

CONTRIBUCIONES
INSTITUTO ITALIANO
RADIOTELESCOPIO N° 3

1

RADIOTELESCOPIO SOLAR PARA
11 CENTIMETROS.

V.Boriakoff, R.Dugatkin,
E.Filloy, O.H.González Ferro,
F.M.Strauss

INSTITUTO ARGENTINO DE RADIOASTRONOMIA
de
RADIOTELESCOPIO SOLAR PARA 21 CENTIMETROS N.

(3)

V.Boriakoff - R.Dugatkin - E.Filloy - O.H.González Ferro -
F.M.Strauss.

RESUMEN

Se describe un Radiotelescopio para la banda de 11 cm que posee una antena parabólica de 1,80 m de diámetro montada en forma ecuatorial y alimentada por un dipolo. El receptor es un superheterodino, con un mezclador a diodo y dos amplificadores de frecuencia intermedia de 30 MHz consecutivos con un ancho de banda total de predetección de 2 MHz. El detector es de respuesta cuadrática y excita un amplificador de corriente continua cuya salida se registra gráficamente en una cinta de papel.

Este instrumento fue construido para efectuar un programa de estudios solares en el Instituto Argentino de Radioastronomía, en sus instalaciones del Parque Pereyra Iraola, Provincia de Buenos Aires.

I. INTRODUCCION

Se ha procurado diseñar y construir, con materiales disponibles en la plaza electrónica local, un radiotelescopio capaz de registrar en forma continua el flujo total de energía irradiada por el sol en la banda de 11 cm. La densidad de flujo solar en dicha banda es del orden de 5×10^{-21} watt m^{-2} Hz $^{-1}$ (nivel del sol calmo) y es interesante observar fluctuaciones rápidas con amplitudes hasta 100 veces menores. Se disponía de una antena parabólica de radar de 1,80 metros de diámetro cedida para este fin por CITEFA (Comisión de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas).

La frecuencia de 2695 MHz fue elegida por estar comprendida en la banda reservada para Radioastronomía (1).

En principio, un equipo que cumpla con estas especificaciones puede ser del tipo superheterodino convencional si se toman precauciones especiales para mantener constante la ganancia sobre largos intervalos de tiempo. Este factor obliga a utilizar fuentes de alimentación de gran regulación, tanto para las tensiones anódicas como para las de filamento (si se utilizan válvulas termoiónicas), para obtener la necesaria estabilidad, que en nuestro caso debe ser del orden de 10^{-3} , para que las variaciones de ganancia no superen a las fluctuaciones debidas al ruido (2). Este inconveniente puede ser obviado en gran parte utilizando el sistema de DICKE (3); pero este sistema requiere una llave para conmutar la señal de la antena por una señal de referencia. Como en nuestro mercado no se dispone de este tipo de llave y su construcción es muy laboriosa, se optó por el diseño más sencillo, quedando para el futuro cercano el agregado de la llave y elementos accesorios (detector sincrónico y generador de la señal de conmutación).

La construcción y ajuste del equipo se completó en enero de 1966, estando instalado en las dependencias del Instituto Argentino de Radioastronomía, en el Parque Pereyra Iraola, Provincia de Buenos Aires. Desde esa fecha está funcionando y se obtienen datos diarios del flujo solar. Estos datos tienen múltiples aplicaciones para la física solar, la física de la alta atmósfera y el estudio y pronóstico de perturbaciones a las radiopropagaciones.

II. DESCRIPCION DEL EQUIPO

1) Diagrama en bloques

En la figura 1 se observa el diagrama en bloques del equipo;

las figuras 2 y 3 son vistas del rack y la figura 4 es una vista de la antena. La señal captada por la antena en las frecuencias de 2695 y 2755 MHz (no hay supresión de banda lateral) es mezclada con la del oscilador local (2725 MHz) en el mezclador obteniéndose 30 MHz a la salida de éste, que son amplificados en un circuito cascode. Tanto el mezclador como el cascode se encuentran en la caja adosada a la montura de la antena (figura 4). De allí la señal de 30 MHz pasa al rack que se encuentra en una caseta junto a la antena donde es atenuada 26 db para no saturar el detector cuadrático. Luego del atenuador sigue una nueva etapa de amplificación de 30 MHz y a continuación el detector cuadrático y amplificador de corriente continua que produce la deflexión del registrador.

A continuación se describe con más detalle cada parte del equipo.

2) Antena

La antena es un dipolo de media onda con reflector parabólico y está montada en forma ecuatorial. El movimiento en ascensión recta se logra por medio de engranajes movidos por una manivela. La declinación se ajusta una vez por día por medio de un sistema de dos varillas roscadas.

La distancia focal de la parábola es 54,4 cm; la relación focal es f/d 0,3. La precisión de la superficie parabólica es del décimo de longitud de onda. El dipolo está montado sobre un alimentador coaxil rígido que contiene además un transformador de impedancia ajustable por medio de dos piezas de teflón de $1/4$ de longitud de onda, ajustadas para una relación de ondas estacionarias de tensión de 1,02 a 50 ohms. Por encima del dipolo, montado en el extremo del alimentador, hay un reflector plano

tipo disco ubicado a un cuarto de longitud de onda del dipolo. Todo el sistema es desmontable. El lóbulo principal de la antena es elíptico con anchos de 4 por 5,3 grados a media potencia. Las dimensiones del lóbulo han sido obtenidas en base a observaciones del sol tomado como radio fuente puntual (el diámetro aparente del sol en 11 cm es aproximadamente medio grado).

Se ajustó la inclinación del eje polar a un valor de 34 grados 52 minutos sobre el plano horizontal quedando aproximadamente paralelo al eje terrestre. Su plano vertical concuerda con el plano meridiano con error menor que 5 minutos de arco. Esto repercute en un error de solo 10 minutos de arco en el correcto seguimiento del sol de horizonte a horizonte, lo que es despreciable frente al ancho del lóbulo de radiación de la antena.

3) Oscilador local

El oscilador local posee una válvula tipo ^{CWL} 2K41/417A Klystron reflex con su fuente de tensión regulada, oscilando en 2725 MHz. Posee a la salida un atenuador coaxial de 10 db para eliminar problemas de adaptación de impedancias. Su frecuencia es ajustable por medio de un control mecánico (ajuste grueso) que varía las dimensiones de la cavidad resonante, y un control fino que varía la tensión del electrodo repeledor.

4) Mezclador

El mezclador (figura 5) está ubicado sobre el chasis del cascode junto a la antena. Se observa en la entrada de antena un trozo de línea coaxial de $1/4$ de longitud de onda en corto circuito que provee el retorno de la componente continua del diodo mezclador y sirve de trampa para la frecuencia intermedia y las armónicas pares del oscilador local. Sigue un transformador de adaptación de impedancias entre la antena y el diodo cuya longitud se ha ajustado para óptima adaptación. Luego viene la sección mezcladora conteniendo un diodo mezclador tipo 1N21F y el inyector

capacitivo ajustable que acopla la señal del oscilador local. Sigue un filtro de $1/4$ de longitud de onda (serie) que elimina las componentes de alta frecuencia del batido. Se ha ajustado la corriente del diodo para máximo rendimiento de conversión con menor número de ruido.

5) Preamplificador de frecuencia intermedia

Se trata de un circuito cascode convencional con válvulas 417A seguido de dos etapas amplificadoras con 6AK5. El circuito de entrada (de tipo T) se ajustó para obtener una impedancia de entrada de 400 ohm que es la carga óptima del diodo mezclador, para una impedancia de 1250 ohms en reja del cascode. La neutralización se ajustó hasta obtener aproximadamente 2,5 db de número de ruido a la entrada en 30 MHz. El ancho de banda es de 9 MHz y la ganancia de 40 db (en 30,5 MHz), admitiendo señales de hasta 4 mV de valor eficaz a la entrada sin perder su linealidad.

6) Amplificador de frecuencia intermedia

El amplificador de frecuencia intermedia posee una etapa de entrada de tipo cascode y 4 etapas amplificadoras con 6AK5; el cascode está formado por una válvula 6AK5 en conexión triodo seguida de un triodo 6J6 (1sección). Su ganancia en 30,5 MHz es de 60 db, lineal dentro del 1% hasta 80 uV valor eficaz de señal de entrada. Su ancho de banda es de 2 MHz a media potencia. Su número de ruido es de 2,5 db aproximadamente.

7) Detector cuadrático y amplificador de corriente continua

El detector cuadrático, está formado por un diodo 0A5 y la junta de emisor de un transistor AF117 conectado con base a masa. La señal así detectada y amplificada por el transistor es integrada con una constante de tiempo de 1 segundo y es comparada con una tensión continua ajustable; se amplifica la diferencia en dos amplificadores diferenciales convencionales conectados en cascada formados respectivamente por un par de transistores 0C75 y un par

de OC74. De esta manera se suprime la componente continua de la señal que no es más que el ruido propio del receptor. La salida se grafica en un registrador comercial.

8) Fuentes de alimentación

El equipo posee dos fuentes de alimentación: una para la tensión continua de 150 V regulados para las placas de las válvulas de ambos amplificadores de frecuencia intermedia que entrega 115 mA; su estabilidad es mejor que una décima de voltio para variaciones de tensión de línea de 20 voltios. Su circuito es convencional (a válvulas). La otra fuente regulada entrega 6,3 voltios a 2,2 Amp. para los filamentos de las mencionadas etapas. Esta fuente es transistorizada; su tensión de referencia se obtiene de un diodo Zener 0AZ201 y posee un termistor para lograr la necesaria estabilidad térmica. La variación de la salida es menor que 1 mV para variaciones de línea de 20V.

III.RESUMEN DE CARACTERISTICAS

Longitud de onda: 11 cm.

Diámetro de la antena: 1,80 mts.

Area efectiva de la antena: a determinar.

Temperatura equivalente de entrada del receptor: 1150 grados Kelvin.

Ancho de banda total: 2 MHz.

Constante de integración: 1 segundo.

Fluctuación (ruido a la salida) aproximadamente 1 grado Kelvin.

Estabilidad: 2 grados Kelvin por hora.

IV.RESULTADOS OBTENIDOS Y FUTUROS TRABAJOS

Debido a que la antena no posee actualmente movimientos automáticos, se efectúan únicamente 3 mediciones diarias del flujo total del sol; para calibración se utiliza una resistencia coaxil de 50 ohms conectada en lugar de la antena, la que no modifica las condiciones de trabajo del diodo mezclador debido a la muy baja relación de ondas estacionarias que se obtuvo.

La figura 6 muestra un registro típico del sol con la correspondiente calibración: se estima una temperatura de fondo de 10 grados Kelvin debida principalmente a radiación proveniente de la tierra. Proximamente este Instituto publicará los promedios diarios del flujo solar obtenidos con este instrumento.

Por otra parte, y con vistas al eclipse total de sol del 12 de noviembre de 1966 se está preparando la modificación del receptor al sistema Dicke. También en breve se instalará en la antena el mecanismo de seguimiento automático del sol.

Referencias:

- (1) Conferencia Administrativa Extraordinaria de Radiocomunicaciones Espaciales y Radioastronomía, UIT, Ginebra 1963
- (2) R.HANBURY BROWN: Hand. Phys. LIII, p.208, 1959.
- (3) DICKE, R.H.: Rev. Sci. Instrument 17, p.268, 1946

Diseño de un dipolo para 2695 Mc/s según

Silver, pag 254 Double Dipole Disk Feed.

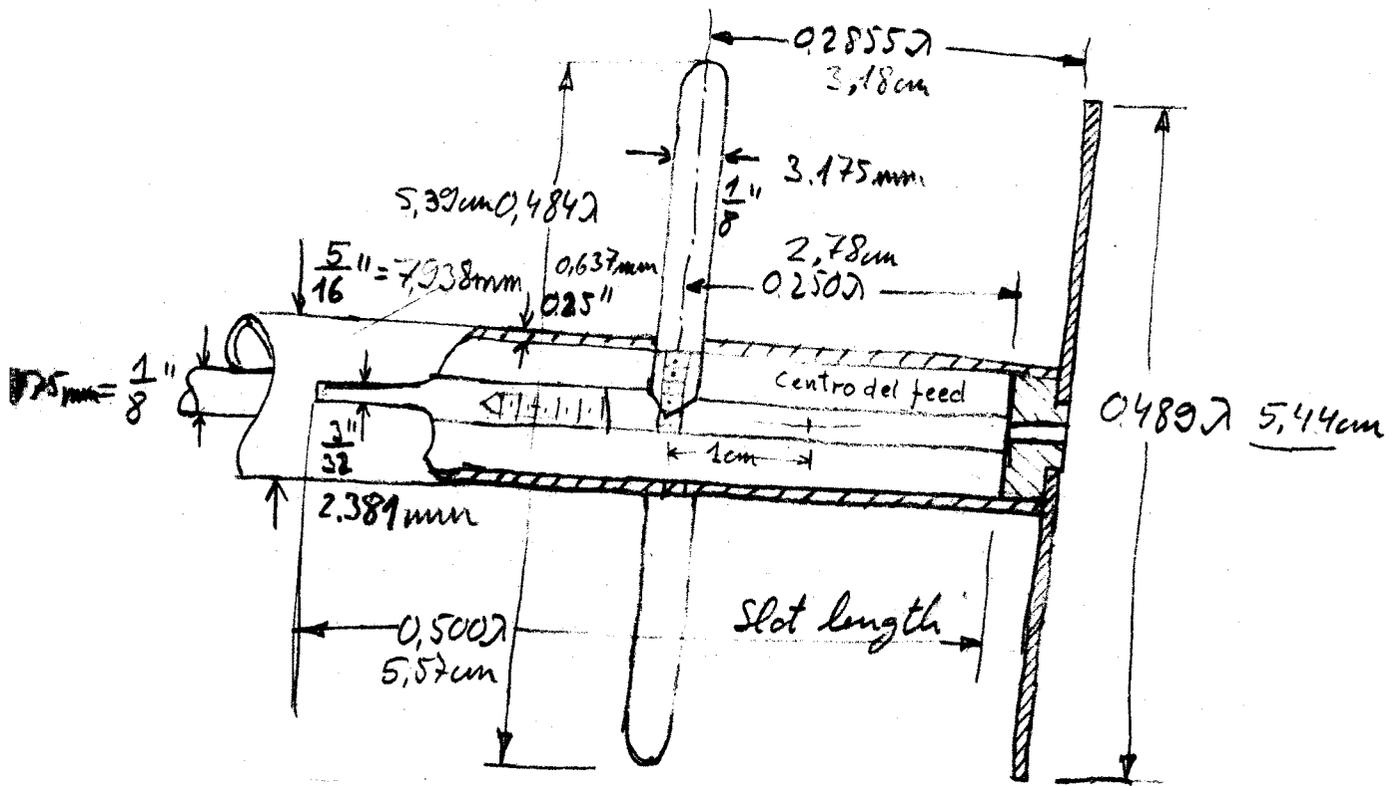
Adaptado y modificado.

Calculado para $F = \frac{3.6}{12} = 0.3$

$$\lambda = 11.132 \text{ cm}$$

$$11.131725 \text{ cm}$$

$$\frac{\lambda}{4} = 2.782931 \text{ cm}$$



$$0,2855\lambda = 3,18 \text{ cm } 3,178$$

$$0,250\lambda = 2,78 \text{ cm } 2,783$$

$$0,484\lambda = 5,39 \text{ cm } 5,388$$

~~0,484λ = 5,39 cm 5,388~~

$$0,489\lambda = 5,44 \text{ cm } 5,443$$

$$0,500\lambda = 5,57 \text{ cm } 5,566$$

Z_c del coaxial:

$$7,938 \text{ mm}$$

$$1,374$$

$$6,564 \text{ mm}$$

$$Z_c = 138 \log \frac{D}{d} = 138 \log \frac{6,564}{3,175} =$$

$$= 138 \log 2,067$$

$$= 138 \cdot 0,31534 =$$

$$= 43,5 \Omega$$

$$Z_c = 50 \Omega = 138 \log \frac{D}{3,175}$$

$$\frac{50}{138} = \log \frac{D}{3,175}$$

$$\frac{50}{138} = 0,36232$$

$$\frac{D}{3,175} = 2,3032$$

$$2,3032$$

$$D = 7,32 \text{ mm}$$

3445

$$\frac{50}{138} = 0,36232 = \log \frac{D}{d}$$

$$\frac{D}{d} = 2,30315$$

Guillermo Decker

34-8861

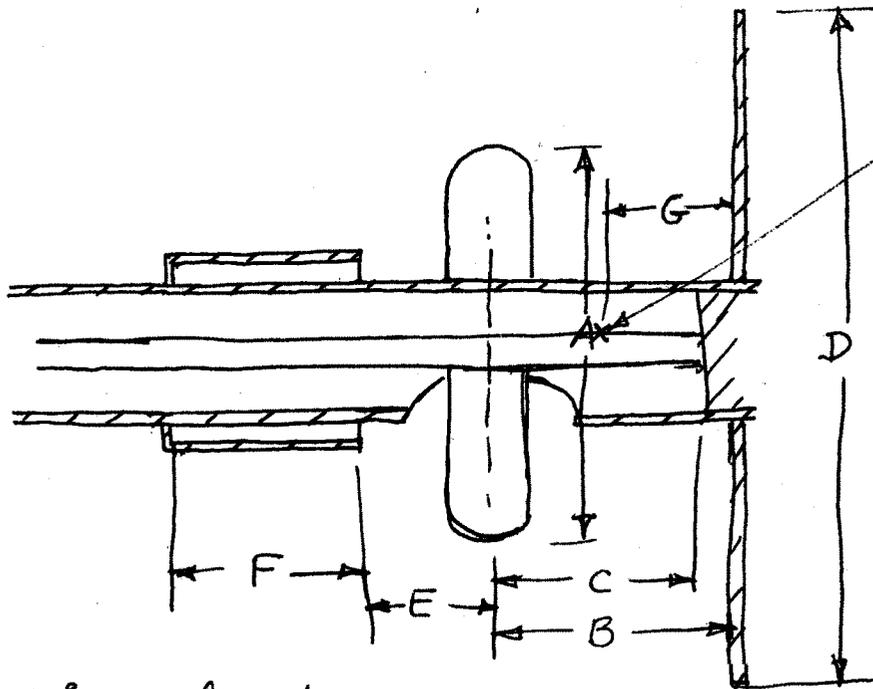
34-7511

24-5351

Dezimo y Pratt 35-9174
35-6284

d	D	Dist cercano	Dist - D
1/4"	0,635 cm	1,4625 cm	0,1425 cm → 0,07 kg
0,5 cm	1,15157	1,5875 cm	0,4425 → 0,221
	1,155	1,9050 cm	0,436 cm → 0,218
		1,5875 cm	0,34843 → 0,174
		1,5 cm	
1/4"	0,635	50,9 1,482	
		49,8 1,46	

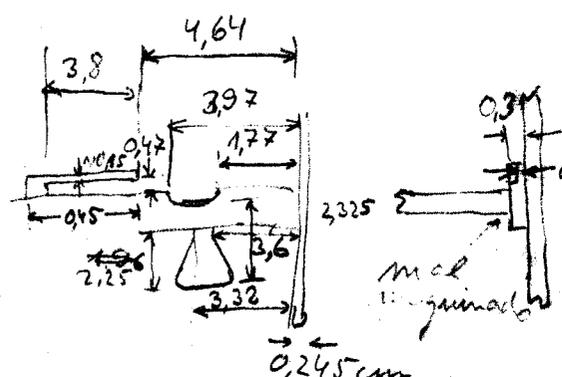
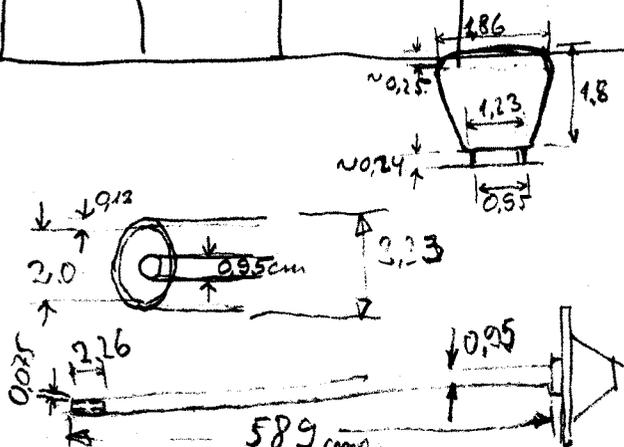
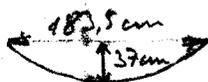
Extrapolación de los elementos de un feed de "Silver" Tomo 12 MIT, páig. 252 para 2695 Mc/s
 $\lambda = 11,13172 \text{ cm}$, para espejos paral. de $F=0,3$
 (Frec. oscilador local: 2725 Mc o $\lambda_{ol} = 11,009174 \text{ cm}$;



Centro efectivo del feed

En pulgadas

Dimensión	λ (cm)				Real cm
	9,1	10,0	10,7	11,13	
G	0,177	0,394	0,571	3,605	
F	0,852	0,934	1,000	1,042 1,043	3,8
D	2,875	3,250	3,500	3,635 3,670 3,700	8,30,80
C	0,681	0,740	0,771	0,795	
B	0,875	0,984	1,061	1,110 1,113	2,88
A	1,693	1,860	1,990	2,070	
E	0,594	0,657	0,705	0,735	



Cours d'Electronique

IV

Le Bruit du Fond ; P. Grivet et A. Blaquiere

Masson et Cie

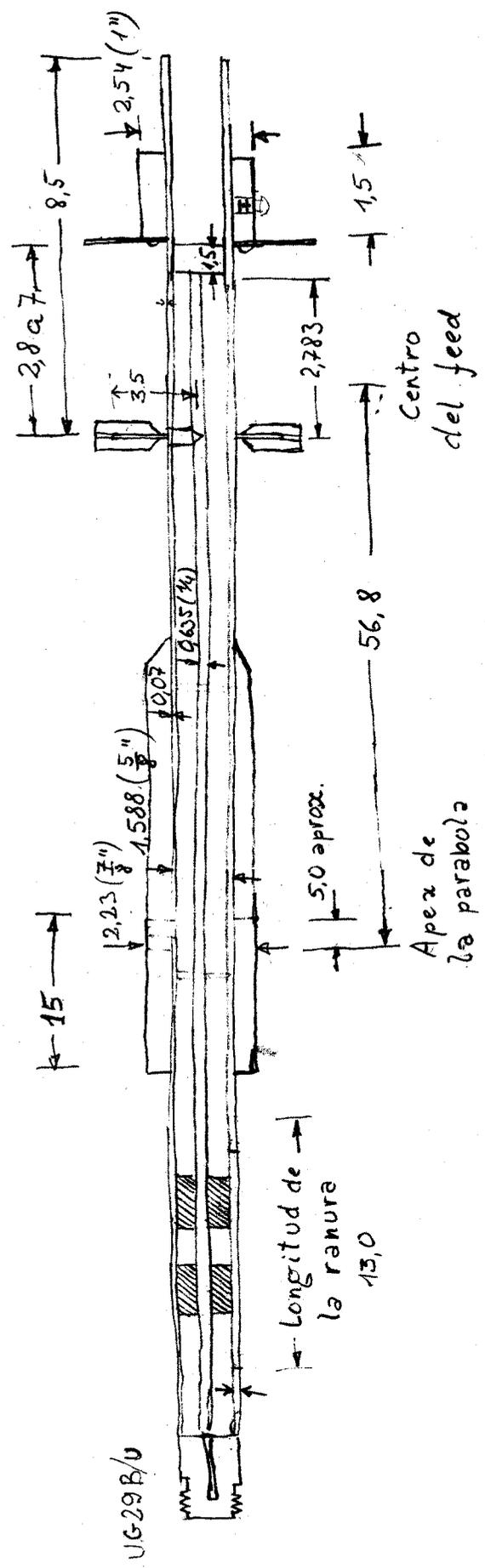
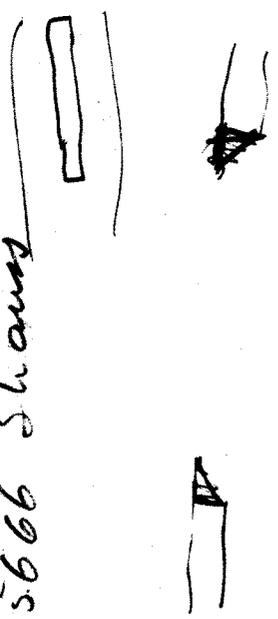
120 boulevard Saint Germain, Paris - VI^e 1958

Freeman

Principles of Noise

John Wiley & Sons 1958

Señaly ac. Ammanca
 35-5666 St. ones



91319

29/6/66.

DIAGRAMA TRESTRIANGULOS INDUSTRIA ARGENTINA

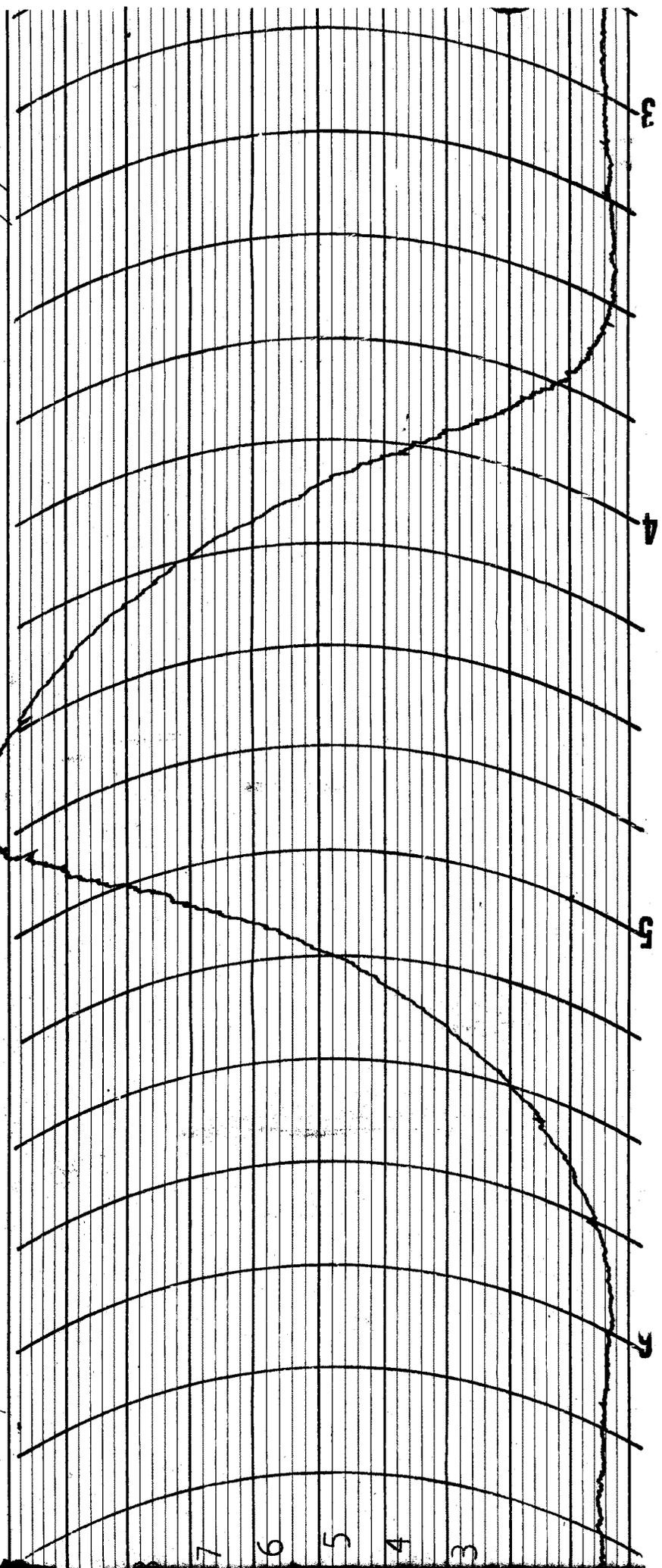


DIAGRAMA TRESTRIANGULOS INDUSTRIA ARGENTINA

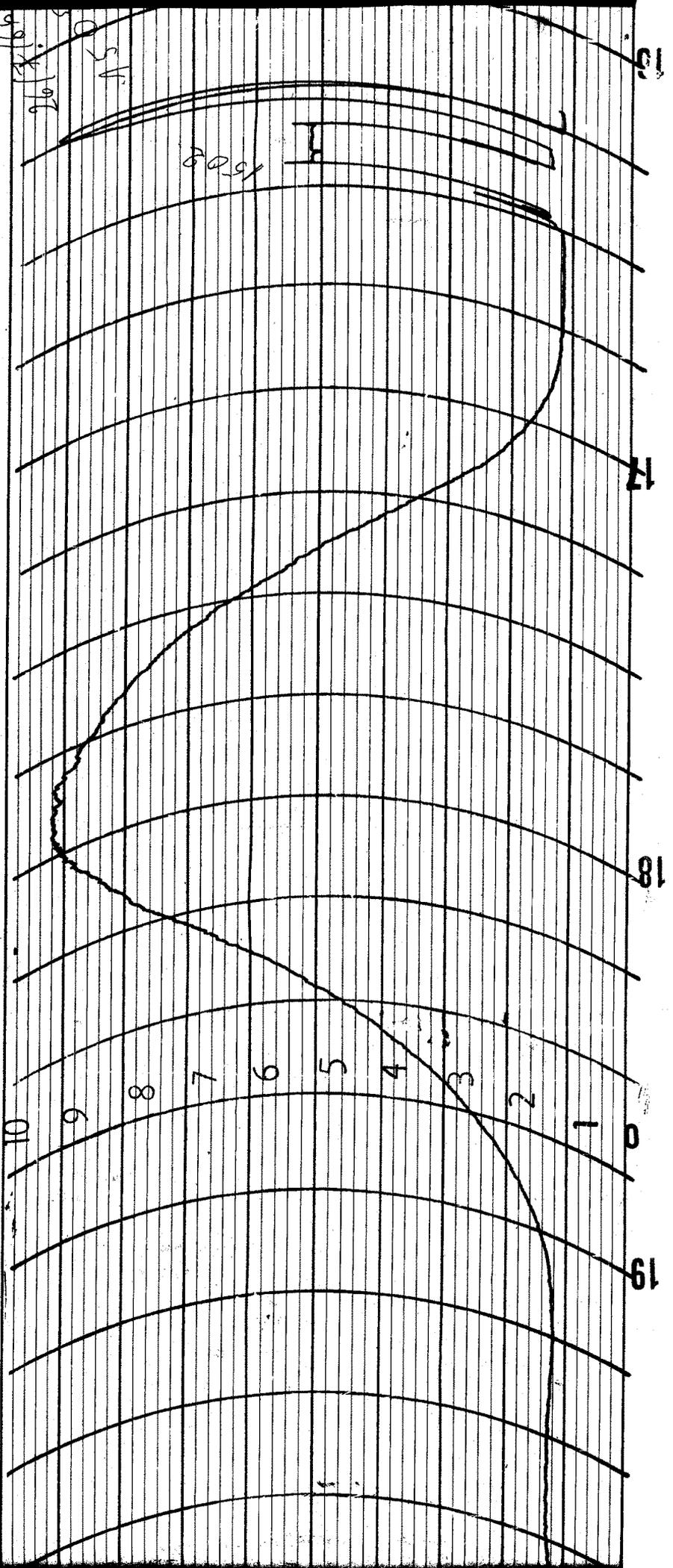
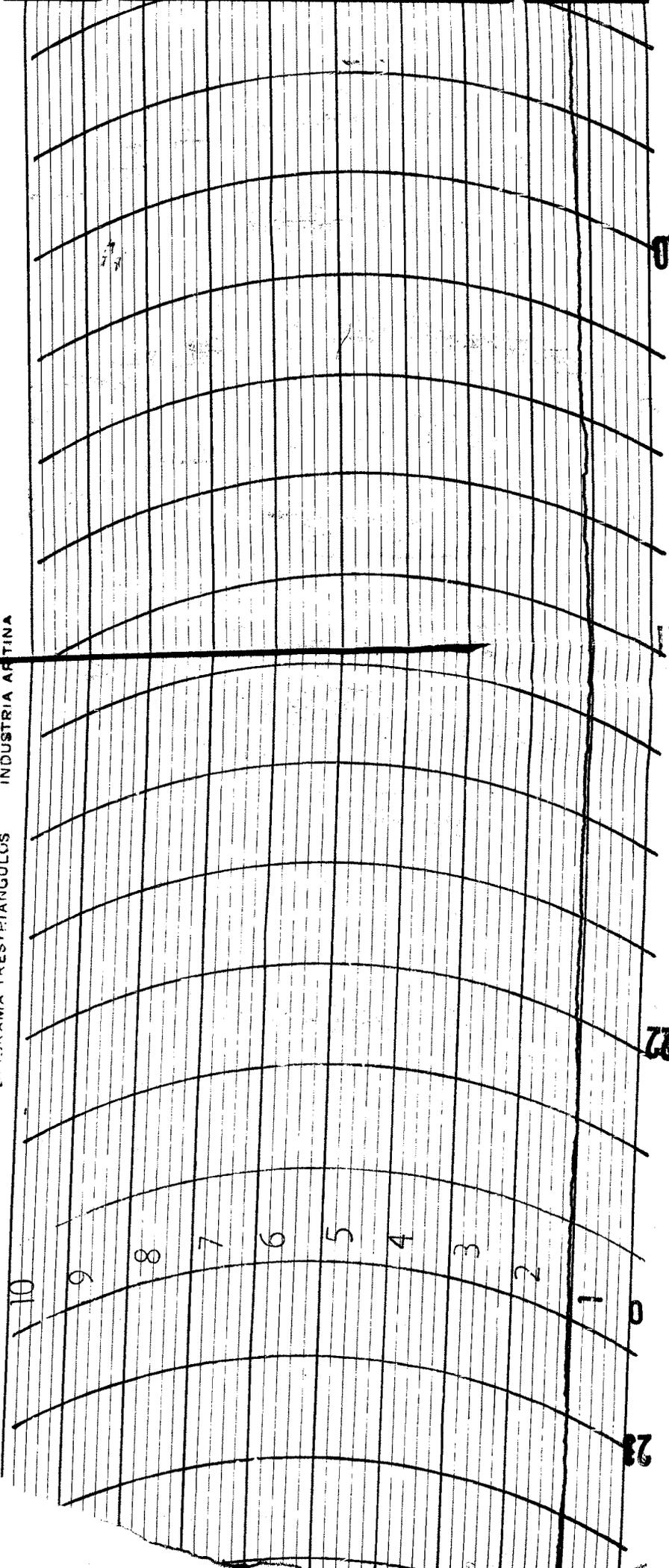


DIAGRAMA TRESTRIANGULOS INDUSTRIA ARGENTINA



20

17

12

23

10

9

8

7

6

5

4

3

2

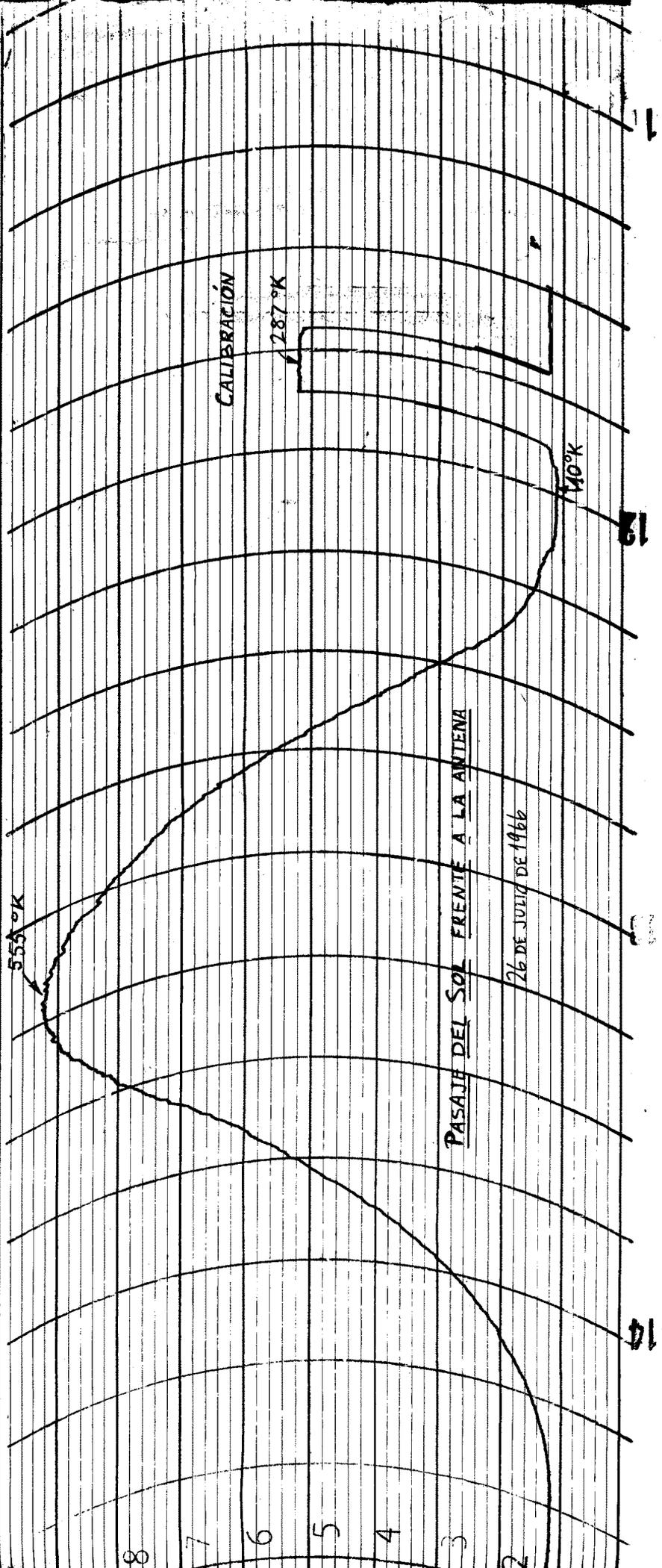
1

0

7

13^{H30M}

13^{H50M}



PASAJE DEL SOL FRENTE A LA ANTENA

26 DE JULIO DE 1966

CALIBRACION

287°K

110°K

8

7

6

5

4

3

2

1

2

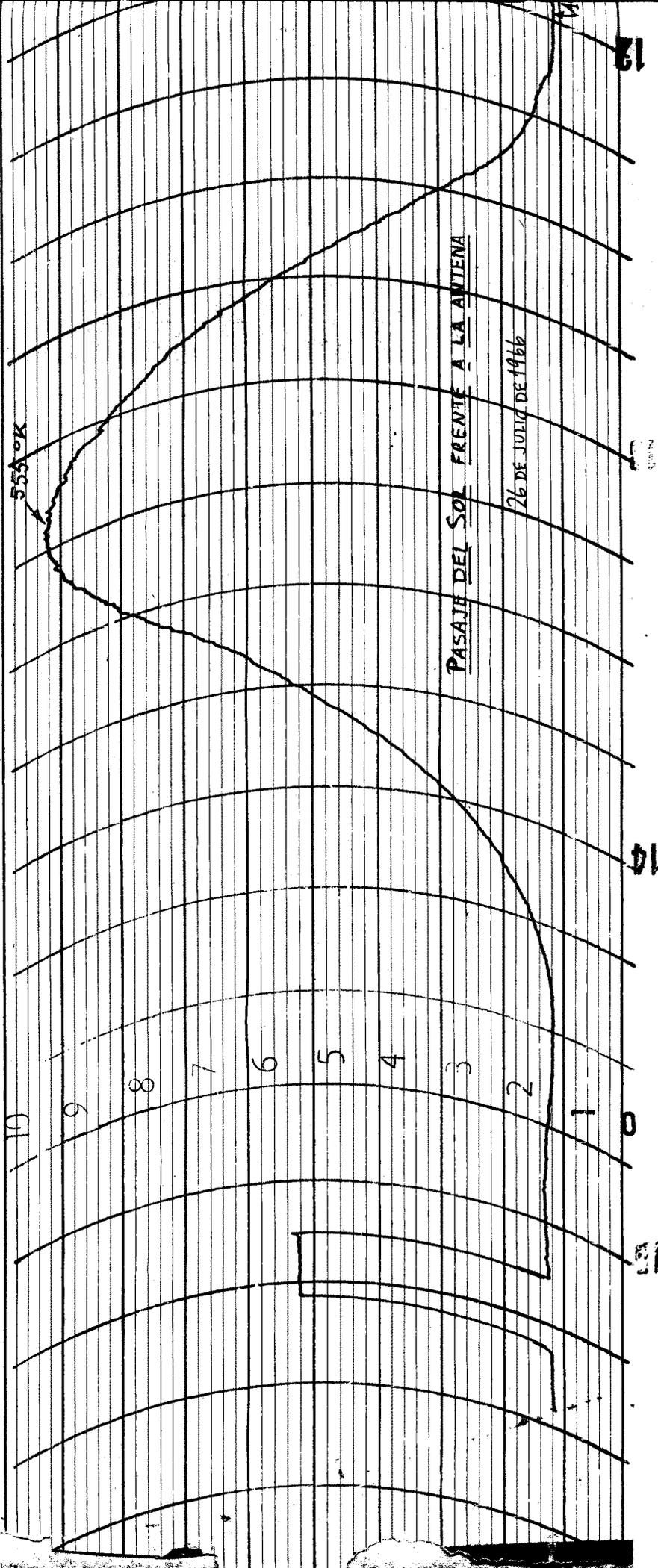
3

0555
0552
0501

DIAGRAMA TRESTIAPIGULOS

INDUSTRIA ARGENTINA

1355M



PASAJE DEL SOL FRENTE A LA ANTENA

26 DE JULIO DE 1966

13

14

15