

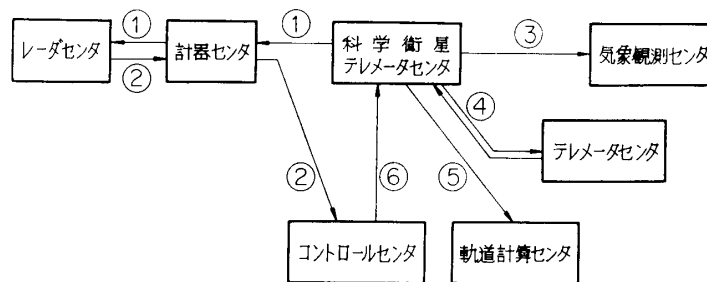
# 標準時刻信号伝送装置

齋藤 成文\*・長谷部 望\*\*・高中 泓 澄  
青木 和彦†・田島 睦也†・荻原 隆†

## 1. 概 要

標準時刻信号伝送装置は東京大学鹿児島宇宙空間観測所に設置され、局間ケーブルと共に時刻信号伝送システムを構成し、科学衛星テレメータセンタ内の標準時刻信号発生装置の出力信号を各センタ内のロケット打上げ観測用諸装置に伝送すると共に、レーダセンタ内のデータ処理装置 NEAC 2200/400 の出力信号をコントロールセンタ内のデータ表示装置に伝送することをおもな目的としている。

時刻信号伝送システムは第1図に示すごとくで、科学衛星テレメータセンタ内の標準時刻信号発生装置の出力信号なる基準信号 (1 MHz, 100 kHz および 10 kHz 正弦波), 時刻信号 (1 kHz, 100 Hz 60 sec などの信号) および時刻コード信号 (0.1 sec~10 H B. C. D) を局内, レーダセンタ, 気象観測センタ, テレメータセンタおよび軌道計算センタ内の観測用諸装置に伝送する系と, コントロールセンタ内のデータ表示装置を制御する制御用雑信号, XY レコーダ用信号およびデータ表示装置の数字管表示用ニクシー信号を, レーダセンタ内のデータ処理装置 NEAC 2200/400 からコントロールセンタへ伝送する系と, コントロールセンタ内の旧標準時刻信号出力装置の出力信号を, 科学衛星テレメータセンタへ伝送するための中継の系と, 各センタを結ぶケーブルで構成されている。



第1図 時刻信号伝送システム

第1図の①~⑥は信号の伝送路で、伝送路の一端に記された矢印は信号の伝送方向を示している。伝送路①~⑥に使用されているケーブルおよび伝送されている信号は第1表のとおりである。

\* 併任教授 (東大生産研)  
\*\* 東大生産技術研究所  
† 日本電気株式会社

第1表

伝送路	伝送信号	ケーブルの種類
①	基準信号, 時刻信号, 時刻コード信号	4.4 mm (8T)注, 0.9 mm 市外 PEF (54 P)
②	XY レコーダー用信号, ニクシー信号, 雑信号	0.9 mm 市外 PEF (88 P)
③	基準信号 時刻コード信号	4.4 mm (8 T) + 0.5 mm (3 P)
④	基準信号 時刻コード信号	0.9 mm 市内 PEE (3 P×2), 0.9 mm 市外 PEF (38 P)
⑤	時刻コード信号	0.9 mm 市外 PEF (38 P)
⑥	旧時刻コード信号	0.9 mm 市内 PEE (20 P)

注 T は細心同軸, P はペアー

第2表

センタ	機器名	備考
科学衛星テレメータセンタ	NG-26403 時刻信号伝送装置 送信架	写真 1, 2
	NG-26403 " 表示架	
	NG-26403 " 電源架	
	NG-26406 中継線輪装置A 第一架	
	NG-26406 " 第二架	
レーダセンタ	NG-26404 時刻信号伝送装置 受信架	写真 3
	NG-26407 中継線輪装置B 第一架	
	NG-26407 " 第二架	
	NG-26408 中間分配架A	
	NG-26399 レーダデータ伝送装置 送信架	
気象観測センタ	NG-26405 時刻信号伝送装置 受信 中継線輪架A	写真 4
	NG-26405 時刻信号伝送装置 受信 中継電源架	
テレメータセンタ	NG-26411 時刻信号伝送装置 受信 中継線輪架B	写真 5
	NG-26411 時刻信号伝送装置 受信 中継電源架	
軌道計算センタ	NG-26500 時刻信号伝送装置 受信 中継線輪架C	写真 6
	NG-26500 時刻信号伝送装置 受信 中継電源架	
コントロールセンタ	NG-26409 中継線輪架C	写真 7
	NG-26410 中間分配架B	
	NG-26400 レーダデータ伝送装置 受信第一架	
	NG-26400 " 受信第二架	

## 2. 構成機器

本装置の構成は次のとおりで、本装置を構成する機器の設置されるセンタおよび外観は第 2 表および写真 1～7 に示した。

架	大 き さ	数 量
2 m 架	(高さ $2000^{+1}_{-4}$ mm, 幅 $520^{+1}_{-4}$ mm, 奥行 $225 \pm 2.5$ mm)	16 架
1.5 m 架	(高さ $1500^{+1}_{-4}$ mm, 幅 $520^{+1}_{-4}$ mm, 奥行 $225 \pm 2.5$ mm)	3 架
特 殊 架	(高さ $1890 \pm 2$ mm, 幅 $700 \pm 2$ mm, 奥行 $550 \pm 2.5$ mm)	1 架

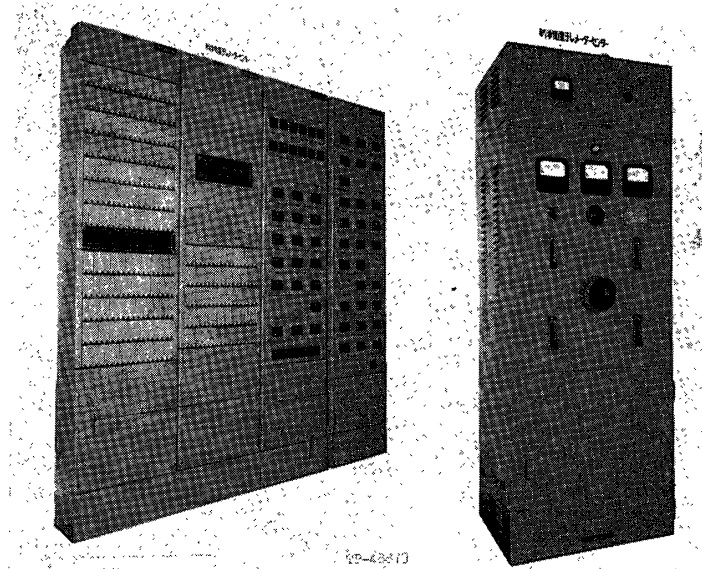


写真 1

写真 2

写真 1 の左より

NG-26403 時刻信号伝送装置送信架

NG-26403 時刻信号伝送装置表示架

NG-26406 中継線輪装置 A 第一架

NG-26406 中継線輪装置 A 第二架

写真 2

NG-26403 時刻信号伝送装置電源架

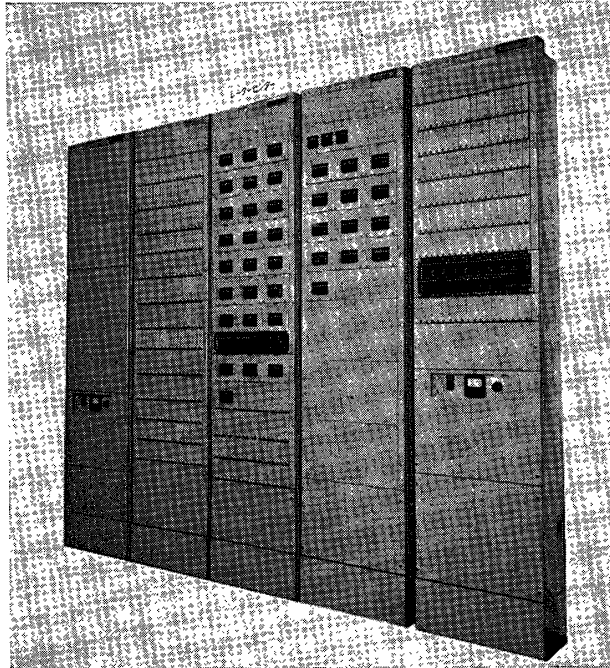


写真 3

- 左より  
 NG-26408 中間分配架A  
 NG-26399 レーダーデータ伝送装置送信架  
 NG-26407 中継線輪装置B第二架  
 NG-26407 中継線輪装置B第一架  
 NG-26404 時刻信号伝送装置受信架

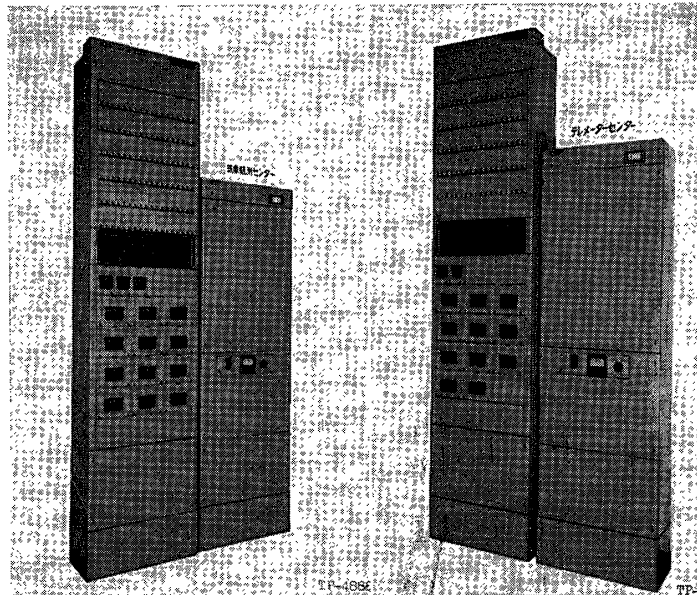


写真 4

写真 5

- 左より  
 NG-26405 時刻信号伝送装置受信中継線輪架A  
 NG-26405 時刻信号伝送装置受信中継電源架
- 左より  
 NG-26411 時刻信号伝送装置受信中継線輪架B  
 NG-26411 時刻信号伝送装置受信中継電源架

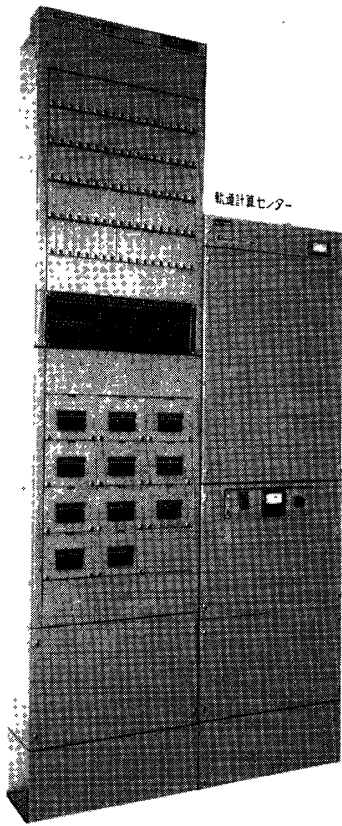


写真 6

左より  
 NG-26500 時刻信号伝送装置受信中継線輪架C  
 NG-26500 時刻信号伝送装置受信中継電源架

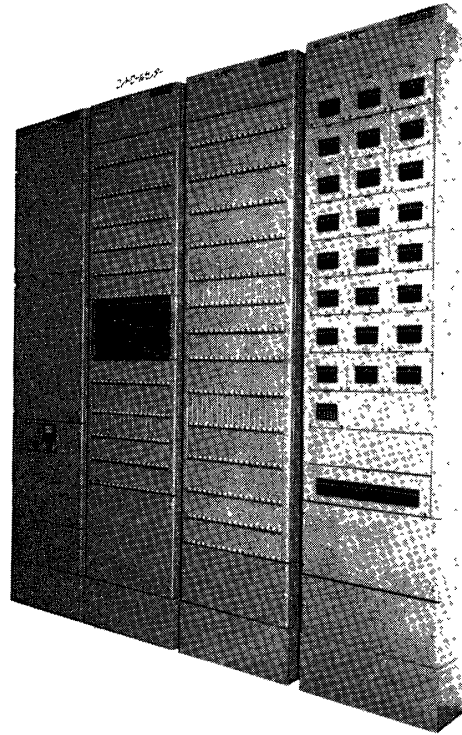


写真 7

右より  
 NG-26410 中間分配架B  
 NG-26400 レーダーデータ伝送装置受信第二架  
 NG-26400 レーダーデータ伝送装置受信第一架  
 NG-26409 中継線輪架C

### 3. 関連する観測用装置

本装置に接続される観測用装置を以下の表に示した。

セ ン タ	観 測 用 諸 装 置	セ ン タ	観 測 用 諸 装 置
科学衛星テレメータ センタ	標準時刻信号発生装置 PCM テレメータ 136MHz ドップラー受信装置 400MHz ドップラー受信装置	気象観測センタ	136MHz トラッキング 受信装置
		テレメータセンタ	旧標準時刻信号発生装置 データ送出装置
レ ー ダ セ ン タ	指令制御精密レーダ レーダ接続装置 光学観測系 データ処理装置 NEAC2200/400	軌道計算センタ	データ処理装置
		コントロールセンタ	データ表示装置 旧標準時刻信号出力装置

## 4. 性 能

## 4.1 標準時刻信号発生装置からの入力信号を次表に示す

信号の種類	波 形	電 圧	インピーダンス	立上り時間	ジ ャ ャ ー
1 MHz	正 弦 波	0.5 V r. m. s	50Ω 負荷	1 μS>	1 μS>
100 kHz	"	"	"	"	"
10 kHz	矩 形 波	1" = +5.5 ± 1 V 0" = 0 ± 0.5 V	200Ω ± 2% 負 荷	"	"
1 "	"	"	"	"	"
200 Hz	"	"	"	"	"
100 "	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"
1 "	"	"	"	"	"
10 S	2 ms ± 20% パルス	"	"	"	"
30 "	"	"	"	"	"
1 min	"	"	"	"	"
J. S. T 0.1 S	B, C, D コード D, C 信号	"	"	"	"
1 "	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"
1 min	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"
1 h	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"
U. T 1 h	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"

## 4.2 P. C. M テレメータへの出力信号

信号の種類	波 形	電 圧	負荷インピー ダンス	立上り時間	ジ ャ ャ ー
1 Hz	矩 形 波	1" ≥ +5 V 0 = 0 ± 0.5 V	1 kΩ	10 μS>	10 μS>
J. S. T 1 S	B, C, D コード D, C 信号	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"
1 min	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"
1 h	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"

## 4.3 136 MHz および 400 MHz ドップラー受信装置への出力信号

信号の種類	波 形	電 圧	負荷インピー ダンス	立上り時間	ジ ャ ッ タ ー
1 MHz	正 弦 波	1.59~1.20 V. P. P	75Ω		
(注 1) 100 kHz	"	"	"		
1 Hz	矩 形 波	1" $\geq +5V$ 0" = $0 \pm 0.5V$	"	1 $\mu S >$	1 $\mu S >$
10 S	2 ms $\pm 20\%$ パルス	1" $\geq +5V$ 0" = $0 \pm 0.5V$	1 kΩ	10 $\mu S >$	10 $\mu S >$
30 "	"	"	"	"	"
1 min	"	"	"	"	"
J. S. T 1 S	B. C. D コード D. C 信号	"	(注 2) "	(注 3) "	(注 4) "
10 "	"	"	1 kΩ	10 $\mu S >$	10 $\mu S >$
1 min	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"
1 h	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"
U. T 1 h	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"

注 1 100 kC 正弦波は 400 MHz ドップラー受信装置へのみ供給される。

注 2 J. S. T 1 S B. C. D コード D. C 信号の 1 S  $\times 2^\circ$  の信号は負荷インピーダンス 1 kΩ および 75 Ω の負荷に供給される。

注 3 75 Ω 負荷の場合の立上り時間は 1  $\mu S$  以下となっている。

注 4 75 Ω 負荷の場合のジッターは 1  $\mu S$  以下となっている。

## 4.4 光学観測系への出力信号

信号の種類	波 形	電 圧	負荷インピー ダンス	立上り時間	ジ ャ ッ タ ー
10 kHz	正 弦 波	3.15~2.52 VPP	75Ω		
1 "	矩 形 波	1" $\geq +3V$ 0" = $0 \pm 0.5V$	1 kΩ	20 $\mu S >$	20 $\mu S >$
100 Hz	2 ms $\pm 20\%$ パルス	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"

## 4.5 レーダ接続装置への出力信号

信号の種類	波 形	電 圧	負荷インピー ダンス	立上り時間	ジ ャ ッ タ ー
200 Hz	2 ms ± 20% パルス	1" ≥ +5 V 0" = 0 ± 0.5 V	330 Ω	10 μS >	10 μS >
10 Hz	"	"	"	"	"
J. S. T 0.1 S	B. C. D コード D. C 信号	"	"	500 μS >	500 μS >
1 "	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"
1 min	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"
1 h	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"

## 4.6 指令制御精密レーダへの出力信号

信号の種類	波 形	電 圧	負荷インピー ダンス	立上り時間	ジ ャ ッ タ ー
0.1 S	2 ms ± 20% パルス	1" ≥ +5 V 0" = 0 ± 0.5 V	1 kΩ	10 μS >	10 μS >
1 "	"	"	"	1 ms >	1 ms >
10 "	"	"	"	"	"
60 "	"	"	"	"	"
J. S. T 1 S	B. C. D コード D. C 信号	"	"	500 μS >	500 μS >
10 "	"	"	"	"	"
1 min	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"
1 h	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"
U. T 1 h	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"



## 4.7 136 MHz トラッキング受信装置への出力信号

信号の種類	波 形	電 圧	負荷インピー ダンス	立上り時間	ジ ャ ッ タ ー
1 MHz	正 弦 波	0.5 V r. m. s ± 1 dB	75 Ω		
1 kHz	矩 形 波	$1'' \geq +5 \text{ V}$ $0'' = 0 \pm 0.5 \text{ V}$	1 kΩ	100 μS >	100 μS >
100 Hz	2.5 ms ± 20% パルス	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"
1 "	"	"	"	"	"
J. S. T 0.1 S	B. C. D コード D. C 信号	"	"	500 μS >	500 μS >
1 "	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"
1 min	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"
1 h	"	"	"	"	"
10 h	"	"	"	"	"
U. T 1 h	"	"	"	"	"
10 h	"	"	"	"	"

## 4.8 データ送出装置への出力信号

信号の種類	波 形	電 圧	負荷インピー ダンス	立上り時間	ジ ャ ッ タ ー
J. S. T 0.1 S	B. C. D コード D. C 信号	$1'' \geq +5 \text{ V}$ $0'' = 0 \pm 0.5 \text{ V}$	1 kΩ	500 μS >	500 μS >
1 "	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"
1 min	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"
1 h	"	"	"	"	"
10 h	"	"	"	"	"
U. T 1 h	"	"	"	"	"
10 h	"	"	"	"	"

## 4.9 旧標準時刻信号発生装置への出力信号

信号の種類	波 形	電 圧	負荷インピーダンス
100 kHz	正 弦 波	0.5 V r. m. s ± 1 dB	50 Ω

## 4.10 データ処理装置への出力信号

信号の種類	波 形	電 圧	負荷インピー ダンス	立上り時間	ジ ャ ッ タ ー
J. S. T 0.1 S	B. C. Dコード D. C 信号	$1'' \geq +5V$ $0'' = 0 \pm 0.5V$	1 k $\Omega$	500 $\mu$ S >	500 $\mu$ S >
1 "	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"
1 min	"	"	"	"	"
10 "	"	"	"	"	"
1 h	"	"	"	"	"
10 h	"	"	"	"	"
U. T 1 h	"	"	"	"	"
10 h	"	"	"	"	"

## 4.11 データ処理装置 NEAC 2200/400 からの入力信号

信号の種類	波 形	電 圧	立上り時間	ジ ャ ッ タ ー	備 考
XY レコーダ信号	D. C	$1'' \geq +6.5V$ $0'' = 0 \pm 0.5V$	250 $\mu$ S >	250 $\mu$ S >	最小周期 5 ms 7 回線
ニクシー信号	D. C 10 進	$1'' = 0 \pm 0.5V$ $0'' \geq +50V$	50 ms >	50 ms >	43 回線
雑 信 号	D. C	$1'' = 0 \pm 0.5V$ $0'' = +28V \text{ or } +12V$			

## 4.12 データ表示装置への出力信号

信号の種類	波 形	電 圧	立上り時間	ジ ャ ッ タ ー	備 考
XY レコーダ信号	D. C	$1'' \geq +6V$ $0'' = 0 \pm 0.5V$	250 $\mu$ S >	250 $\mu$ S >	最小周期 5 ms
ニクシー信号	D. C 10 進	$1'' \leq +1V$ $0'' \geq 40V$	50 ms >	50 ms >	43 回線
雑 信 号	D. C	$1'' \leq +1V$	"	"	

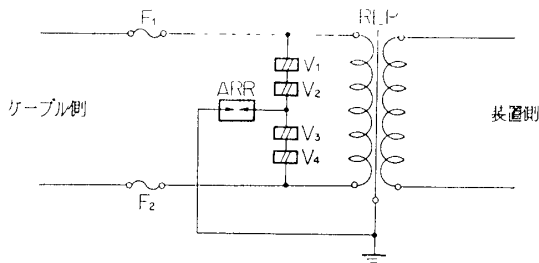
## 4.13 旧標準時刻信号出力装置からの入力信号

信号の種類	波 形
J. S. T 1 S	B. C. Dコード D. C 信号
10 "	"
1 min	"
10 "	"
1 h	"
10 "	"

5. 技術的考察

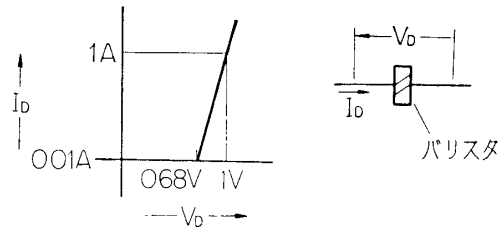
5.1 避雷対策

本装置に要求される規格中、特にジッターの規格を満足させるために信号の伝送回路には、リレー接点を使用せずにトランジスタが使用されている。落雷の際雷サージからトランジスタ回路を保護するために第 2 図に示される避雷回路を使用している。局間ケーブルの大地に対する平衡度を十分とるために中継線輪 (REP) を使用する。落雷の際ケーブルと大地間に生じるサージ雷圧はアレスタ (ARR) により放電させるようになっている。放電電圧は尖頭値で約 420 V~700 V である。サージのエネルギーが大きい場合は警報ヒューズ (F<sub>1,2</sub>) が切れ、線間不平衡電圧が生じた場合は、バリスタ (V<sub>1~4</sub>) によって吸収し装置のトランジスタ回路を保護するように設計されている。バリスタの電圧電流特性は第 3 図のごとく示されるので、バリスタを 4 個直列に接続した場合のブレイクダウン電圧は約 0.68×4=2.72 (V) となり、装置側に入るサージを約 5.44 V. PP におさえている。

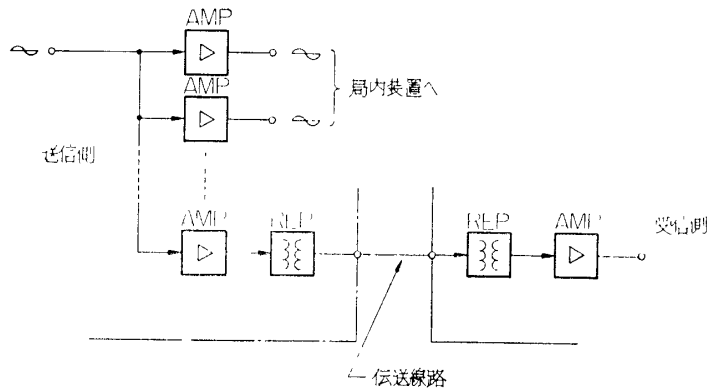


- REP 中継線輪
- V<sub>1~4</sub> バリスタ
- ARR アレスタ
- F<sub>1,2</sub> ヒューズ

第 2 図 避雷回路



第 3 図 バリスタの電圧電流特性

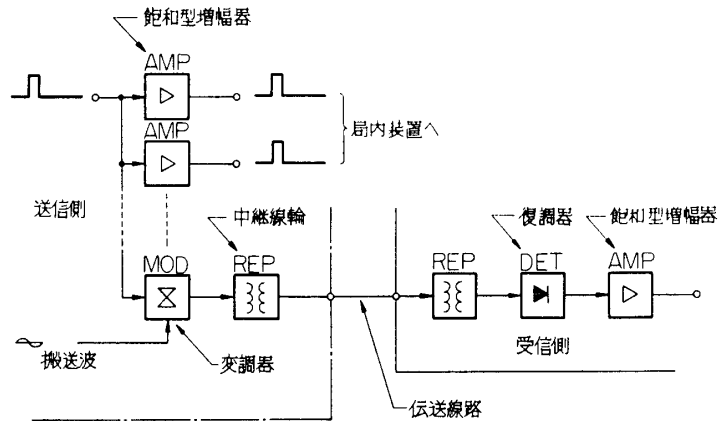


第 4 図 正弦波分配回路

5.2 伝送および分配の基本回路構成

5.2.1 1 MHz, 100 kHz, 10 kHz 正弦波の分配は線形分岐増幅器を介し第 4 図のごとく分配される。

5.2.2 パルスおよび BCD 信号の分配は第 5 図のごとく送信側の局内装置へは飽和型増



第 5 図 パルスおよび BCD 信号分配回路

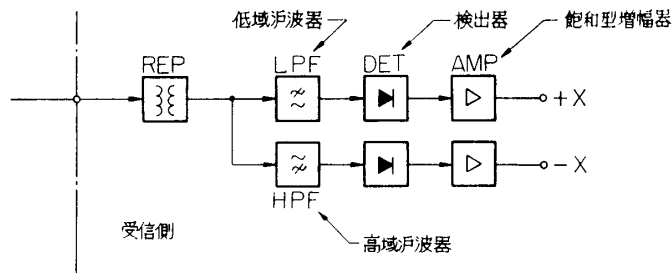
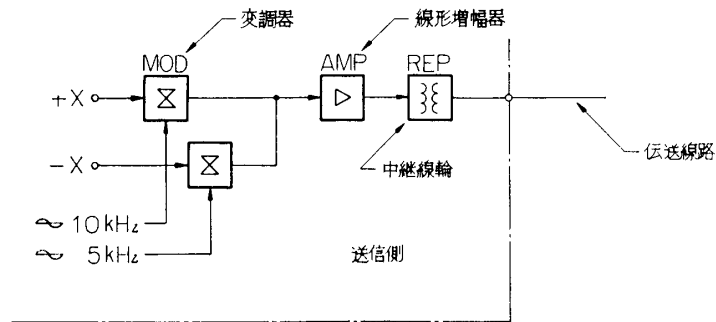
幅器を介し分配され、局外へは 100 kHz または 10 kHz 正弦波を搬送波とし、これを変調して伝送する。受信側では被変調波を全波整流し、整流電圧の検出を行なう復調器および波形整形を行なう飽和型増幅器を介して分配される。

搬送周波数は分配される信号のジッターの大きさにより選択され、100  $\mu$ s 以下のジッターが要求される信号には、100 kHz の搬送波を使用している。

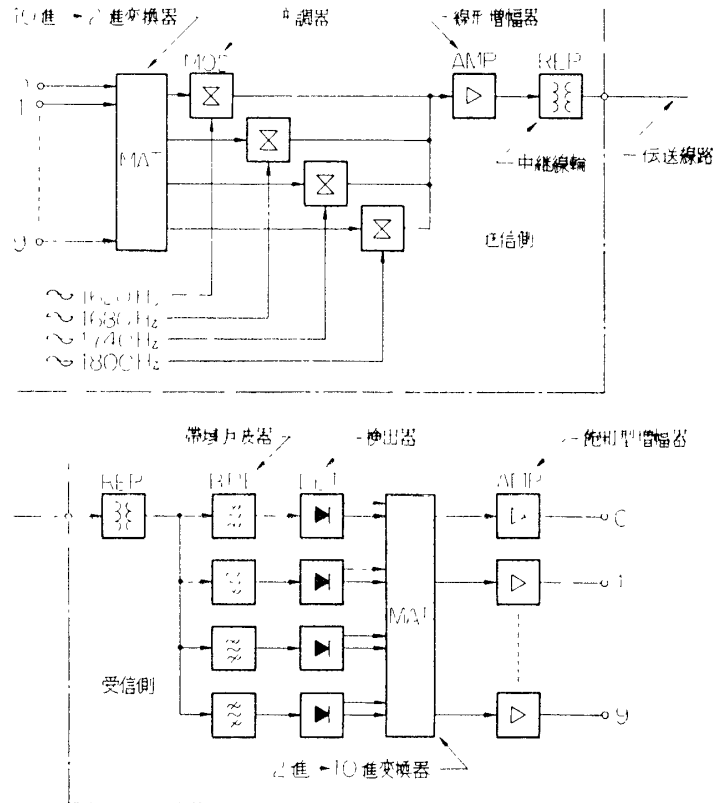
5.2.3 XY レコーダ用信号の伝送は、5 kHz および 10 kHz 正弦波を搬送波とした第 6 図のごとき 2 多重伝送方式を採用している。

5.2.4 ニクシー表示用信号の伝送は 10 進信号を 2 進信号に変換し、搬送波として次の 4 周波を使用した第 7 図のごとき 4 多重伝送を採用している。

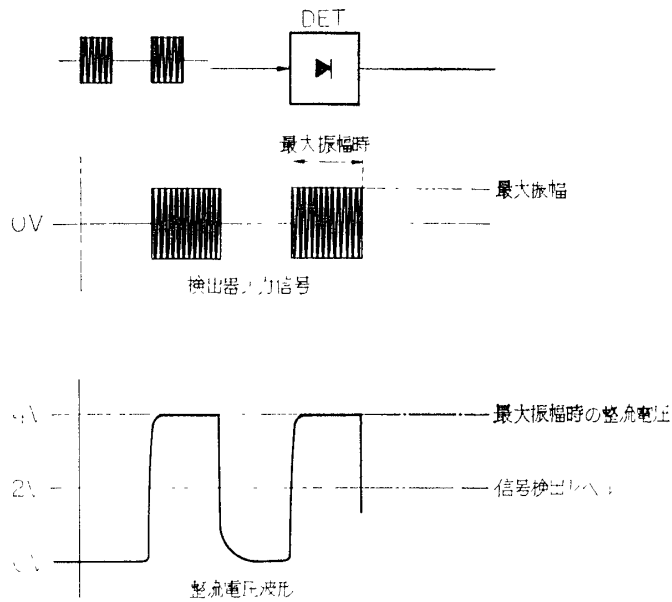
搬送周波数 1,620 Hz, 1,680 Hz, 1,740 Hz, 1,800 Hz



第 6 図 XY レコーダ用信号伝送回路



第 7 図 ニクシー表示用信号伝送回路



第 8 図 検出器の検出レベル

### 5.3 予備回線

本システムに係る各センタを結ぶケーブルの回線数は、使用回線数の 10% 以上の予備回線をもっている。

### 5.4 検出器の検出レベル

受信側で信号の検出をする場合の検出レベルは、被変調波の最大振幅の 1/2 の点にセッティングされ、最大振幅時の整流電圧は直流値 4 V にセッティングされている。(第 8 図)

### 5.5 S/N

被変調波の伝送回路で 23 dB 以上、正弦波のみの伝送回路で 40 dB 以上。

### 5.6 警 報

警報ヒューズが切れた場合は、ヒューズに白色の警報が現れると共に架上の警報ランプが点灯する。

### 5.7 電 源

科学衛星テレメータセンタに設置される、NG-26403 時刻信号伝送装置電源架には浮動電源方式が採用され、停電の際でも 2 時間は各センタへ時刻信号が伝送されるように設計されている。

## 6. 結 果

本装置の出力端における信号は、十分に規格を満足し本装置と接続されるすべての既設観測用諸装置との接続動作試験を完了し、所期の目標を達成した。

1969 年 3 月 15 日 宇宙工学