

PS/OP/Note 87-22

21.9.1987

**NOUVEL OSCILLOSCOPE SCANNER POUR LA MACHINE EPA**

B. Canard

## TABLE DES MATIERES

-----

1. INTRODUCTION
  - 1.1 Caracteristiques
2. PRINCIPE GENERAL
3. CONCEPTION GENERALE
  - 3.1 Presentation
    - 3.1.1 Trigger delay
    - 3.1.2 Nombre de paquets
    - 3.1.3 Nombre de revolutions entre traces
    - 3.1.4 Nombre de traces
    - 3.1.5 Delai fin
    - 3.1.6 "rampe"
    - 3.1.7 Time Measurement
4. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT
  - 4.1 Start
    - 4.1.1 Scan apres N revolutions ou ms
    - 4.1.2 Delai x nombre ms
  - 4.2 Scan
    - 4.2.1 Nombre de paquets
    - 4.2.2 Un "scan" apres chaque N revolution
    - 4.2.3 Delai fin
    - 4.2.4 Nombre de traces
    - 4.2.5 Time Measurement
    - 4.2.6 Setting error
  - 4.3 Fonctionnement simplifie
5. REFERENCES ET REMERCIEMENTS

## 1. INTRODUCTION

Après la mise en service du LPI et afin de pouvoir observer les paquets de particules accumulés dans EPA, il a été nécessaire d'élaborer un nouveau système d'OSCILLOSCOPE SCANNER répondant aux exigences de cette machine :

temps de révolution = 419 ns  
longueur des paquets =  $\approx$  4 ns.

D'autres systèmes avaient déjà été utilisés au CERN (ISR, PS, BH) mais leurs performances étaient mal adaptées à l'utilisation souhaitée.

### 1.1 Les caractéristiques demandées étaient

- de pouvoir choisir :
  - a) le moment auquel commence l'observation : événement (injection, éjection ou autre) + délai;
  - b) le numéro du paquet à observer;
  - c) le nombre de révolutions entre deux observations du même paquet;
  - d) le nombre d'observations (nombre de traces);
  - e) l'affichage des temps essentiels :
    - temps entre traces
    - temps entre début et fin de l'observation
    - délai entre trigger général et le début de l'observation.
- un jitter entre signal à observer et trigger délivré à l'oscilloscope  $\ll$  0,3 ns, nécessaire par la longueur des paquets.

## 2. PRINCIPE GENERAL

2.1 Le principe reste à peu près le même que pour les autres systèmes, soit :

- création d'un trigger de déclenchement de l'oscilloscope, synchronisé avec la RF;
- création d'une rampe (staircase dans notre cas) destinée à déplacer verticalement la trace de l'oscilloscope afin de permettre l'observation d'un même paquet à différents moments de son accumulation dans EPA

2.2 L'oscilloscope utilisé doit être rapide (1 ns/div.). Il reçoit :

- sur un canal le signal I d'une pick-up large bande;
- sur un deuxième canal, la rampe destinée à déplacer verticalement la première trace, les deux canaux fonctionnant en mode ADD;
- sur son entrée (Ext-Trig" les impulsions de déclenchement fournies par le SCOPE SCANNER. Ces impulsions sont synchrones avec le numéro du paquet choisi, distantes du nombre de révolutions choisi et leur nombre est défini par le nombre de traces que l'on veut observer.

### 3. CONCEPTION GENERALE

3.1 L'oscilloscope scanner se présente sous la forme de deux tiroirs type CIM8905 :

- un tiroir 3L (Start) comprenant le délai initial;
- un tiroir 4L (SCAN) comprenant :
  - . le système de comptage du numéro du paquet à observer (BUNCH NUMBER);
  - . le système de comptage du nombre de révolutions entre chaque trace (ONE SCAN EVERY N REVOLUTIONS);
  - . un délai fin permettant l'ajustement du signal sur l'oscilloscope (FINE DELAY);
  - . le système de comptage du nombre de traces que l'on désire (NUMBER OF TRACES);
  - . le système de création de la rampe;
  - . le système de mesure et d'affichage des différents temps (TIME MEASUREMENT).

3.1.1 Le délai initial (TRIGGER DELAY) sert à déclencher le début de l'observation à l'instant choisi dans un cycle machine. Il est constitué de deux compteurs pouvant fonctionner séparément ou s'ajoutant l'un à l'autre. Voir Fig. 1: bloc diagram.  
Le premier de ces compteurs (SCAN AFTER ...) décompte soit un certain nombre de révolutions, soit un nombre de ms.  
Le second compteur décompte un certain nombre de  $\mu$ s. Le décomptage commence dès l'arrivée de l'impulsion Start (injection, ejection, ext.) et la fin de celui-ci génère une impulsion "start scan" dirigée vers le deuxième tiroir (scan).

3.1.2 Sélection du paquet à observer (BUNCH NUMBER). Le fonctionnement du LPI variant suivant le mode d'injection (nombre de paquets injectés variable) et d'éjection (numéro du premier paquet éjecté), un système de numérotation des paquets existe dans cette machine (3 bits distribués). Voir Fig. 2.1.  
Le choix du paquet est donc nécessaire afin de rendre l'observation plus facile, le trigger généré étant synchrone avec ce paquet.

3.1.3 Nombre de révolutions entre traces (ONE SCAN EVERY N REVOLUTIONS). Pour des raisons évidentes, on ne désire pas toujours suivre l'évolution d'un paquet à chaque tour de machine mais tous les N tours (évolution pendant un cycle machine par exemple).  
Les triggers correspondant au paquet choisi sont alors séparés par le nombre de révolutions choisi entre chaque trace (Fig. 2.3).

3.1.4 Nombre de traces (NUMBER OF TRACES)  
Permet de sélectionner le nombre de traces que l'on veut

observer, donc le nombre de triggers appliqués à l'oscilloscope (Fig. 2,4).

### 3.1.5 Délai fin (FINE DELAY)

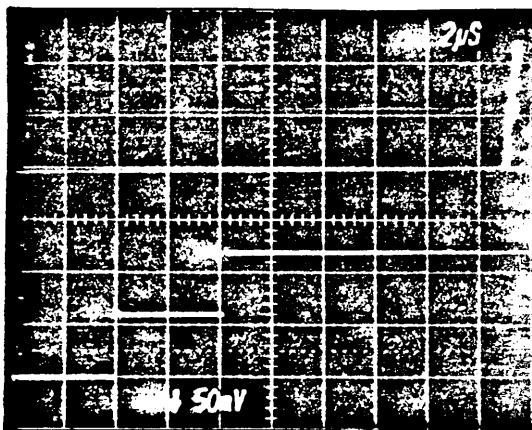
C'est un délai en nanosecondes permettant d'ajuster le signal à observer sur l'oscilloscope. En effet, le trigger est synchronisé avec la RF, donc avec le signal issu de la pick-up, mais ces deux signaux peuvent arriver avec un décalage dépendant des lignes de transmission (variable) et de l'électronique (fixe). Il est donc nécessaire de pouvoir ajuster le signal en fonction des changements qui peuvent survenir (Fig. 2.5).

### 3.1.6 Rampe (STAIRCASE)

Plutôt qu'une rampe analogique, un système "STAIRCASE" a été préféré, celui-ci permettant d'obtenir toujours le même nombre de traces, quel que soit le temps choisi entre chaque trace, ce qui n'est pas le cas avec une rampe analogique de durée déterminée.

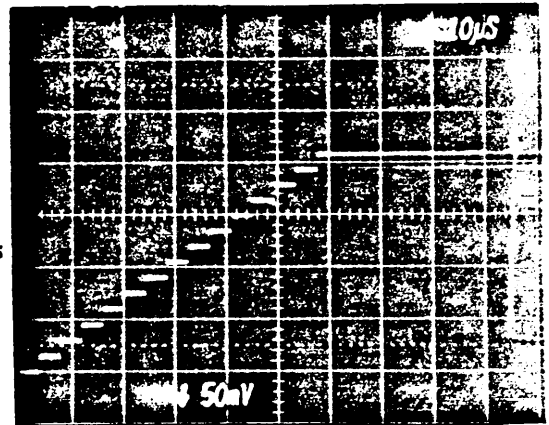
Chaque trigger incrémente un compteur dont les sorties binaires commandent un DAC (Fig. 2.6).

Un dispositif d'ajustement automatique du niveau de la rampe en fonction du nombre de traces a été implanté, de manière à obtenir l'amplitude maximale possible entre la première et la dernière trace pour chaque  $2^n - 1$  traces. (Amplitude maximale pour 3-7-15-31-63-127 traces) et ceci, pour une raison évidente de clarté de l'observation.

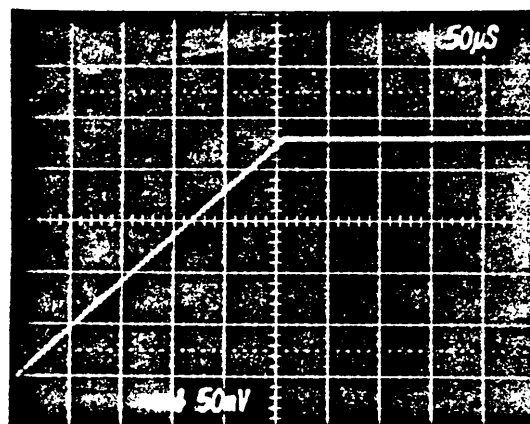


3 traces

10 révolutions  
entre traces



15 traces



63 traces

### 3.1.7 Mesure et affichage du temps (TIME MEASUREMENT)

Pour la facilité d'emploi du système, un affichage digital permet la lecture directe :

- du temps entre chaque trace,
- du temps entre le premier trigger et le dernier trigger (duree de l'observation,
- du delai affiché sur le tiroir Start.

## 4. PRINCIPE GENERAL DE FONCTIONNEMENT

Afin de diminuer au maximum le jitter dû aux compteurs en cascade, le principe utilisé est de laisser passer directement par une porte (GATE) l'impulsion choisie et d'éliminer les impulsions dont on ne veut pas en bloquant cette porte.

### 4.1 START (trigger delay)

Un selecteur permet de choisir une impulsion du timing general (30 V - 2  $\mu$ s) parmi trois possibles (1NJ=HX RAC, EJ=HX WEJ, Ext); les deux premières étant accessibles a l'arriere du tiroir, la troisième a l'avant.

Deux boutons-poussoirs permettent d'introduire separement ou simultanément deux delais :

4.1.1 SCAN AFTER N qui donne un delai soit en nombre de revolutions (derive du train RF/h) ou en ms a partir d'un train 1 kHz (HX TUL) en fonction de la position du commutateur situe a côté du preselecteur.

4.1.2 DELAY x N  $\mu$ s qui donne un delai en  $\mu$ s a partir d'une horloge interne declenchee par le trigger. L'introduction des delais est signalee par l'eclaircissement du bouton-poussoir "PRESET ON" et l'extinction de la LED marquée "Direct".

Les figures 3 a-b-c-d- expliquent le fonctionnement dans les differents cas d'utilisation.

### 4.2 SCAN

Ce tiroir est compose de 4 cartes imprimées :

- SCAN1
- SCAN2
- DELAY
- TIME MEASUREMENT

Il comporte sur sa face avant les preselecteurs

#### 4.2.1 BUNCH NUMBER - carte SCAN1

qui permet la selection du paquet a observer, possibilite de selection : 1 à 20 - 3 bits de numerotation des paquets sont mis en coincidence. Les 3 bits a 0 correspondent au paquet No. 1. La sortie de cette coincidence est appliquee a une serie de "shift registers" (C.I 16 a 20) dont la "clock" est commandee par la RF, chaque sortie donne donc une information decalée d'une periode RF par rapport a la precedente. Les sorties de ces "shift registers" sont appliquees aux entrees de 3 "multiplexeurs" (CI 21.22.23), ceux-ci etant adresses par le selecteur BUNCH Nb. On trouve donc sur les sorties Y couplees une information synchrone avec la RF et correspondant au paquet choisi.

#### 4.2.2 ONE SCAN EVERY N REVOLUTIONS - carte SCAN1

qui permet la creation de triggers espaces de N revolutions. Le signal en provenance des sorties Y des multiplexeurs (CI 21 à 24) prepare l'entree d'une "gate" (CI 11 p. 2-4) par l'intermediaire d'un flipf-flop D (CI 11 p.5) et laisse ainsi passer une impulsion du signal HF (CI 11 p.5), la pin 1 du CI11 etant deja a 1. A la sortie de ce circuit, on obtient une impulsion TTL qui est appliquee au "clock" d'un "F.F."D (CI 10 p.3). Le flanc montant de cette impulsion fait basculer celui-ci dont la sortie Q vient fermer la "gate" 11 (pin 1 a "0"), laquelle restera bloquee le temps du comptage du nombre de revolution. Lorsque ce comptage sera termine, les sorties min-max. des compteurs, mises en coincidence par le CI-7 referont basculer le CI-10, lequel positionnera l'entree 1 de CI 11 a "1". La prochaine impulsion RF pourra alors être transmise, le comptage recommencera, etc...

Un commutateur "manual-computer" permet la selection du numero de paquet soit en manuel par le preselecteur, soit a distance par l'ordinateur, les "datas" sont alors connectees sur le panneau arriere (connecteur Cannon 9 p.).

Un deuxieme commutateur situe sur le panneau arriere permet, dans le cas d'utilisation sur une machine ou l'on ne dispose pas des 3 bits de numerotation, d'entrer l'information du numero du paquet no. 1 sur un connecteur (N) situe lui aussi a l'arriere.

Ces deux preselections sont realisees sur la carte SCAN1.

#### 4.2.3 FINE DELAY (realise sur la carte Delay)

permet l'ajustement du signal a observer, sur l'oscilloscope. Ce delai est réglable de 0 a 2999 nanosecondes par pas de 1 ns, ce qui est necessaire au LPl. Par contre, la valeur maximale a été demandee pour utilisation au PS où le temps de revolution est superieure a 2  $\mu$ s. Ce delai est obtenu par des lignes a retard dont les sorties sont connectees a des multiplexeurs (CI 3-4-8-9-12-13-16). Un preselecteur a 4 digits permet de choisir le delai voulu.

L'impulsion appliquee a ces lignes a retard doit avoir une

longueur suffisante par rapport au retard propre de la ligne. Une mise en forme de cette impulsion est réalisée à l'entrée du circuit en utilisant une partie de la première ligne. L'impulsion en provenance du circuit SCAN1 positionne la sortie Q du FFD (CI 23) à "1". Cette impulsion traverse la première ligne et est récupérée sur la sortie 200 ns de celle-ci pour faire le "clear" du FF.

À la sortie Q de celui-ci, on obtient donc une impulsion de 200 ns, ce qui permet un bon fonctionnement. (Au LPI, 1 scan toutes les revolutions = 420 ns entre impulsions).

À la sortie Y du dernier multiplexeur (CI 16), on obtient un train d'impulsions qui est dirigé d'une part vers les compteurs incrémentant le DAC qui élabore la rampe (staircase), d'autre part vers un étage de sortie qui donne les "triggers" à l'oscilloscope, à travers deux lignes à retard fixe (CI 20-21) destinées à compenser le retard dû à l'électronique du "staircase". Il faut en effet que la rampe ait changé d'état un court instant avant que l'oscilloscope ne soit déclenché, afin que ce changement n'apparaisse sur celui-ci (photo 1). Une LED permet de visualiser les impulsions de "trigger".

#### 4.2.4 NUMBER OF TRACES (réalisée sur la carte SCAN2)

permet d'obtenir un certain nombre de "triggers" correspondant chacun à un "step" de la rampe (photo 2).

Les impulsions "start scan", reformées dans la carte Delay, sont dirigées, sans être retardées (OUT TRIGGER 1) comme "clock" à deux compteurs BCD (CI 13-14) qui, lorsqu'ils ont terminé leur comptage, produisent une impulsion END SCAN qui va fermer la sortie de la carte SCAN1 (preset-circuit 10), laissant passer uniquement le nombre d'impulsions choisies.

Les impulsions retardées (OUT TRIGGER 2) servent de "clock" à deux compteurs binaires (CI 17-17) qui, à travers 6 "line drivers" vont incrémenter le DAC produisant la rampe.

Ces 6 circuits sont utilisés pour obtenir une amplitude maximale de la rampe en fonction du nombre de traces (voir RAMPE), les sorties étant en parallèle mais décalées de 1 bit pour chaque étage.

Un commutateur "Normal variable" permet de supprimer cette facilité (à la demande des utilisateurs du PS).

#### 4.2.5 TIME MEASUREMENT

permet l'affichage des temps essentiels :

- entre chaque trigger (traces),
- entre le premier trigger et le dernier (start scan-end scan)  $T = t$  entre traces x Nb de traces,
- délai choisi dans tiroir Start.

Un décalage automatique indique les temps directement en ms ou  $\mu$ s. Deux indicateurs lumineux indiquent l'unité de la mesure.



4.2.6 Un indicateur "setting error" indique :

- si le numero du paquet choisi est superieur a 20,
- si le delai fin est superieur a 2.999 ns.

#### 4.3 Fonctionnement simplifie

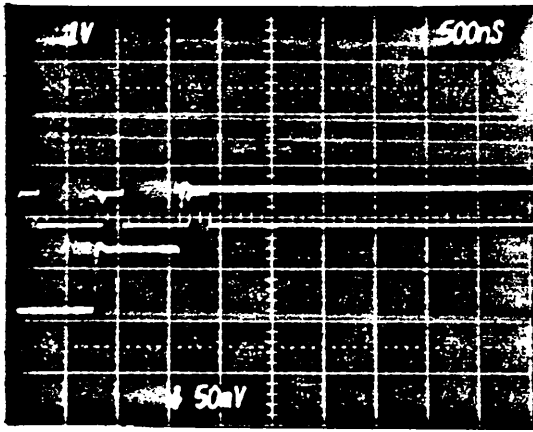
A la demande des utilisateurs au PS, un fonctionnement simplifié a été envisagé.

Le tiroir START n'est pas utilise, une impulsion de trigger (start scan) est alors directement appliquée au tiroir SCAN (impulsion TTL). On entre directement le train RF/h sur le même tiroir (a l'arriere) et l'entree A doit alors être mise à "0". La selection du numero du paquet n'est alors plus possible.

### 5. REFERENCES ET REMERCIEMENTS

En annexe, quelques photos montrent le fonctionnement du systeme, ainsi que les dessins des differents modules et leurs schemas.

Je remercie vivement Sylvain BATTISTI qui m'a confié le developpement de cet appareil ainsi que les personnes qui m'ont conseille dans ce travail.



Triggers  
Stair case

①

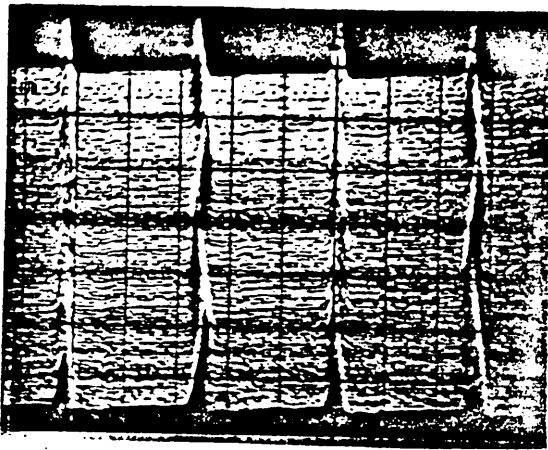
3 Traces  
2 Rev. entre traces



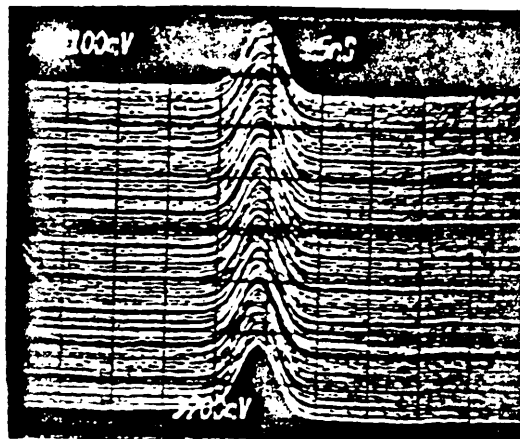
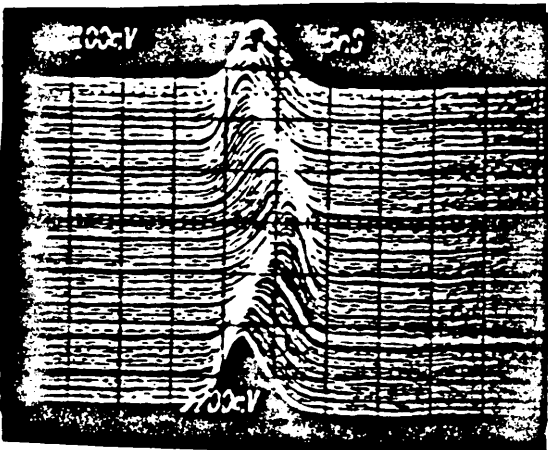
Triggers  
Stair case

②

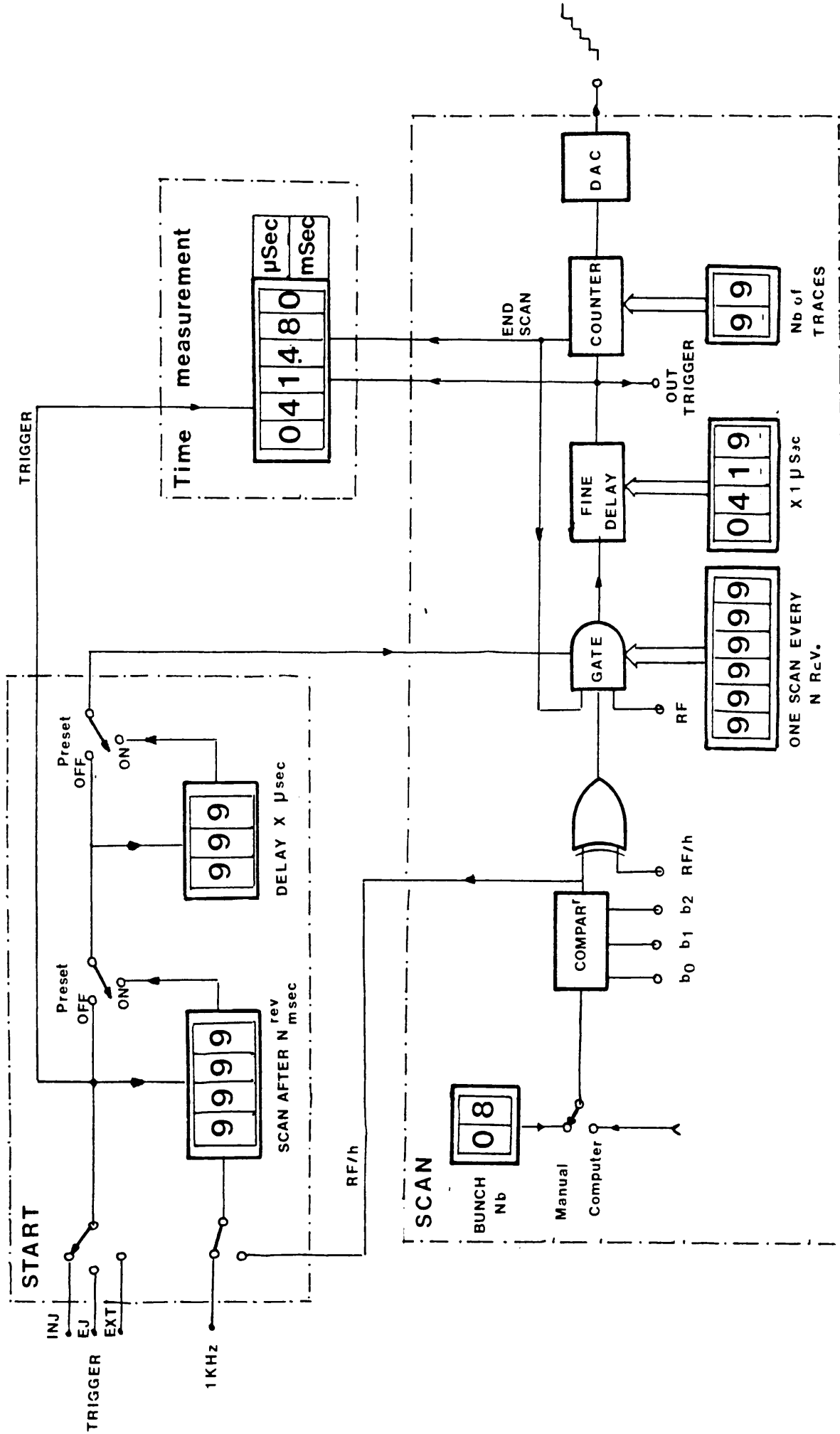
13 Traces  
3 Rev entre traces



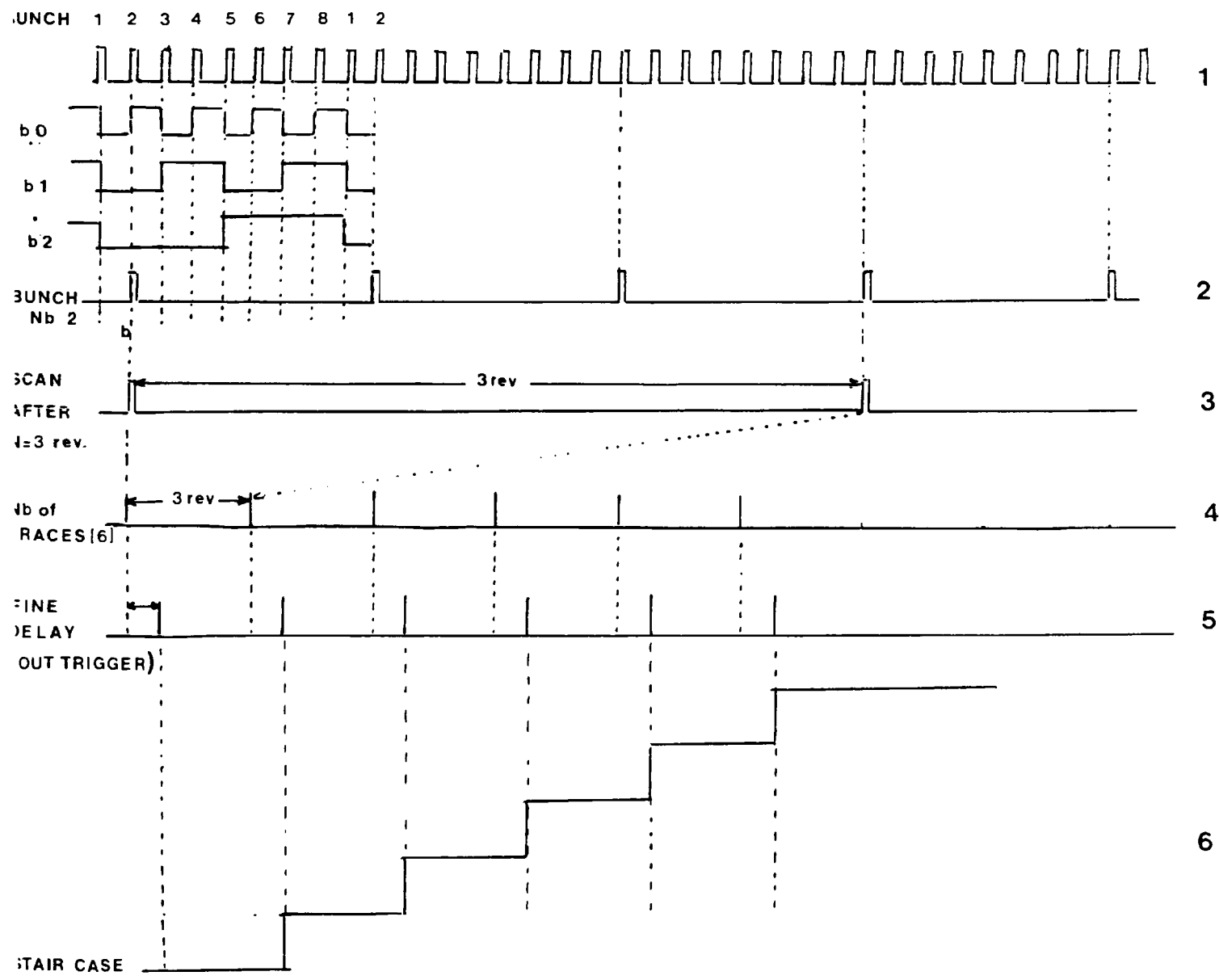
20 nSec/cm  
99 Traces  
20 Rev entre traces



Observation d'instabilités  
longitudinales dans EPA



SCOPE SCANNER  
Block diagram



SCOPE SCANNER

fig 2

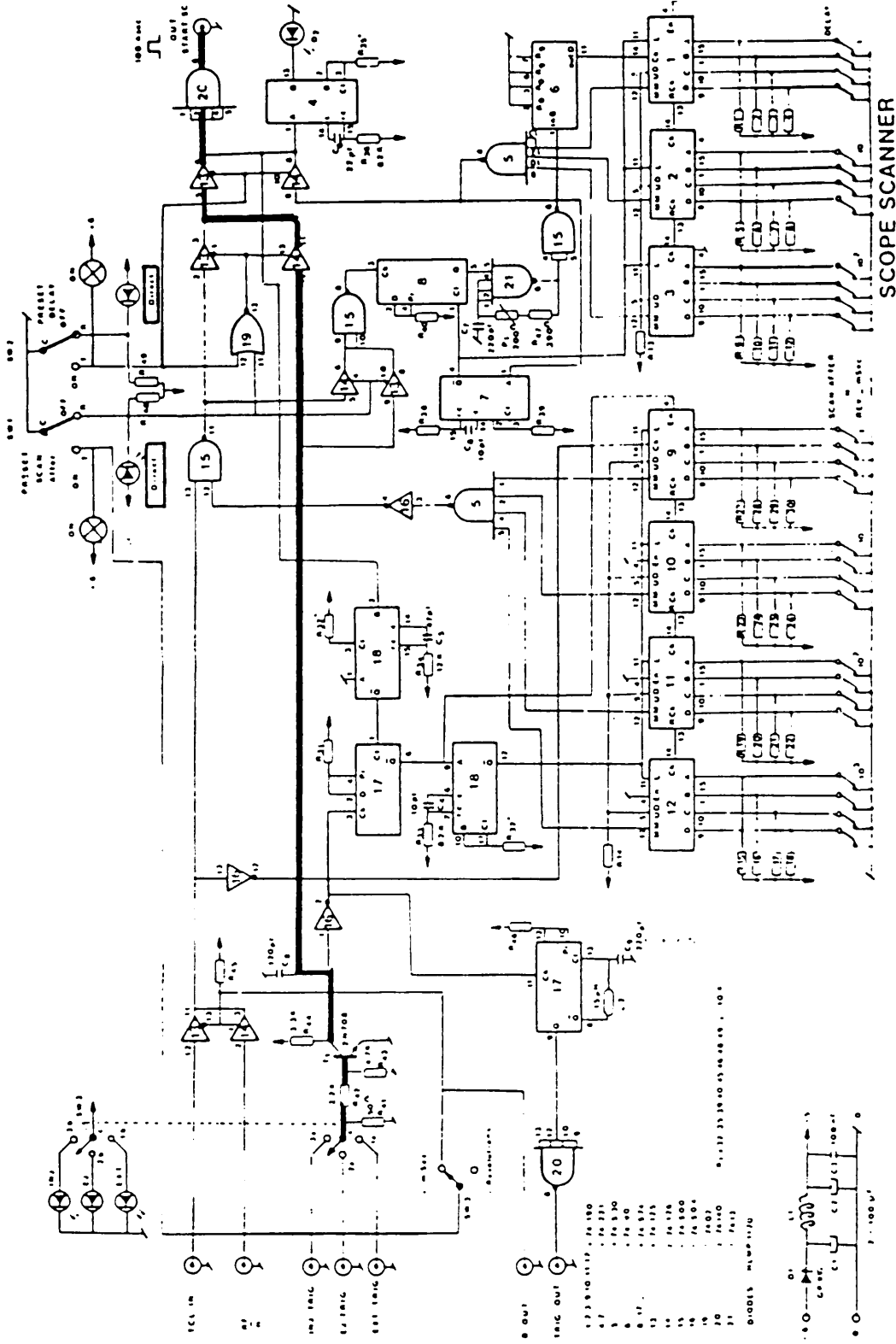


FIG. 3 A

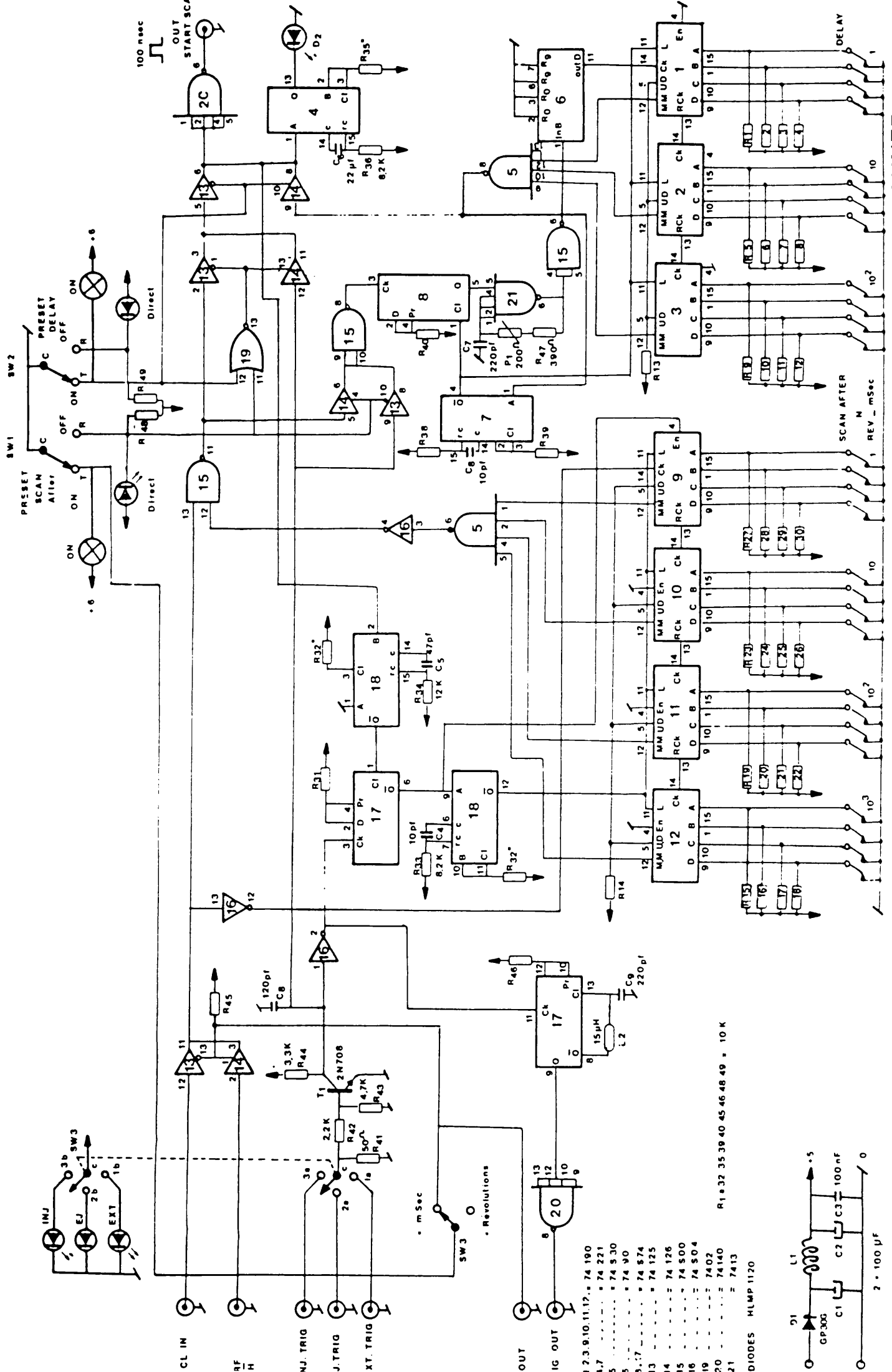
DIRECT







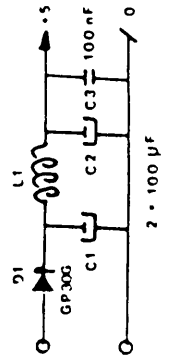


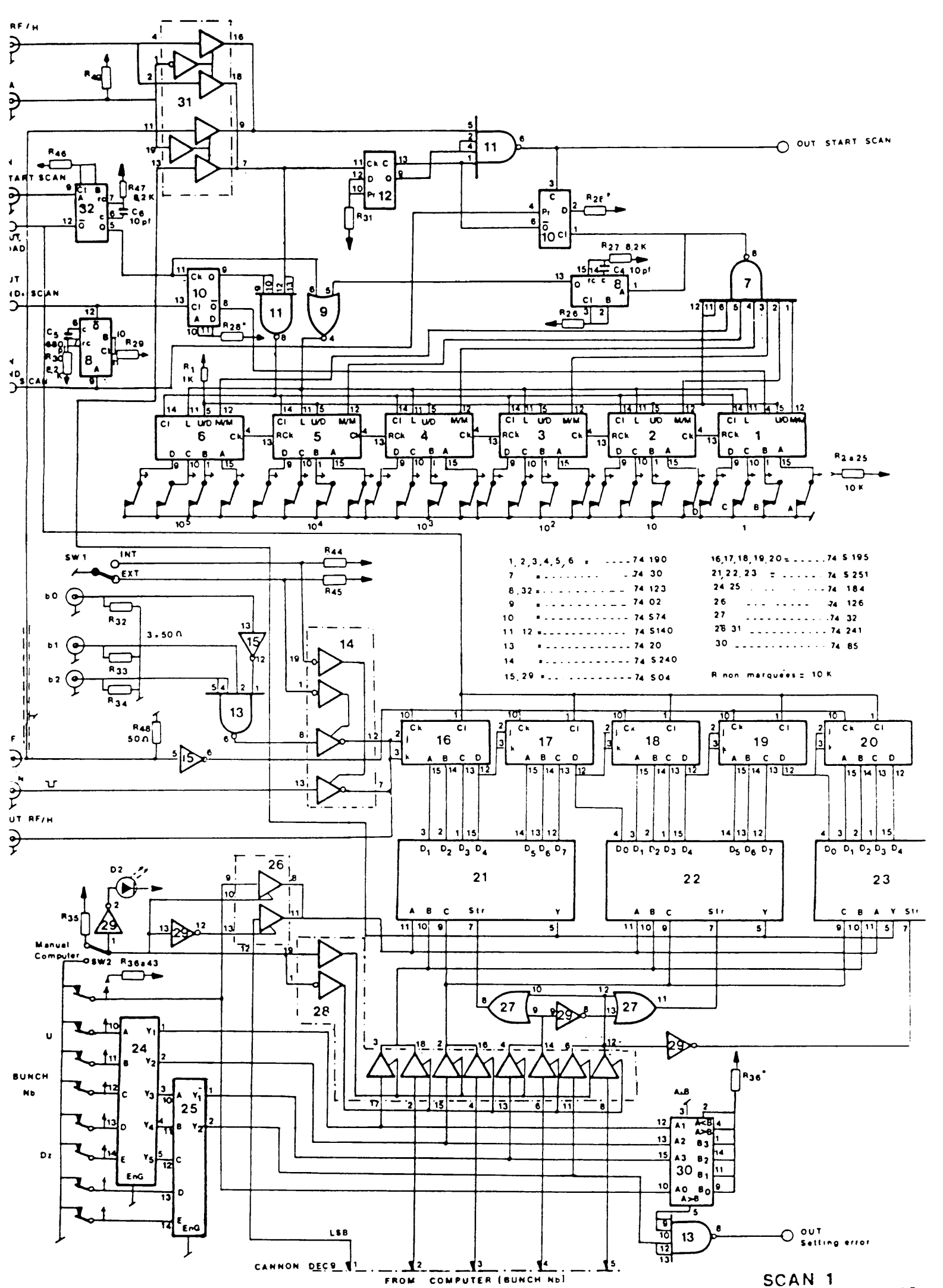


SCOPE SCANNER

- 1 2 3 9 10 11 12 = 74 190
  - 4 7 = 74 221
  - 5 = 74 530
  - 6 = 74 90
  - 6 7 = 74 874
  - 13 = 74 125
  - 14 = 74 126
  - 15 = 74 500
  - 16 = 74 504
  - 19 = 74 02
  - 20 = 74 140
  - 21 = 74 13
- DIODES HLMP 1120

R1 = 32 35 39 40 45 46 48 49 = 10 K



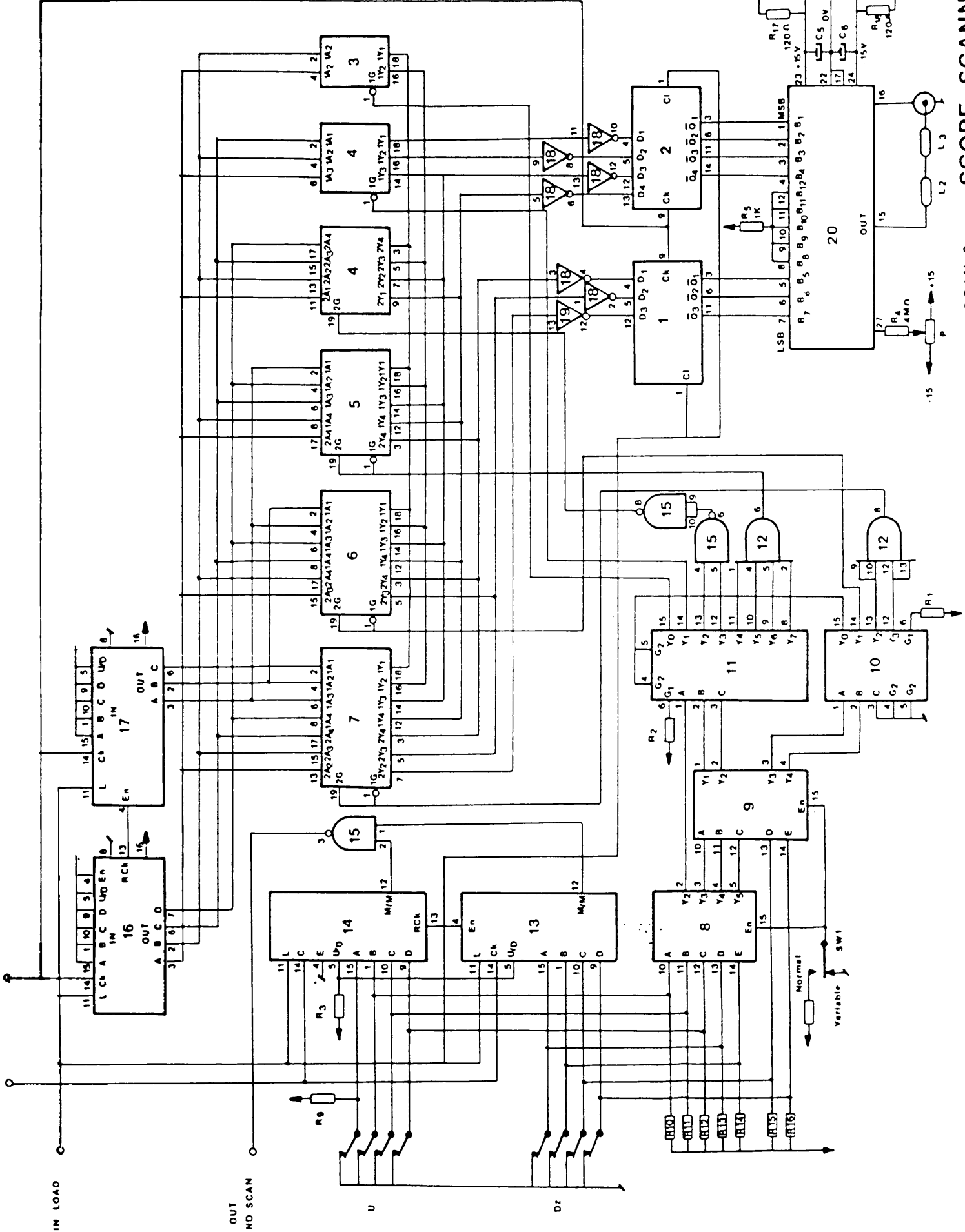


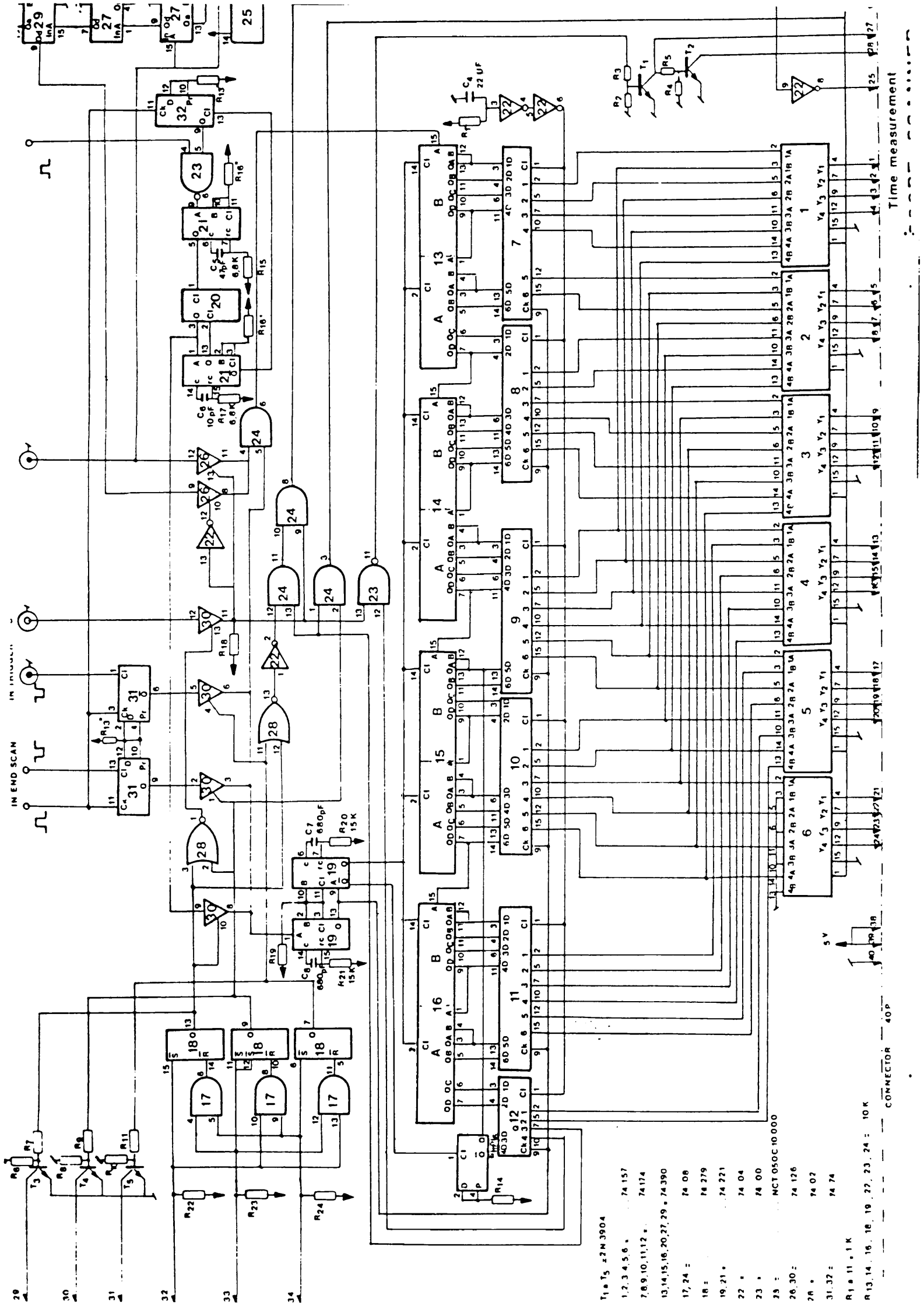
SCAN 1  
SCOPE SCANNER  
E



- 1 2 74 S 175
- 3,4,5 6,7 74 S 240
- 8 9 74 184
- 10,11 74 138
- 12 74 21
- 13,14 74 190
- 15 74 00
- 16,17 74 191
- 18,19 74 S 04
- 20 DAC 60
- 21 LM 317
- 22 LM 337

C<sub>5</sub>, 6, 7, 8 = 1μF  
 R<sub>1</sub>, 2, 3, 9, 10 & 16 = 10K

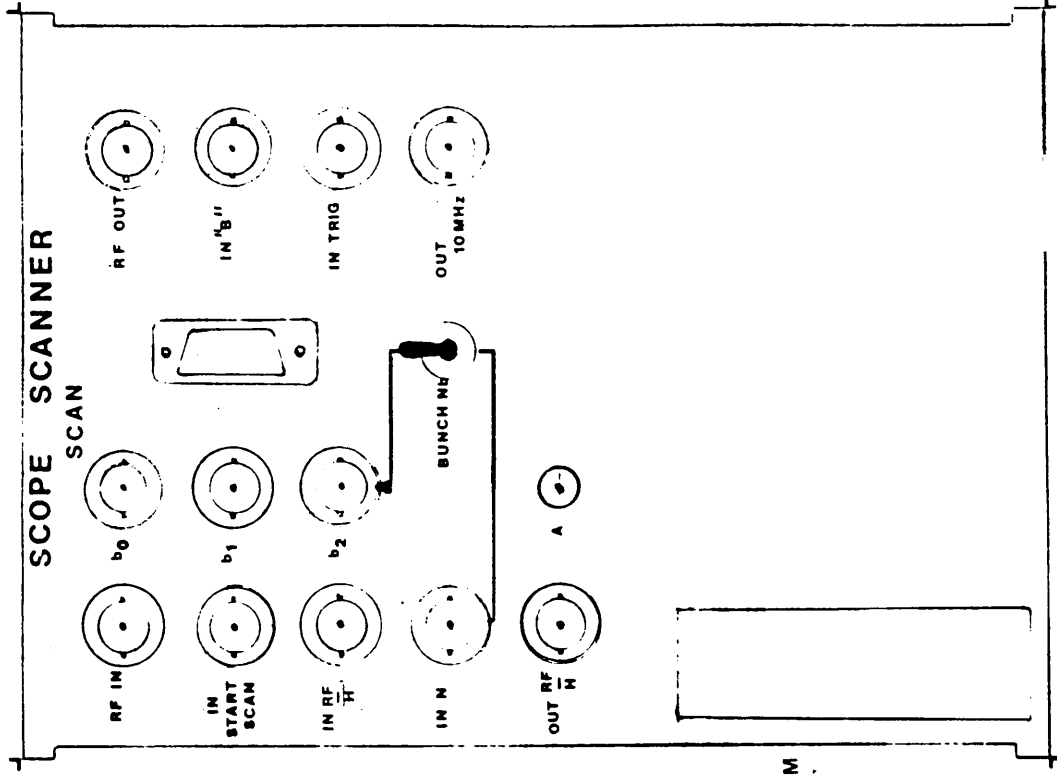




- T<sub>1</sub>, T<sub>5</sub> z2M3904
- 1, 2, 3, 4, 5, 6 = 74157
- 7, 8, 9, 10, 11, 12 = 74174
- 13, 14, 15, 16, 20, 27, 29 = 74390
- 17, 24 = 7408
- 18 = 74279
- 19, 21 = 74221
- 22 = 7404
- 23 = 7400
- 25 = MCT050C10.000
- 26, 30 = 74126
- 28 = 7402
- 31, 32 = 7474
- R<sub>1</sub>, R<sub>11</sub> = 1K
- R<sub>13</sub>, 14, 16, 18, 19, 22, 23, 24 = 10K



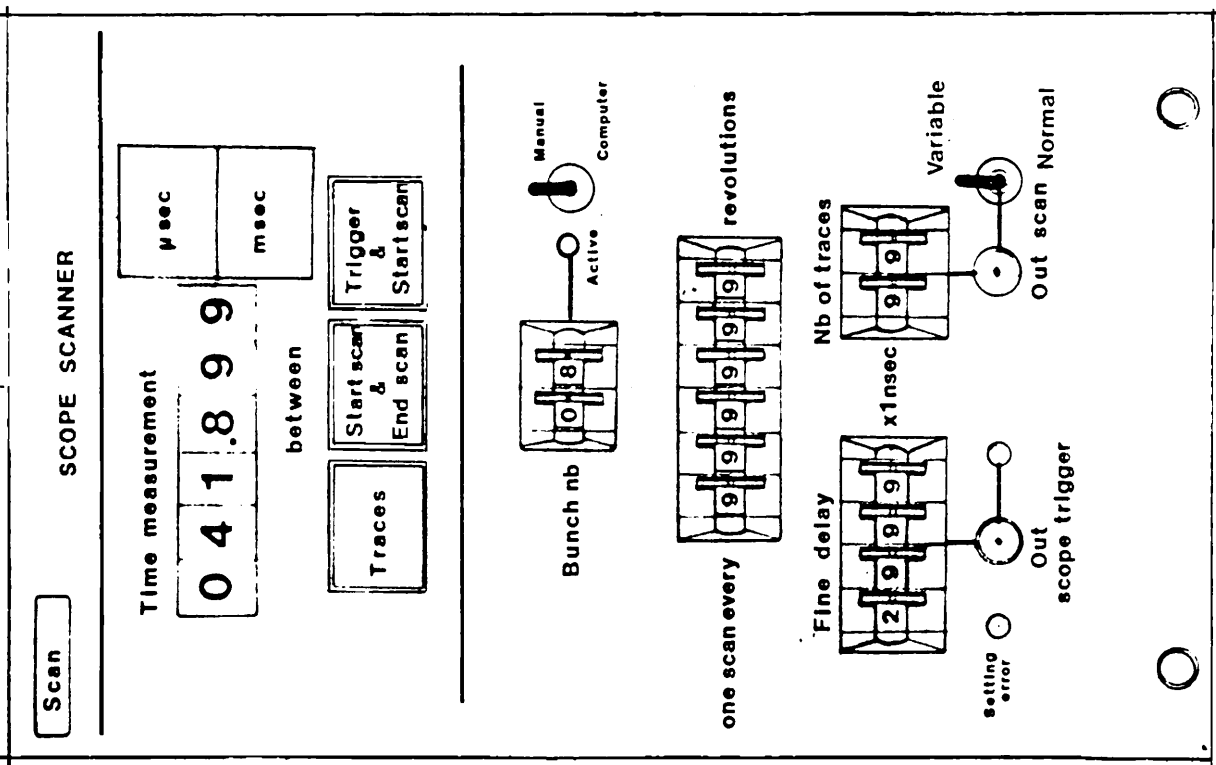
Connector DEC 9  
CANNON M



AMPH. M  
42P

SCOPE SCANNER  
SCAN

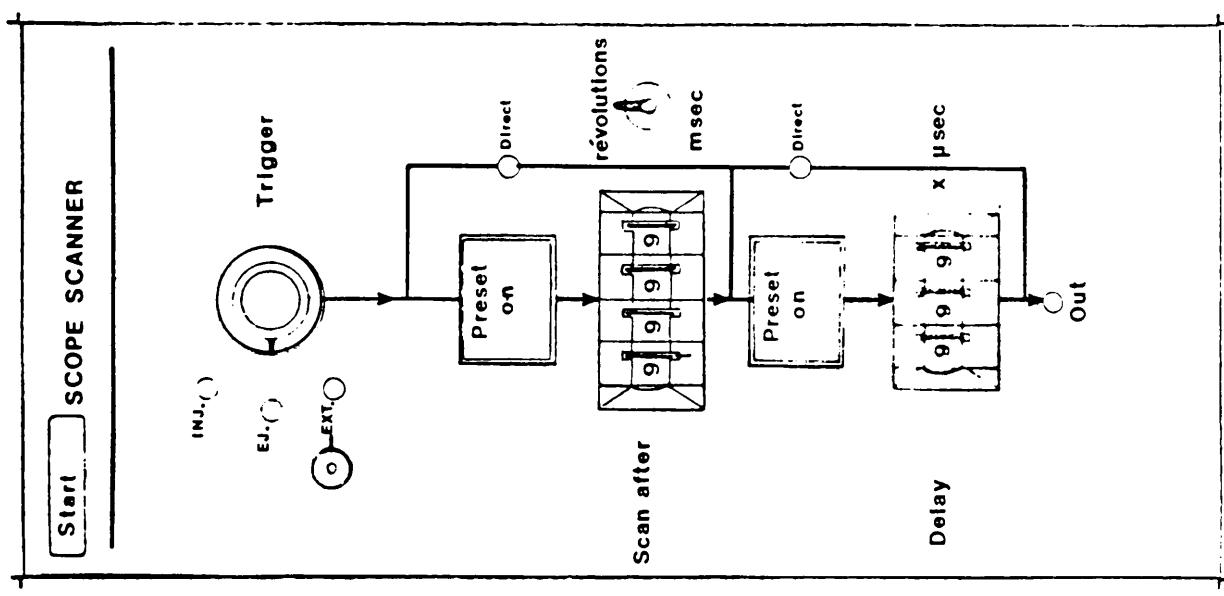
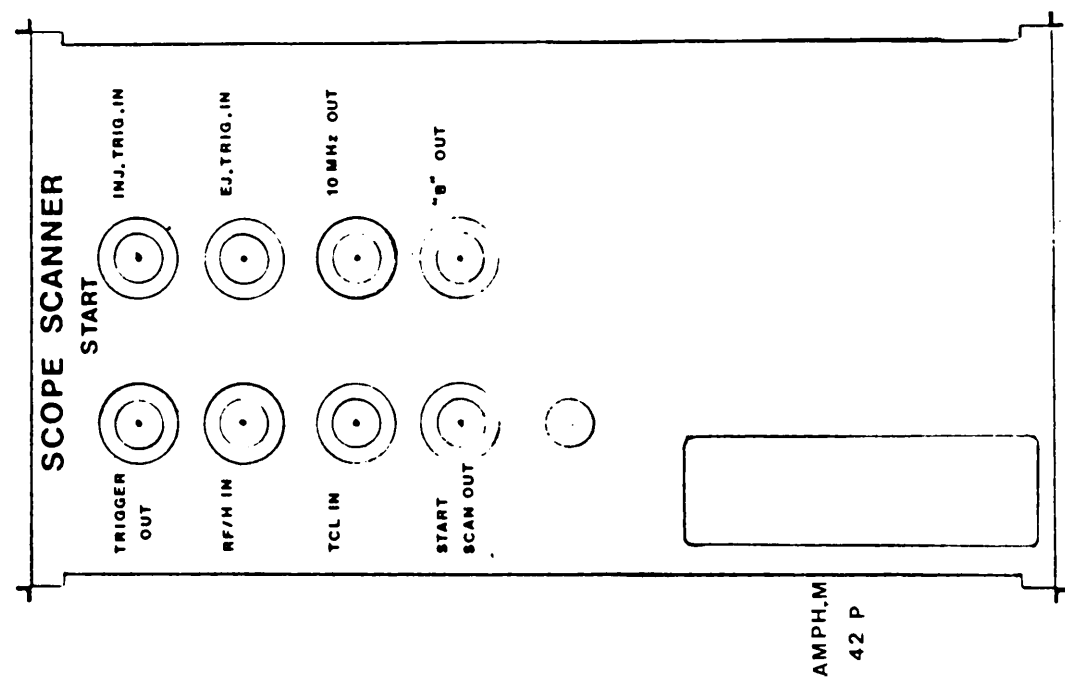
FACE ARRIERE



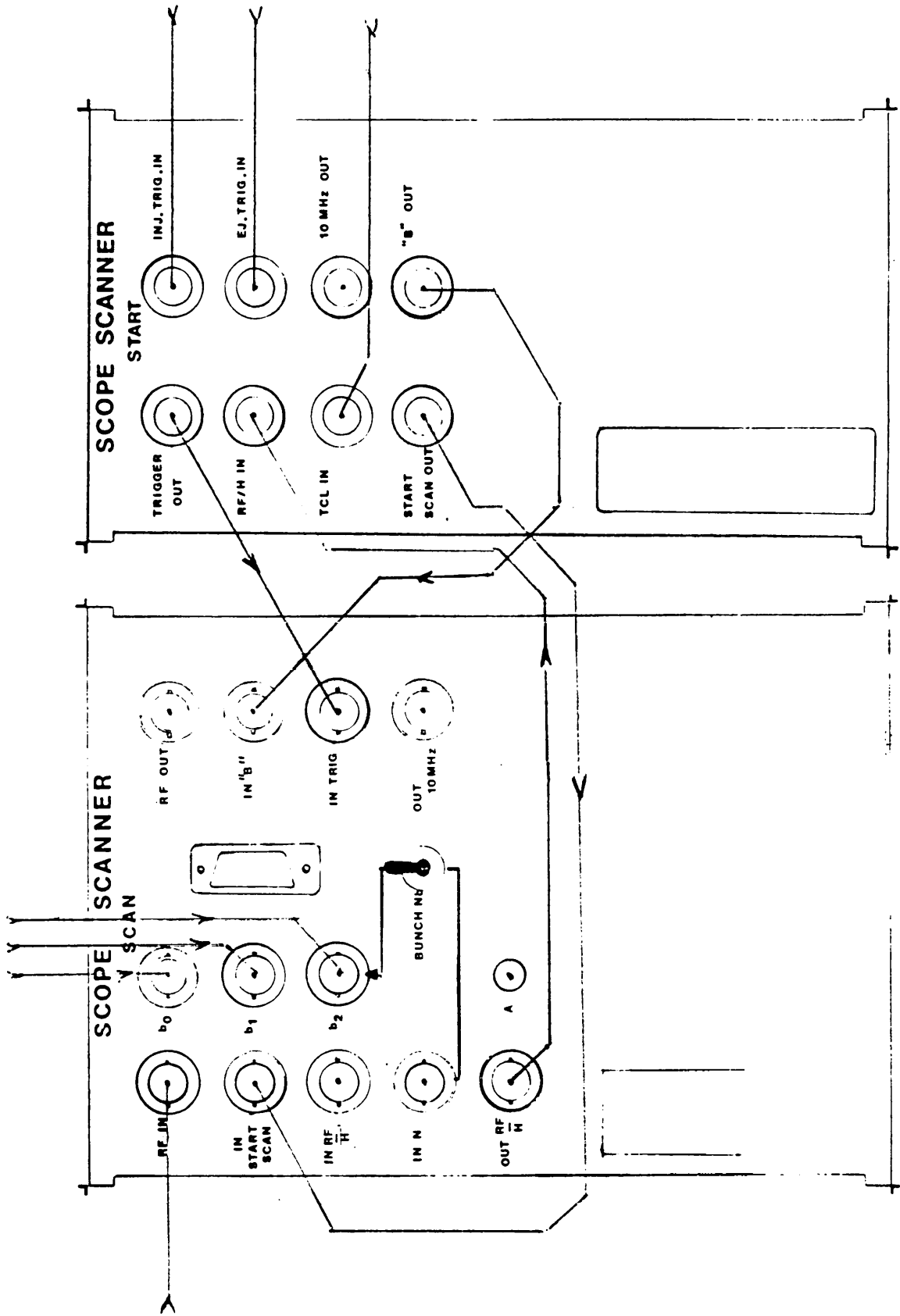
FACE AVANT

SCOPE SCANNER

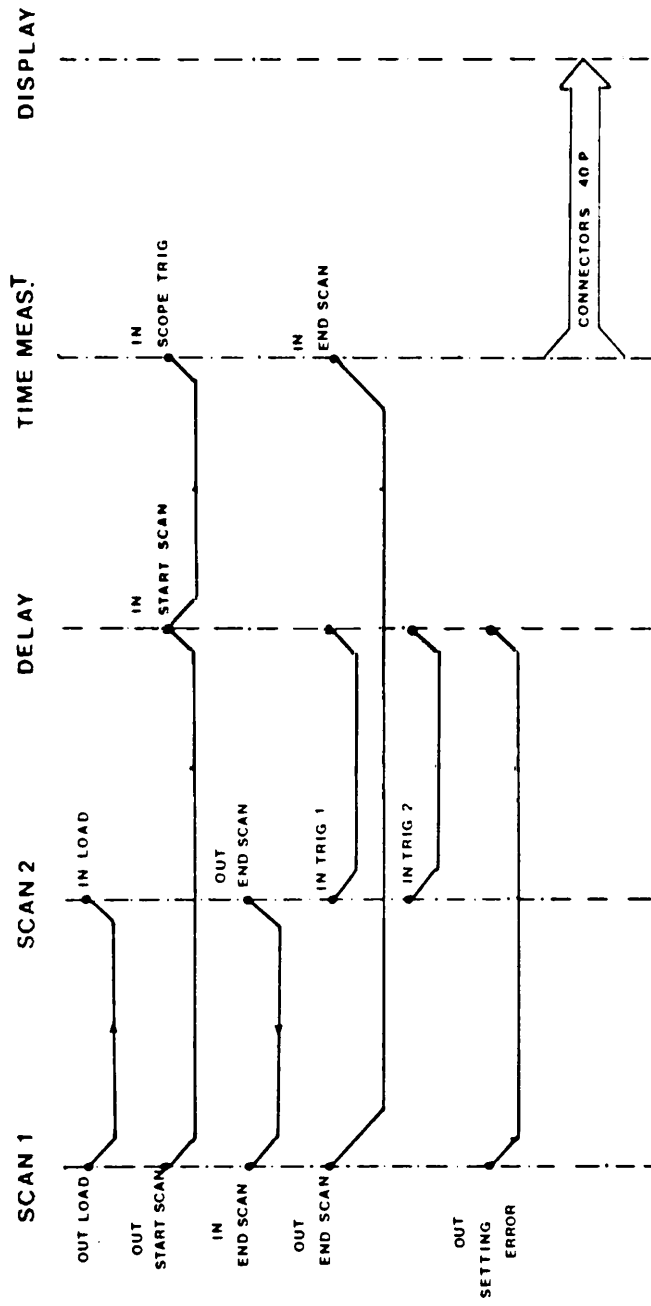
START







**SCOPE SCANNER**  
 EXTERNALS CONNECTIONS



INTERNALS CONNECTIONS

## SCOPE SCANNER

R.

Distribution

Y. Baconnier  
S. Battisti  
M. Boutheon  
E. Brouzet  
R. Garoby  
G. Gelato  
H. Koziol  
J.H.B. Madsen  
G. Rosset  
K. Schindl

PSS

BS

LPS

Distribution (du resume)

Groupe OP  
Groupe LPI  
Chefs de groupe PS  
/ed