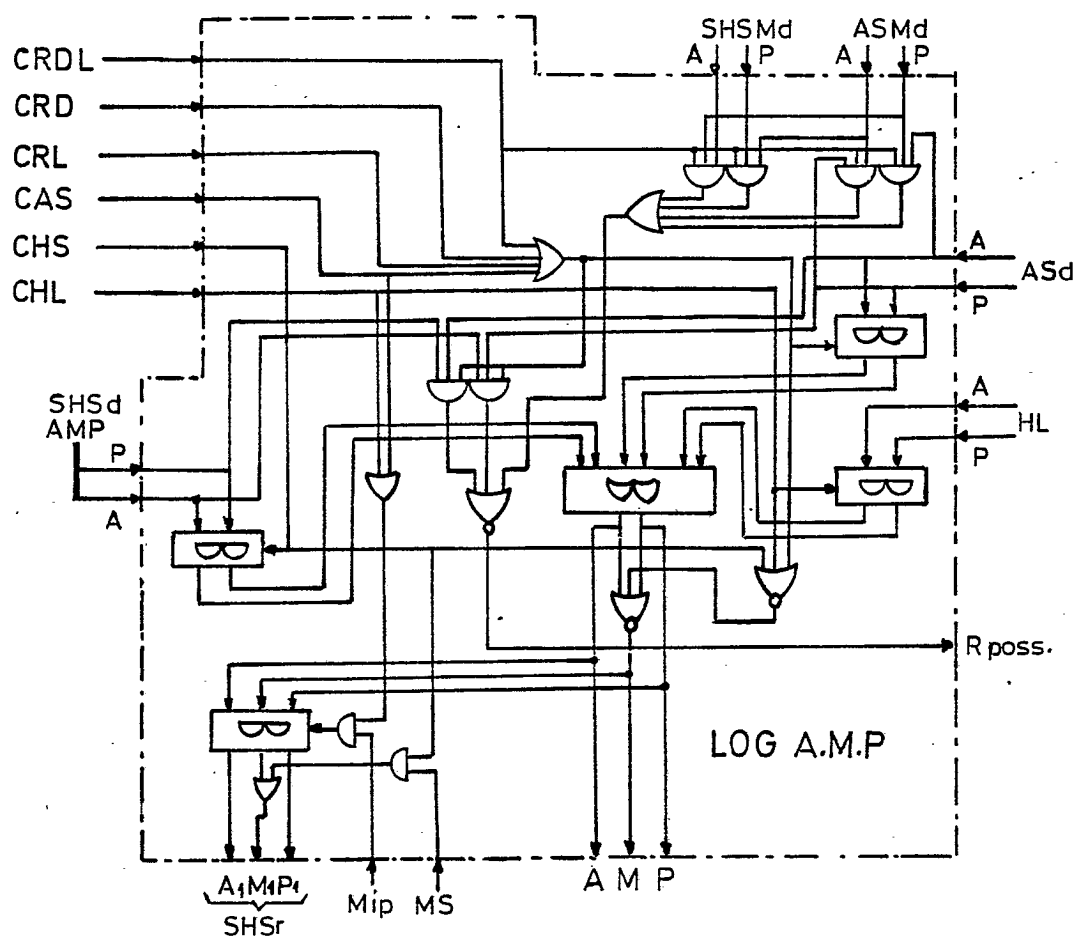


FIG. 10

