

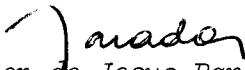


1. Publicação nº <i>INPE-3303-NTI/221</i>	2. Versão	3. Data <i>Outubro 1984</i>	5. Distribuição <input checked="" type="checkbox"/> Interna <input type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DPI</i>	Programa <i>PCD</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>HOMOLOGAÇÃO - MEDIDA - PCD</i>			
7. C.D.U.: <i>621-376.5</i>			
8. Título <i>INPE-3303-NTI/221</i>		10. Páginas: <i>27</i>	
GERADOR DE SINAIS PARA HOMOLOGAÇÃO DA PCD/ARGOS		11. Última página: <i>20</i>	
		12. Revisada por	
9. Autoria <i>Eduardo Mena Barreto Alonso</i>		 <i>Juan Carlos P. Garrido</i>	
Assinatura responsável 		13. Autorizada por   <i>Nelson de Jesus Parada</i> Diretor	
14. Resumo/Notas  <i>Este trabalho descreve o método utilizado pelo CNES para homologação das Plataformas de Coleta de Dados que utilizam o sistema ARGOS. Descreve também o funcionamento de um equipamento utilizado para a realização desta homologação.</i>			
15. Observações			

ABSTRACT

*This paper describes the CNES method for Data Collection Platforms Certification which use the ARGOS system. The functioning of the equipment used for this certification achievement is also described.*



## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS .....	v
1. <u>INTRODUÇÃO</u> .....	1
2. <u>PARÂMETROS A SEREM MEDIDOS</u> .....	1
2.1 - Método de medida .....	1
3. <u>GERAÇÃO DOS SINAIS</u> .....	12
3.1 - Sinal S1 .....	12
3.2 - Sinal S2 .....	12
3.3 - Sinal S3 .....	12
3.4 - Sinal S5 .....	16
3.5 - Sinal S4 .....	16
4. <u>SINAIS PARA GATILHAMENTO DO CONTADOR</u> .....	16



## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 - Janelas para medição .....	3
2 - Diagrama de blocos para medição dos parâmetros da frequência e modulação .....	5
3 - Diagrama de geração do sinal S1 .....	13
4 - Diagrama de geração do sinal S2 .....	14
5 - Diagrama de geração do sinal S3 .....	15
6 - Diagrama de geração do sinal S5 .....	17
7 - Diagrama de geração do sinal S4 .....	18
8 - Sinais para gatilhar o contador HP5345 .....	19
9 - Esquema elétrico dos sinais S1 a S5 .....	20



## 1. INTRODUÇÃO

Foi desenvolvido pelo INPE um sistema para coletar dados do meio ambiente e transmiti-los para uma estação terrena via satélite. A este sistema dá-se o nome de Plataforma de Coleta de Dados. Esta plataforma foi desenvolvida para trabalhar com o sistema ARGOS que utiliza os satélites da série TIROS-N. Para que estas plataformas possam operar com este sistema, o Centre Nationale D'Étudies Spatiales (CNES), órgão oficial responsável pela homologação destas plataformas, estabelece que estas atendam a limites de certos parâmetros preestabelecidos, através da realização de uma sequência de medidas sob as condições ambientais de utilização.

## 2. PARÂMETROS A SEREM MEDIDOS

A Tabela 1 apresenta os parâmetros a serem medidos, bem como os valores a serem respeitados.

### 2.1 - MÉTODO DE MEDIDA

O método básico estabelecido pelo CNES para a realização destas medidas necessita da geração de sinais que são obtidos através de um circuito auxiliar síncrono com a mensagem transmitida. A Figura 1 mostra a sequência destes sinais ao longo da mensagem transmitida.



TABELA 1

PARÂMETRO A SEREM MEDIDOS E SEUS LIMITES ESTABELECIDOS

PARÂMETRO A SEREM MEDIDOS	ESPECIFICAÇÃO A RESPEITAR	PRECISÃO DA MEDIDA	MEDIDAS		
			T <sub>min</sub>	T <sub>amb</sub>	T <sub>max</sub>
1.1 - Potência de saída do transmissor: Pn.	em função da antena	±0,3 dB			
1.2 - Estabilidade da potência: ΔPn.	≤0,5 dB	±0,2 dB			
1.3 - . Tempo de estabelecimento da potência.	≤1ms	±0,2 ms			
. Tempo de corte da Potência.	≤1ms	±0,2 ms			
2.1 - Estabelecimento da frequência: α1.	≤10 <sup>-7</sup>	±10 <sup>-8</sup>			
2.2 - Frequência de transmissão: fo.	401650 KHz ±1,2 KHz	±10 <sup>-10</sup>			
2.3 - Estabilidade durante a transmissão: Δf̄o.	≤2 Hz				
2.4 - Estabilidade a curto prazo: α2 . plataforma fixa,	≤2 x 10 <sup>-9</sup>	±10 <sup>-10</sup>			
. plataforma localizável.	≤10 <sup>-9</sup>	±10 <sup>-10</sup>			
2.5 - Estabilidade a médio prazo: α . plataforma fixa,	≤2 Hz/minuto.				
. plataforma localizável.	≤0,2 Hz/minuto				
3.1 - . Escursão de fase do sinal de modulação: φ1 + φ2.	2,4 rad.	±0,01 rad			
. Desvio de fase do sinal de modulação: φ1.	1,1 ± 0,1 rad.	±0,01 rad			
. Simetria de fase do sinal de modulação: S.	≤4%	≤1%			
3.2 - Tempo de estabelecimento da modulação.	≤250μs	±25μs			
4.1 - Duração da portadora pura: T1.	160ms ± 2,5ms	±0,5ms			
4.2 - Duração da transmissão: T3.	360 ± 2,5ms à 920ms ± 12ms	±0,5ms			
4.3 - Período de Repetição: TR.	TR ± 10%	±2%			
4.4 - . Sincronização de bit.	15 bits "1"				
. Sincronização de formato.	8 bits (00010111)				
. Inicialização.	1 bit "1"				
. Número de sensores (bloco de 32 bits).	4 bits				
. Identificação.	20 bits				
. Taxa de bits: fb.	400 Hz ± 5 Hz	±0,4 Hz			
5 - Rejeição a espúrios e harmônicos: . na banda de 401,65 MHz ± 20 KHz,	≤40dB				
. fora da banda de 401,65 MHz ± 20KHz.	≤30dB				
6 - Proteção contra transmissão contínua.	verificação do funcionamento				

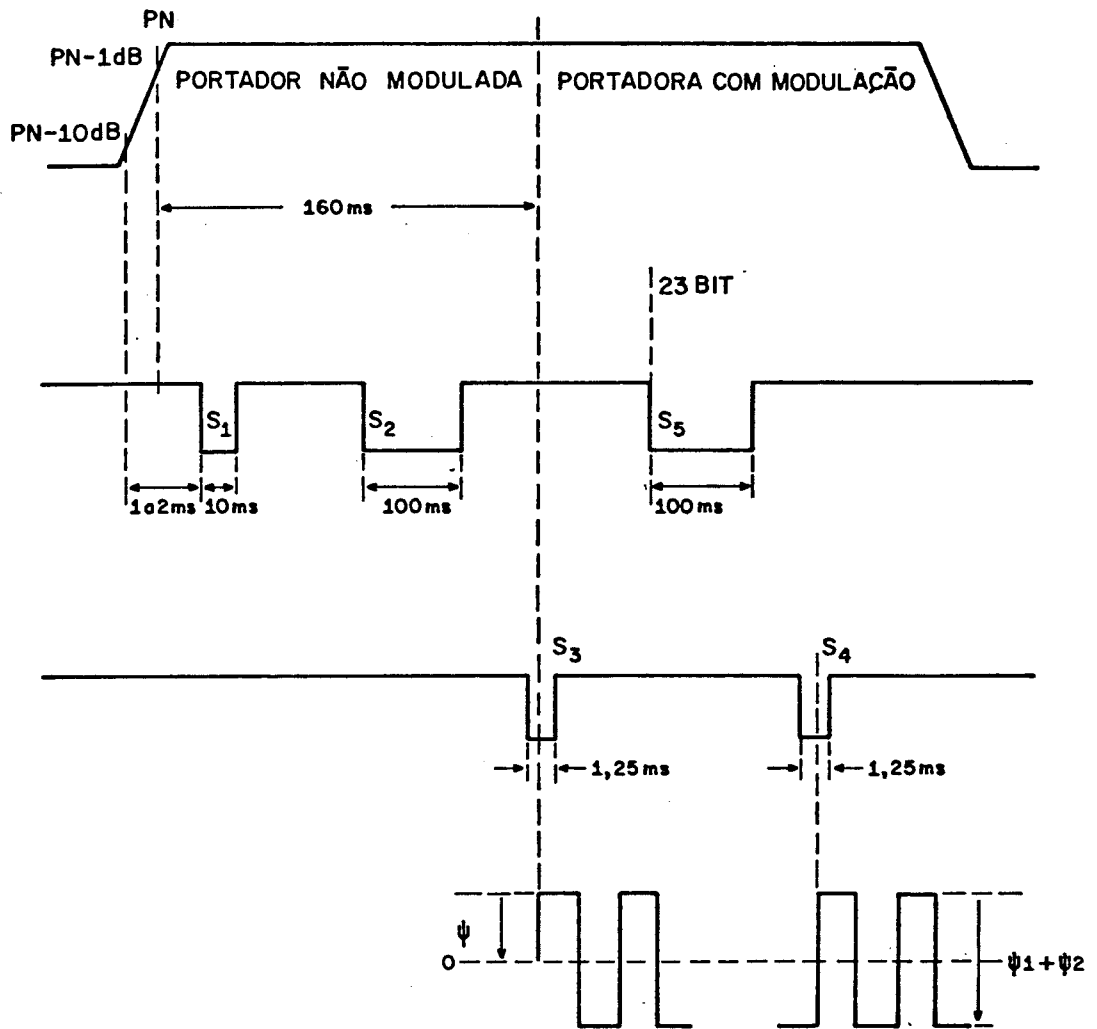


Fig. 1 - Janelas para medição.

O sistema de medidas, mostrado na Figura 2, consiste em fazer um batimento da frequência emitida pela plataforma (401,650MHz) com a frequência de um sintetizador (401,600MHz), o que gera um sinal de 50MHz. Obtêm-se então, medidas com uma precisão da ordem de centésimos de Hertz. Esta frequência é lida por um contador, controlado pelos sinais  $S_0$  a  $S_5$ , e armazenada em uma calculadora que irá processá-la de acordo com a fórmula a seguir:

a) Desvio da frequência

$$P = \left\{ \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \left( \frac{f_i(1) - f_i(2)}{f_i(2)} \right)^2 \right\}^{1/2},$$

$f_i(1)$  e  $f_i(2)$  = frequências, após o batimento, medidas em  $S_1$  e  $S_2$  em uma transmissão  $i$ .

b) Estabilidade da frequência durante a transmissão

$$\overline{\Delta f_0} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} (f_i(2) - f_i(5)),$$

$f_i(2)$  e  $f_i(5)$  = frequências, após o batimento, medidas em  $S_2$  e  $S_5$  em uma transmissão  $i$ .

c) Estabilidade da frequência a curto prazo

$$P_2 = \left\{ \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \left( \frac{f_i(2) - f_i(5) - \overline{\Delta f_0}}{f_i(2)} \right)^2 \right\}^{1/2}.$$

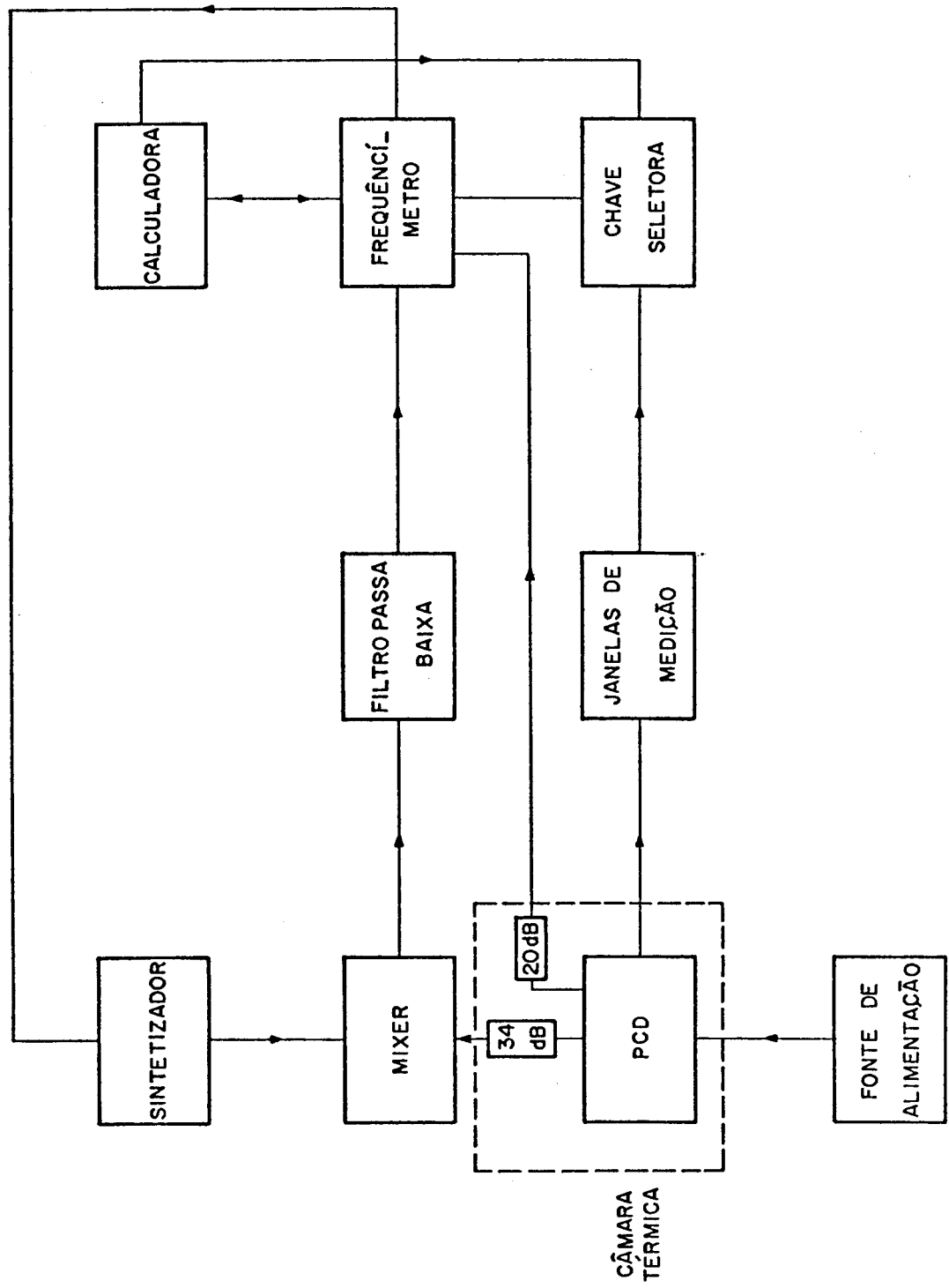
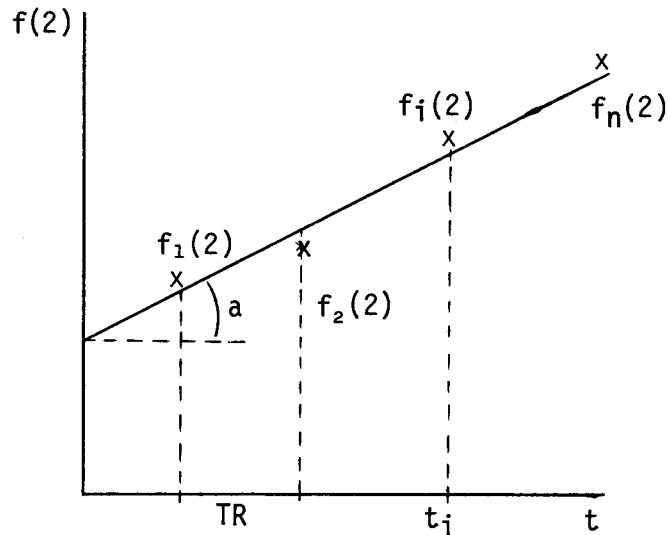


Fig. 2 - Diagrama de blocos para medição dos parâmetros de frequência e modulação.

d) Estabilidade da frequência a médio prazo

Esta medida é feita com a frequência, após o batimento (50KHz), em  $S_2$  com transmissões sucessivas por um período de 20 minutos,



sendo que:

$n$  = número de medidas em 20 minutos,

$TR$  = período de repetição das transmissões.

A estabilidade a médio prazo é definida pelo desvio "a",  
dado por:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (f_i - \bar{f})(f_i(2) - \bar{f}(2))}{\sum_{i=1}^n (f_i - \bar{f})^2},$$

onde:

$$\bar{f}(2) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ,$$

$$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i,$$

$$t_i = i \times TR.$$

e) Estabilidade da frequência a longo prazo

Esta medida  $\bar{f}$  é feita em  $S_2$  com um intervalo de 2 horas, ou seja:

$$\bar{f}(2)(f) - \bar{f}(2)(f+2h) = \Delta \bar{f}(2).$$

A estabilidade a longo prazo  $\bar{f}$  é definida por:

$$\frac{\Delta \bar{f}(2)}{\bar{f}(2)} .$$

f) Frequência de transmissão

$$f_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{10} f_i(2),$$

$f_i(2)$  = frequência da plataforma medida em  $S_2$  em uma transmissão  $i$ .

g) Modulação de fase

1) Desvio de fase

$$\phi_1 = \frac{2\pi(\tau S_3)}{10} \sum_{i=1}^{10} |f_i(3) - f_i(2)|,$$

$f_i(3)$  e  $f_i(2)$  = frequências, após o batimento, medidas em  $S_3$  e  $S_2$   
em uma transmissão  $i$ ,

$\tau S_3$  = largura do sinal  $S_3 = 1,25$  m seg.

### 2) Excursão de fase

$$\frac{\phi_1 + \phi_2}{10} = \frac{2\pi(\tau S_4)}{10} \sum_{i=1}^{10} |f_i(4) - f_i(2)|,$$

$f_i(4)$  e  $f_i(2)$  = frequências, após o batimento, medidas em  $S_4$  e  $S_2$   
em uma transmissão em  $i$ ,

$\tau S_4$  = largura do sinal  $S_4 = 1,25$  m seg.

### 3) Simetria de fase

$$S = \frac{2\phi_1 - (\phi_1 + \phi_2)}{\phi_1 + \phi_2}.$$

As medidas de modulação de fase são feitas obtendo  $f(3)$  em uma transmissão e  $f(2)$  e  $f(4)$  na próxima transmissão.

As listagens que se seguem apresentam os programas para os cálculos mostrados anteriormente.

Listagem do programa para o cálculo das medidas de frequência

```
0: ent "NUMERO
DA PCD",N
1: fxd 0;prt
"PCD NUMERO",N;
spc 2
2: ent "DIA",D;
ent "MES",M;
ent "ANO",A
3: fxd 0;prt
"DIA",D
4: prt "MES",M
5: prt "ANO",A;
spc 2
6: prt "DESVIO
DA FREQUE
NCIA";spc
7: ent "TEMPERAT
URA",Z
8: fxd 0;prt
"TEMPERATURA=";
Z;spc
9: dia L[10]
10: dia R[10]
11: dia B[10]
12: dia C[10]
13: wrt 719,"A,
1"
14: wrt 719,"B,
1"
15: wait 100
16: wrt 722,"E;
F0G5D0E7E1E4E8I
1";wait 100
17: 0+S
18: for I=1 to
10
19: fxd 0;dsp
"MEDIDA",I
20: red 722,R[I]
21: red 722,B[I]
22: fxd 2;prt
"S1",R[I]
23: fxd 2;prt
"S2",B[I]
24: (R[I]-B[I])↑
2/(401600000+
B[I])↑2+S+S
25: B[I]+V+V
26: next I
27: V/10+4016000
00+W
28: rS/r10+K
29: flt 2;prt K;
spc
30: if K>1/10↑7;
sto 33
31: prt "FREQUEN
CIA DENTRO
DO VALOR";spc 2
32: sto 34
33: prt "FREQUEN
CIA FORA DO
VALOR";spc 2
34: prt "ESTABIL
IDADE DA
FREQUENCIA";
spc
35: wrt 719,"A,
2"
36: wait 100
37: wrt 722,"E;
F0G5D0E7E1E4E8I
1";wait 100
38: 0+S
39: for I=1 to
10
40: fxd 0;dsp
"MEDIDA",I
41: red 722,B[I]
42: red 722,C[I]
43: fxd 2;prt
"S2",B[I]
44: fxd 2;prt
"S5",C[I]
45: B[I]-C[I]+
S+S
46: next I
47: S/10+K
48: 0+S
49: for I=1 to
10
50: ((B[I]-C[I]-
K)/(401600000+
B[I]))↑2+S+S
51: next I
52: rS/r20+L
53: flt 2;prt
"EST.CURTO TERM
O",L
54: if L>2/10↑9;
sto 57
55: prt "FREQUEN
CIA DENTRO
DO VALOR";spc 2
56: sto 58
57: prt "FREQUEN
CIA FORA DO
VALOR";spc 2
58: fxd 2;prt
"EST.FREQUENCIA
",W
59: if r(W12)>3;
sto 62
60: prt "EST.DEN
TRO DO VALOR"
;spc 2
61: sto 63
62: prt "EST.
FORA DO VALOR"
;spc 2
```

(continua)



## Conclusão

```
63: prt "MEDIORA
    DE FASE";:spc
64: dim G[10]
65: dim H[10]
66: 0+X
67: 0+Y
68: for I=1 to
    10
69: fxd 0;dsp
    "MEDIORA",I
70: wrt 719,"A,
    3"
71: wrt 722,"I1"
    ;wait 1000
72: red 722,L[I]
73: fxd 2;prt
    "S3",L[I]
74: wrt 719,"A,
    4"
75: wrt 722,"I1"
    ;wait 1000
76: red 722,G[I]
77: red 722,H[I]
78: fxd 2;prt
    "S2",G[I]
79: prt "S4",
    H[I];:spc
80: 2*pi*.00125*
    r((L[I]-G[I])^2
    )+X+X
81: 2*pi*.00125*
    r((H[I]-G[I])^2
    )+Y+Y
82: next I
83: X/10+D
84: Y/10+E
85: (2*D-E)/E+S
86: fxd 3;prt
    "DESVIO=";D
87: if D>1.2;
    sto 91
```

```
88: if D<1;sto
    91
89: prt "DENTRO
    DO VALOR";:spc
90: sto 92
91: prt "FORA
    DO VALOR";:spc
92: prt "EXCURSA
    0=";E
93: if E>2.4;
    sto 96
94: prt "DENTRO
    DO VALOR";:spc
95: sto 97
96: prt "FORA
    DO VALOR";:spc
97: prt "SIMETRI
    A=";S
98: if r(S^2)>.0
    4;sto 101
99: prt "DENTRO
    DO VALOR";:spc 3
100: sto 102
101: prt "FORA
    DO VALOR";:spc 3
102: fxd 2;prt
    "FREQ."RANSMISS
    A0";:spc
103: if W>401651
    200;sto 107
104: if W<401648
    800;sto 107
105: prt "FREQ.
    DENTRO DO VALOR
    ";:spc 3
106: sto 108
107: prt "FREQ.
    FORA DO VALOR"
108: end
*23874
```

Listagem do programa para o cálculo da estabilidade a médio prazo

```
0: ent "NUMERO
DA PCD",N
1: fxd 0!ert
"PCD NUM.",N;
  spc 2
2: prt "EST. A
MEDIO "ERMO";
  spc
3: ent "TEMPERAT
URA",Z
4: fxd 0!ert
"TEMPERATURA=",
Z;spc
5: dim B[240]
6: dsp "JANELA
S2"
7: stp
8: wrt 722,"E;
F0G500E7E1E4E8I
1";wait 100
9: 0+C
10: 0+D
11: 0+J
12: 0+S
13: for I=1 to
240
14: fxd 0!dsp
"MEDIDA",I
15: red 722,B[I]
16: fxd 2!dsp
B[I];wait 2000
17: B[I]+S+S
18: I+J+J
19: next I
20: S/240+A
21: J/240+T
22: for I=1 to
240
23: (I-")*(B[I]-
A)+C+C
24: next I
25: for I=1 to
240
26: (I-")†2+D+D
27: next I
28: C+60/(D*5)+U
29: fxd 5!ert U;
  spc
30: if r(U†2)>2;
sto 33
31: prt "FREQUEN
CIA DENTRO
DO VALOR";spc 4
32: sto 34
33: prt "FREQUEN
CIA FORA DO
VALOR";spc 4
34: fxd 2!ert
"FREQUENCIA=",
A;spc 4
35: end
*9058
```

### 3. GERAÇÃO DOS SINAIS

#### 3.1 - SINAL S1

O sinal S1 na Figura 3 ocorre 1 a 2 m seg. após o início da transmissão e tem uma duração de 10 m seg.

Os sinais PIT (Pulso de Início de Transmissão) e o de 400Hz, enviados pela PCD, são convertidos de 12 volts para 5 volts (nível de tensão para funcionamento dos circuitos integrados). Após IN1, na próxima transição positiva de  $\overline{CK}$  (1,25 m seg.), o sinal S1 vai para o nível "0". Após a quarta transição negativa de CK, quando o contador (74193) decrementado por este relógio atingiu o final de sua contagem (10 m seg.) o sinal S1 volta para o nível "1".

#### 3.2 - SINAL S2

O sinal S2 na Figura 4 ocorre durante o período que a portadora está sem modulação e depois do sinal S1. Após 15 transições negativas de CK e gerado o sinal IN2 que, na próxima transição de CK, armazenará o valor binário 40 nos contadores, levando o sinal S2 para o nível "0". Quando estes contadores, decrementados pelo sinal  $\overline{CK}$ , atingirem o final da contagem (100 m seg.), S2 volta para o nível "1".

#### 3.3 - SINAL S3

O sinal S3 na Figura 5 ocorre no meio da primeira transição do sinal modulante (160 m seg. após IN1) com uma largura de 1,25 m seg. O sinal CKD, gerado pelo PLL (4046), está defasado de  $90^\circ$  do sinal 400Hz.

Após o aparecimento de IN1 e de 64 transições negativas de CKD, o sinal S3 vai para o nível "0", permanecendo neste estado por meio período, quando então o flip-flop (7474) é resetado pelo sinal CKD. Desta maneira, o sinal S3 ocorre exatamente da primeira transição do sinal modulante, pois este é gerado a partir do sinal 400Hz.

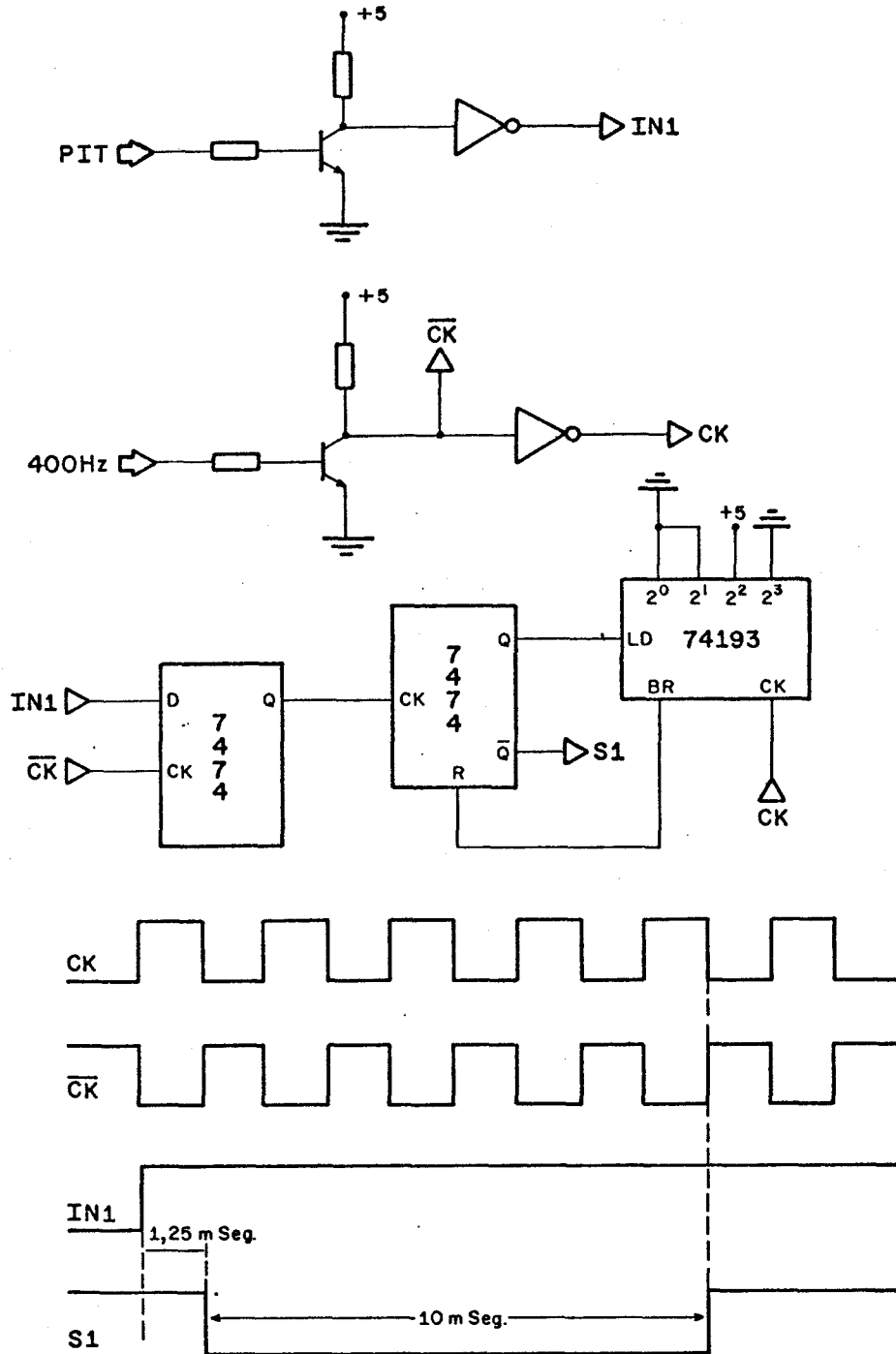


Fig. 3 - Diagrama de geração do sinal S1.

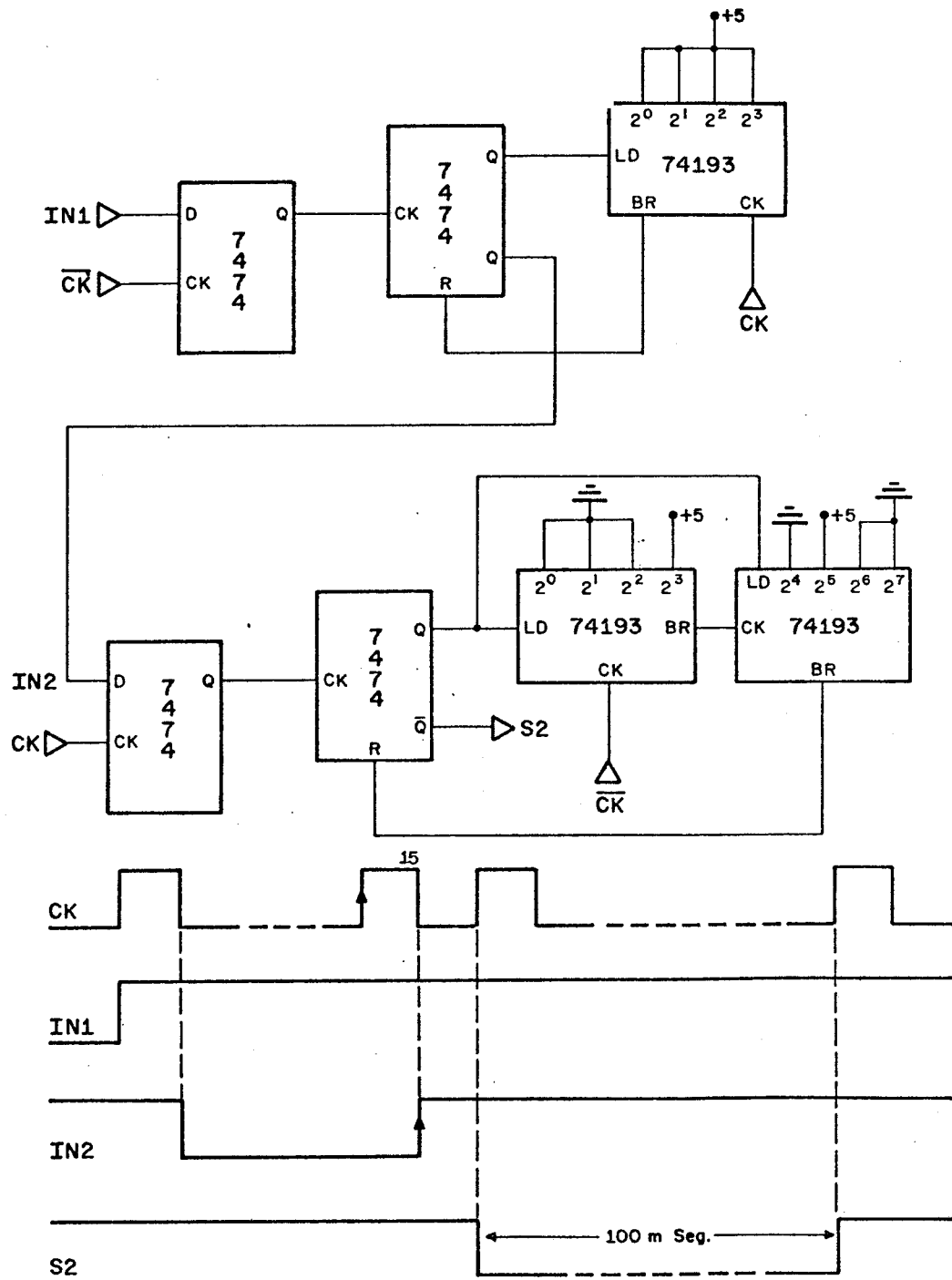


Fig. 4 Diagrama de geração do sinal S2.

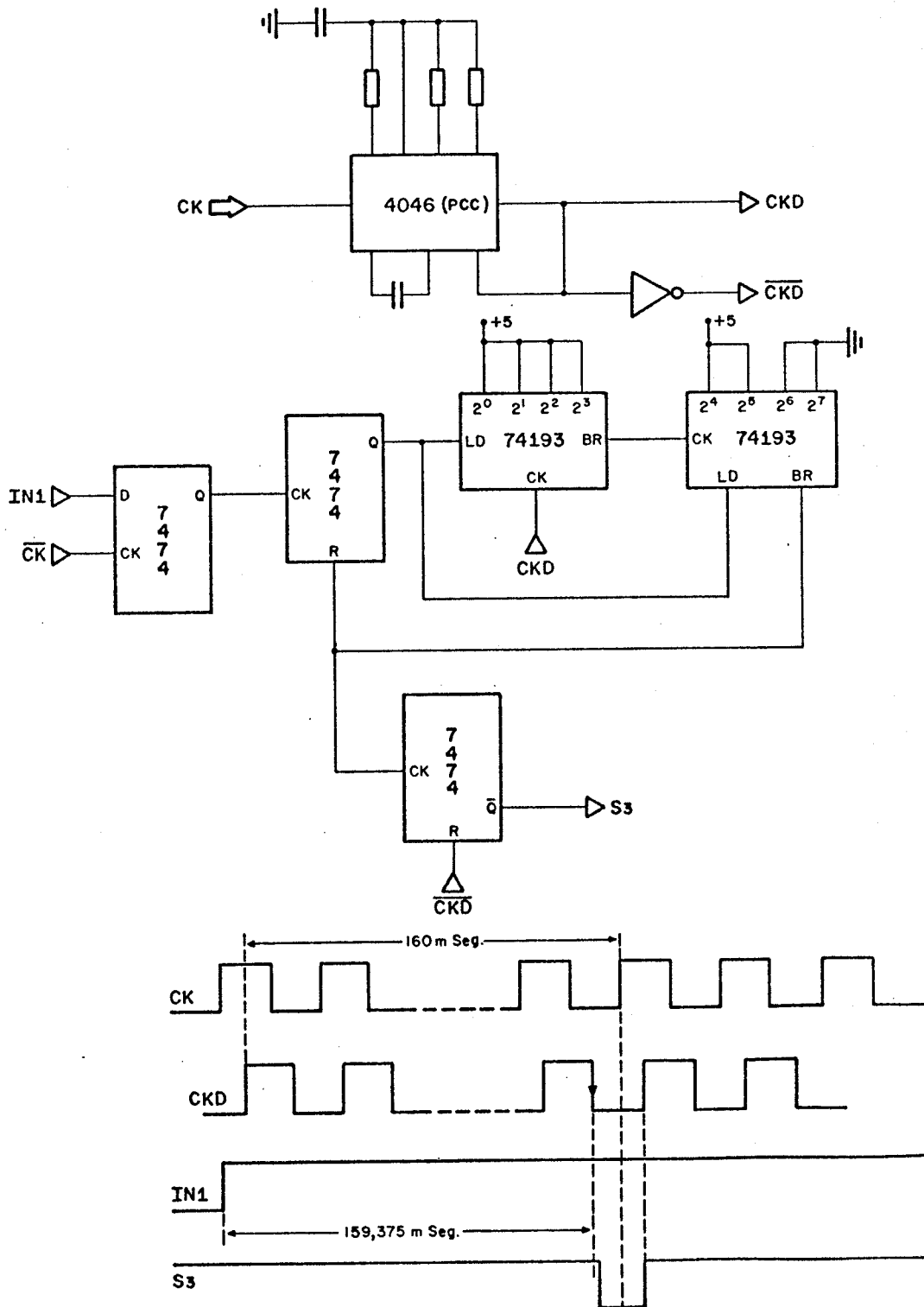


Fig. 5 - Diagrama de geração do sinal S3.

### 3.4 - SINAL S5

O sinal S5 na Figura 6, com uma largura de 100 m seg., ocorre após a 23ª transição do sinal modulante.

Após a subida de IN1 e 87 transições negativas de CKD, é gerado IN5 que na próxima transição de CKD (160 m seg. da portadora sem modulação mais 23 bits) armazena o valor binário 40 nos contadores, levando o sinal S5 para o nível "0". Quando estes contadores, decrementados pelo sinal  $\overline{\text{CKD}}$ , atingirem o final da contagem (100 m seg.), obriga o sinal S5 a voltar para o nível "1".

### 3.5 - SINAL S4

O sinal S4 na Figura 7, com largura de 1,25 m seg., ocorre no meio de uma transição positiva do sinal modulante. O sinal S5 armazena o valor binário 2 no contador (74193). Após 3 transições negativas de CKD, S4 vai para o nível "0". Na próxima transição positiva (1,25 m seg.) S4 volta para o nível "1", resetando o flip-flop (7474).

## 4. SINAIS PARA GATILHAMENTO DO CONTADOR

Conforme mostrado nos itens de a até g da seção 2, há necessidade da geração dos sinais S1 S2, S2 S5, S3 e S2 S4 que irão gatilhar o contador (HP 5345) para a medição dos parâmetros de frequência mostrados na Tabela 1.

Estes sinais são gerados conforme ilustra a Figura 8. Para gatilhar o contador, é necessário que os sinais estejam entre os níveis de 0 e -1 volts. Os sinais S3 ou S4 e S2 ou S5 são chaveados manualmente e utilizados para ajuste de modulação do transmissor da PCD.

A Figura 9 mostra o esquema completo da geração dos sinais S1 a S5.

Uma "LED", situada no painel frontal, indica a existência do pulso de início de transmissão (PIT).

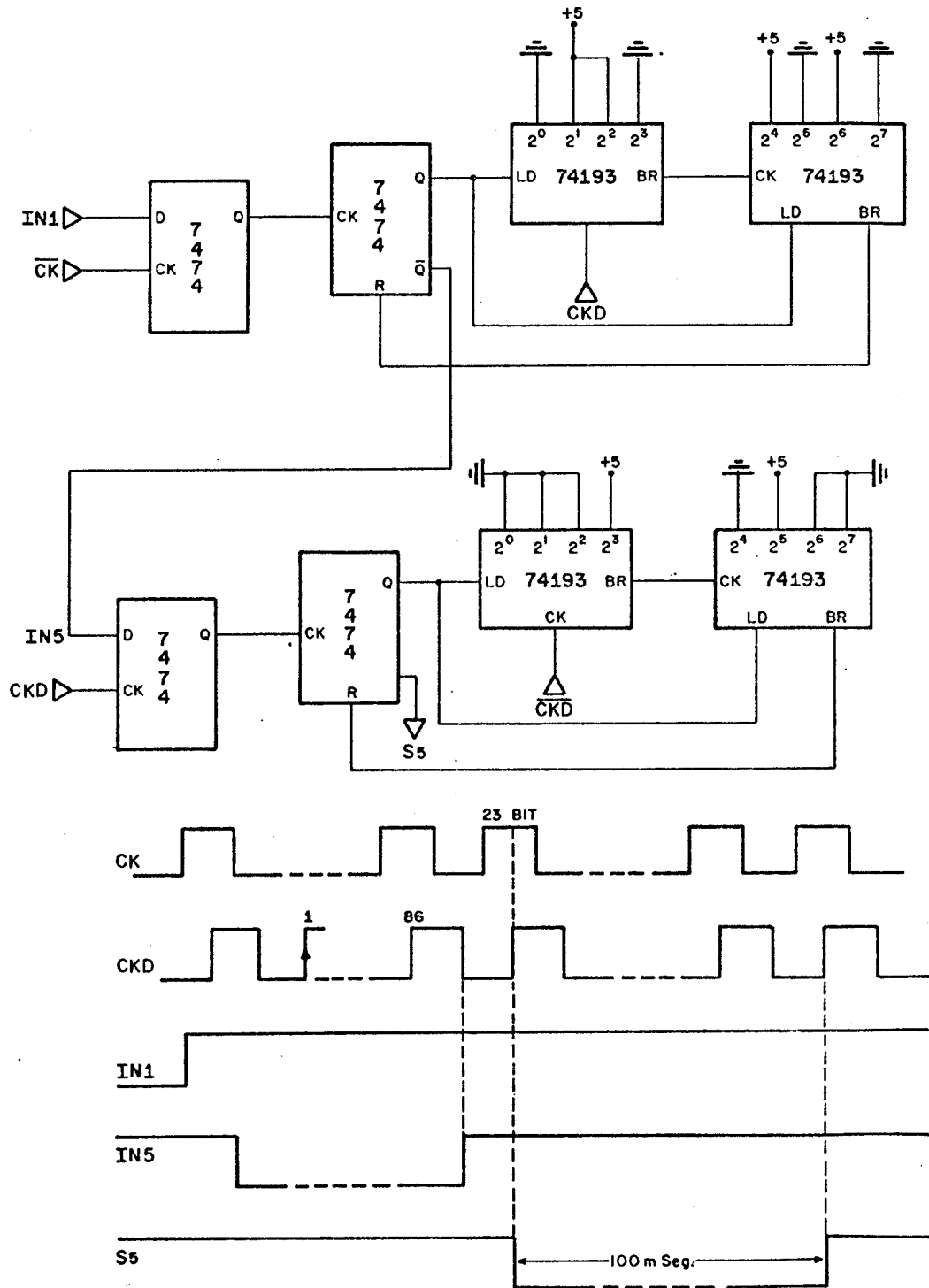


Fig. 6 - Diagrama de geração do sinal S.5.



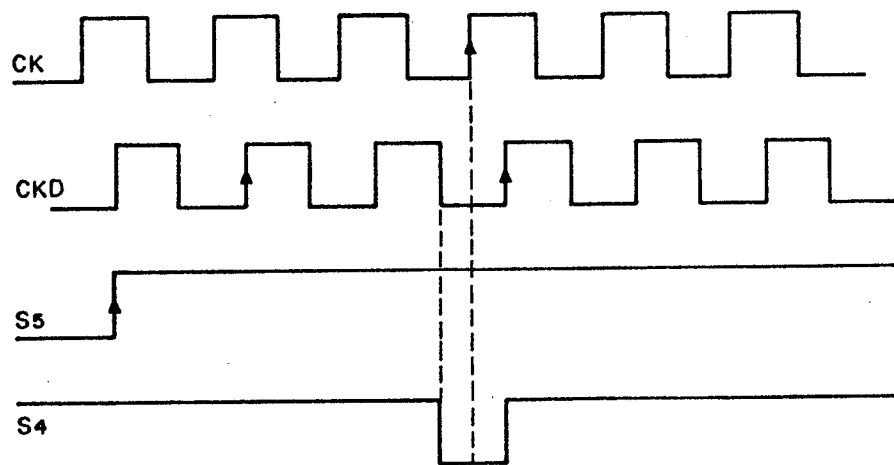
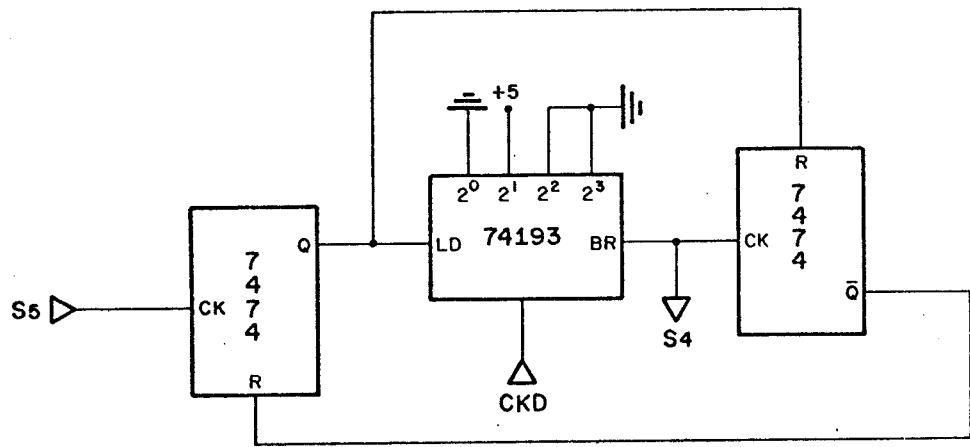


Fig. 7 - Diagrama de geração do sinal S4.

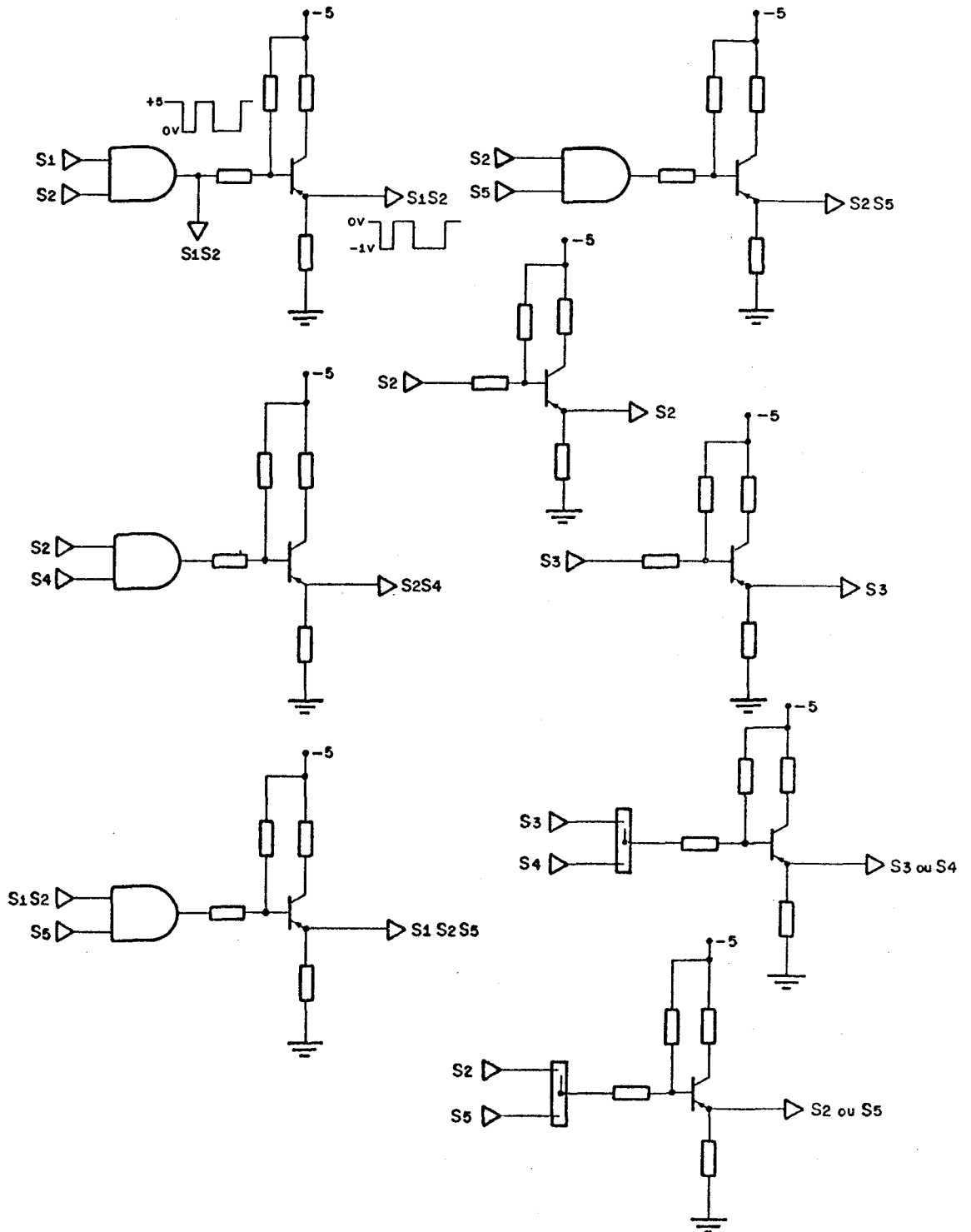
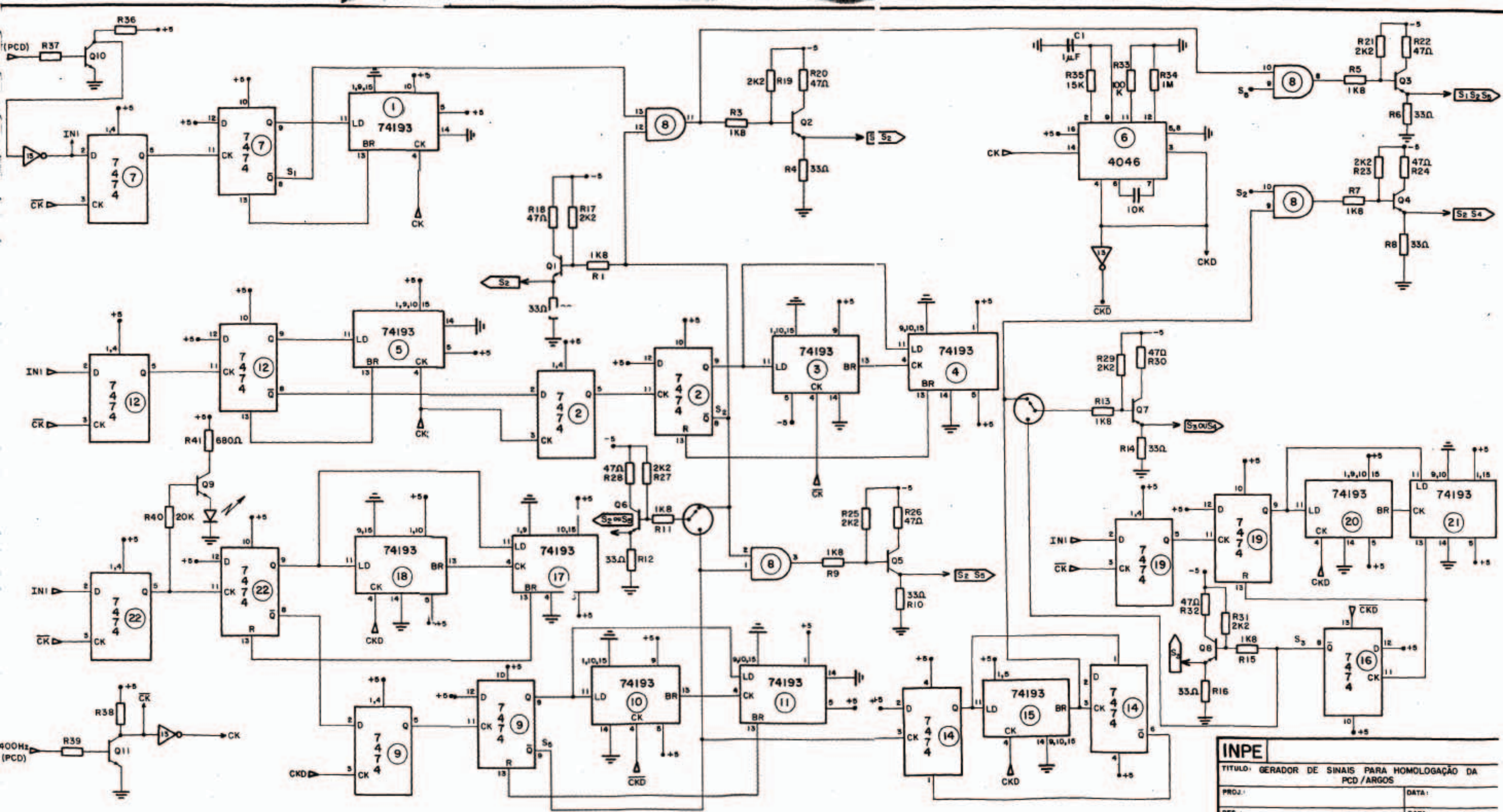


Fig. 8 - Sinais para gatilhar o contador HP5345.

A seguir Fig. 9 - Esquema elétrico dos sinais S1 à S5.



<b>INPE</b>	
TÍTULO: GERADOR DE SINAIS PARA HOMOLOGAÇÃO DA PCD / ARGOS	
PROJ.:	DATA:
DES.:	DATA: