

R

Nuevas medidas del ruido de fase del  
oscilador local del receptor  
refrigerado a 45 GHz del CAY

Alberto Barcia, Pablo de Vicente,  
Juan E. Garrido

Informe Técnico CAY 1991-1

## 1 Introducción

Se describen las medidas del comportamiento en fase del OL del Radiotelescopio del CAY efectuadas entre los días 31/10/90 y 2/11/90. Estas medidas son continuación de las descritas en el Informe Técnico CAY 1990-3, después de haber efectuado las modificaciones del multiplicador  $\times 4$  (de 1 GHz a 4 GHz) a que se refiere el Informe Técnico CAY 1990-2, consistentes en la introducción de un filtro para reducir los armónicos impares.

Todas las pruebas se llevaron a cabo utilizando la Configuración A del Informe Técnico CAY 1990-3, en que la referencia de 4 GHz se generó a partir del multiplicador  $\times 4$  alimentado por el sintetizador Racal-Dana 3101.

## 2 Generación de la Señal de Prueba

Se hizo de manera idéntica a la indicada en el Informe Técnico CAY 1990-3, radiando hacia la bocina del receptor una señal producida por la cadena Mezclador Armónico Siemel HMV.7 - Aislador Hughes 45112H-1000 - Bocina Thomson CO 33-50 alimentada por un sintetizador Racal-Dana 9087. Previamente se comprobó el ajuste del "backshort" del mezclador armónico con el montaje de la figura 1. Las condiciones del montaje de la medida fueron:

- Frecuencia de salida del sintetizador:  $F_{RD} = 1200$  MHz
- Potencia de salida del sintetizador:  $P_{RD} = 19$  dBm
- Frecuencia del oscilador Gunn:  $F_{GUNN} = 44.436$  GHz

Las frecuencias y sus respectivas potencias en la salida de FI del mezclador Honeywell fueron:

$$\begin{aligned} F_1 &= 38 \times 1200 - F_{GUNN} = 1165 \text{ MHz} & P_1 &= -74 \text{ dBm} \\ F_0 &= 1200 \text{ MHz} & P_0 &= -77 \text{ dBm} \\ F_2 &= F_{GUNN} - 36 \times 1200 = 1236 \text{ MHz} & P_2 &= -70 \text{ dBm} \end{aligned}$$

## 3 Descripción de las medidas

Se hicieron medidas a dos frecuencias, próximas a las utilizadas para observaciones de SiO ( $\sim 44.4$  GHz) y de CS ( $\sim 44.7$  GHz), pues se prevé que el montaje sintetizador Racal-Dana 3101 + Multiplicador  $\times 4$  acabe sustituyendo al montaje Sintetizador GR1061 + VCO 4 GHz para todos los usos, no sólo para VLBI.

Las tablas que siguen dan las condiciones de las medidas en los dos casos:

	Caso 1	Caso 2
Frec. Señal de Prueba	43200.0036 MHz	46440.0036 MHz
Frec. sintetizador Señal de Prueba ( $f_{RD1}$ )	1200.0001 MHz	1290.0001 MHz
Pot. sintetizador Señal de Prueba ( $P_{RD1}$ )	14.4 dBm	14.4 dBm
Frec. Klystron ( $f_{kly}$ )	44471.0000 MHz	47678.0000 MHz
Frec. salida multiplicador $\times 4$ ( $f_{mult}$ )	4011.0000 MHz	3944.0000 MHz
Frec. sintetizador del OL ( $f_{RD2}$ )	1002.7500 MHz	986.0000 MHz
Pot. sintetizador del OL ( $P_{RD2}$ )	8 dBm	17 dBm
Frec. OL de banda base ( $f_{BBC}$ )	229.0000 MHz	262.0000 MHz
Frec. señal (a nivel de la 2ª FI)	229.0036 MHz	262.0036 MHz
Frec. señal (en banda base) ( $f_{sinusoide}$ )	3600 Hz	3600 Hz
Banda de entrada de la Señal de Prueba	BLI	BLI
Armónico de la señal de ref. (4 GHz)	11	12

Como se ve, en el caso 1 las condiciones fueron las mismas que en el Informe Técnico CAY-1990-3, excepto  $P_{RD2}$ . Las frecuencias en el caso 2 se eligieron de modo que la de la señal en banda base también fuese múltiplo de 60 Hz.

Se midió la atenuación del cable utilizado para conectar el sintetizador RD2 (RACAL-DANA 3101) con el multiplicador  $\times 4$ , resultando de 4 dB a las dos frecuencias utilizadas 1002.75 MHz y 986 MHz, por lo que las potencias a la entrada de éste fueron de 4 dBm y de 13 dBm respectivamente. Los valores de dichas potencias se eligieron de modo que la salida del detector de cuadratura tuviese el mínimo ruido posible, o sea, de modo que la imagen de su tensión de salida en el osciloscopio de la plataforma de la antena fuese lo más limpia posible. El grado de limpieza de dicha imagen se comprobó que estaba directamente ligado a la relación entre el nivel de la señal de 350 MHz en la FI del PLL y el nivel de ruido en las proximidades de la misma. El ruido de fase de la sinusoide de 3600 Hz en banda base también era mínimo cuando la salida del detector de cuadratura era más limpia.

El montaje utilizado en las medidas está reflejado en la figura 2. Como en el Informe Técnico CAY-1990-3 se midieron espectros de la señal a nivel de la 2ª FI del receptor y de la FI de 350 MHz del PLL, y también las fluctuaciones pico a pico de la señal en banda base. Para el caso 1, además, se probó la utilización de un atenuador de 6 dB a la salida del sintetizador RD2, con una potencia de 14 dBm para entrar al multiplicador  $\times 4$  con el mismo nivel, obteniéndose resultados algo mejores que sin el atenuador. Para este caso 1, además, se encontraron tres mínimos relativos del ruido a la salida del detector de cuadratura (sin atenuador de 6 dB) correspondientes a potencias de salida de RD2 de 8 dBm, 13 dBm y 18 dBm, correspondiendo a la primera (8 dBm) las mejores características del ruido de fase y de limpieza de la señal del citado detector.

Se probó también la sustitución del sintetizador RD1 (Racal-Dana 9087) por el generador sintetizado HP-8340B para generar la Señal de Prueba, con objeto

de determinar si se podrá utilizar esta configuración para futuras medidas, con resultado negativo (ver sección 7).

## 4 Medidas del sintetizador Racal-Dana

Aprovechando la presencia en el CAY del sintetizador Racal Dana 9087 (RD1) del observatorio de Burdeos y del Racal-Dana 3101 (RD2) del CAY, se hizo una medida de la fluctuación de fase relativa entre ambos de lo que se puede deducir la correspondiente a uno sólo de los los sintetizadores, pues ambos pueden considerarse idénticos a efectos del ruido de fase.

El montaje utilizado en las medidas es el indicado en la figura 3. El sintetizador RD2 actuó como oscilador local, con una potencia de salida de 7 dBm y su fase se varió mediante la línea de retardo Wiltron para igualarla con la del RD1 y obtener una salida próxima a 0 V en la FI del mezclador ANZAC. Esta operación es necesaria para hacer trabajar al mezclador balanceado como detector de fase en la zona lineal y para poder utilizar una escala de gran sensibilidad en el registrador IIP7090A sin saturarlo. La calibración de la constante  $K_d$  del detector se hizo variando la frecuencia de uno de los sintetizadores en 1 Hz respecto de la del otro y midiendo la amplitud de la sinusoide obtenida del batido. El sintetizador 9087 (RD1) se inyectó por la entrada RF del mezclador con un nivel de -10 dBm.

Se hicieron medidas a 100 MHz y 1 GHz y se obtuvieron los resultados siguientes (fig. 4):

$$\begin{aligned} K_d(100 \text{ MHz}) &= 120 \text{ mV/rd} & \Delta\phi_{pp}(100 \text{ MHz}) &= 7.5 \cdot 10^{-4} \text{ rd} = 0.043^\circ \\ K_d(1000 \text{ MHz}) &= 89.6 \text{ mV/rd} & \Delta\phi_{pp}(1000 \text{ MHz}) &= 0.01 \text{ rd} = 0.6^\circ \end{aligned}$$

El menor valor de la constante  $K_d$  (sensibilidad a la fase) del detector a 1000 MHz se debe, al menos en parte, a las mayores pérdidas en los cables y en la línea de retardo, pues dicha sensibilidad es proporcional al producto de las amplitudes de las señales de entrada (RF y LO).

Si suponemos que las fluctuaciones de fase de ambos sintetizadores son independientes e iguales estadísticamente, a cada uno de ellos corresponderá una fluctuación pico a pico de  $\Delta\phi_{pp}/\sqrt{2}$ , o sea de  $5.3 \cdot 10^{-4} \text{ rd} = 0.03^\circ$  a 100 MHz y de  $7.2 \cdot 10^{-3} \text{ rd} = 0.4^\circ$  a 1000 MHz. La forma de las fluctuaciones en la gráfica de la figura 4, sin embargo, muestra una clara periodicidad de la que parece deducirse la presencia de componentes armónicos de periodos de 20 ms y 10 ms (escala temporal del registro de 10 ms/div en x) lógicamente atribuibles a la red, por lo que el reparto de esta modulación por igual entre ambos sintetizadores puede no ser correcto; es posible, incluso, que esta modulación de red que se mide no se genere en los sintetizadores, sino que esté presente en la referencia externa de 5 MHz, pero reproduciéndose con diferente intensidad o con diferente fase a la salida de los dos sintetizadores con lo que daría lugar a fluctuaciones de la fase relativa entre ambas. De ser esto así, el índice de modulación sería proporcional

a la frecuencia de salida y se explicaría el que a 1000 MHz se midan fluctuaciones aproximadamente 10 veces mayores que a 100 MHz.

A la frecuencia de 100 MHz el valor medio de la tensión de salida de FI del mezclador balanceado resultó ser 0 (offset nulo) mientras que a 1000 MHz existía una componente continua de  $\simeq 10$  mV que se compensó por un offset introducido a través del registrador. Probablemente este offset del detector de fase sea debido a un desequilibrio entre las características de sus diodos (se trata de un mezclador balanceado), más acusado a altas frecuencias.

## 5 Espectros de la señal de 350 MHz de la FI del PLL

Se midieron estos espectros en el caso 1 y el caso 2. En el primero además, sin y con atenuador de 6 dB a la salida de RD2. Los espectros obtenidos se reproducen en la sección Espectros:

Caso 1a (con atenuador de 6 dB) : 14:27:53, 14:41:43, 14:48:59

Caso 1b (sin atenuador de 6 db) : 12:31:18, 12:53:29, 13:25:03

Caso 2 : 12:31:24, 12:36:58, 12:44:48

Comparados los del Caso 1 con sus homólogos del IT CAY 1990-3, configuración A, se observa una mejora de la relación señal/ruido que, para un filtro de  $BW = 6$  MHz, ha pasado de  $\sim 14$  dB a  $\sim 29$  dB (caso 1a) o a  $\sim 25$  dB (caso 1b); esta mejora resulta palpable en la limpieza de la salida del detector cuadrático vista en el osciloscopio. El *stub* introducido en el multiplicador  $\times 4$  ha mejorado las prestaciones del PLL, aunque no tanto como se esperaba pues el nivel de los armónicos impares se ha reducido en  $\sim 30$  dB (ver IT CAY 1990-2) mientras que la relación S/N sólo ha mejorado en 10-15 dB. Es posible que sea también necesario eliminar los armónicos pares de 1 GHz para tener óptimo rendimiento.

Las fluctuaciones del nivel de la señal de 350 MHz y del ruido, en sincronismo con la red, descritas en IT CAY 1990-3, han desaparecido lo que indica que el deficiente filtrado original de las fuentes de alimentación del multiplicador  $\times 4$  era, efectivamente, la causa que las producía. Como se verá más adelante, la corrección de este defecto redujo drásticamente la modulación espúrea de red que se había observado en las pruebas anteriores.

Se desconoce la razón por la cual la relación señal/ruido es  $\sim 4$  dB mejor en el caso 1a que en el 1b, siendo iguales las potencias a la entrada del multiplicador. Esta diferencia es ligeramente perceptible en la limpieza de la señal del detector de cuadratura. Para el caso 2, la relación S/N ( $BW = 6$  MHz) es  $\sim 34$  dB (mejora también perceptible en el detector de cuadratura), pero en este caso la diferencia de nivel de entrada al multiplicador puede explicar una diferente eficiencia de conversión. Los espectros 14:48:59, 13:25:03 y 12:44:48 hechos con una resolución de 0.1 KHz dan más bien el ruido de fase del oscilador local del analizador de

espectros, como ya se indicó en el IT CAY 1990-3, aparte de unas rayas de modulación microfónicas similares a las allí descritas, atribuidas a vibraciones producidas por el sistema de refrigeración que el PLL no es capaz de eliminar completamente; su bajo nivel no es motivo de preocupación.

Se observa que en el caso 2 estas rayas son netamente más débiles que en el 1, lo cual puede tener dos explicaciones: una mayor sensibilidad del klystron (MHz/V), con una mayor ganancia y banda del PLL, o una mayor tensión (menores vibraciones) en el muelle del sistema que deforma la cavidad al ser más alta la frecuencia de sintonía mecánica (tornillo más apretado).

La comparación de los espectros anteriores con los correspondientes de la configuración C del IT CAY 1990-3 da una mejor relación S/N para estos de  $\sim 6$  dB (caso 1a),  $\sim 10$  dB (caso 1b) y  $\sim 1$  dB (caso 2); estas mejoras no se tradujeron en una mejora equivalente de las fluctuaciones pico a pico de la fase de la senoide de 3600 Hz en la banda base, quizás porque en gran parte esa fluctuación no es ruido sino modulación de red.

## 6 Espectros de la señal de FI

Son los espectros de la Señal de Prueba a la salida de la 2ª FI, una vez atravesada toda la cadena de conversión. A diferencia de las anteriores, estas si que representan directamente los espectros de la fase del klystron (incluyendo la contribución de la Señal de Prueba). Son las siguientes gráficas:

Caso 1a (atenuador de 6 dB) :	18:38:03, 18:19:20, 17:51:13, 18:10:15
Caso 1b	: 21:37:47, 21:29:39, 21:06:11, 21:14:57
Caso 2	: 11:42:16, 11:49:51, 11:53:14, 11:57:43

En el caso 1 la frecuencia de la señal es de 229.0036 MHz; en el caso 2, de 262.0036 MHz.

En los espectros 18:38:03 y 21:37:47 la raya 1 es la señal de interés (armónico 36 de  $f_{RD1}$ ) y la raya 2 es directamente  $f_{RD1}$  amplificada por la 1ª FI y mezclada con el OL de 1500 MHz de la 2ª FI; en el espectro 11:42:16, la raya 1 es también la señal de interés ( $f_{RD1} \times 36$ ) y la 2 es el armónico 38 de  $f_{RD1}$ .

A continuación se hacen algunos comentarios en cuanto a la interpretación de los espectros 18:19:20, 17:51:13 y 18:10:15.

En el espectro 18:19:20, se tiene una relación de 47.5 dB entre el nivel de la señal y el del ruido a 100 KHz de la portadora. Teniendo en cuenta las características del sintetizador Racal-Dana, esta relación debería ser, para sólo la señal del OL:

$$-130 + 10 \log(1.2 \cdot 10^4) + 10 \log(36^2) = -58 \text{dB} \quad (1)$$

donde el primer sumando (dB/Hz) corresponde a las características típicas del sintetizador dadas por el fabricante; el segundo, corrige para el ancho de banda

del filtro con que se ha hecho el espectro (resolución 10 KHz, factor de forma 1.2), y el tercero corresponde al armónico utilizado. Añadiendo una contribución igual al ruido de fase debido a la Señal de Prueba se debería tener una relación de  $-58 + 3 = -55$  dB en lugar de 47.5 dB. El exceso de ruido medido puede explicarse, sin embargo, como ruido aditivo del receptor: en el espectro 18:38:03 la relación entre el nivel de la señal y el ruido aditivo del receptor es de 28.9 dB (resolución 1 MHz) que se convertirá en  $-48.9$  dB en el espectro 18:19:20 (resolución 10 KHz). A este ruido del receptor habría que añadirle el ruido de fase de la señal que estaría  $-48.9 - (-55) = 6.1$  dB por debajo de él, o sea sería una fracción  $10^{-0.61} = 0.25$  del mismo, con lo cual el ruido total sería  $1 + 0.25 = 1.25$  veces  $\simeq 1$  dB mayor que el debido sólo al receptor, es decir 47.9 dB por debajo de la señal, que es prácticamente el valor obtenido. Algo similar sucede con el espectro 17:51:13 por lo que se puede decir que ambos son coherentes con lo esperado. Parece evidente que para poder utilizar estos espectros en la estimación del ruido de fase del OL habría sido necesario inyectar mayor potencia de Señal de Prueba para obtener una mejor relación S/N. Dicha potencia, sin embargo, vino limitada por las características del mezclador armónico SIEMEL.

Con relación al espectro 18:10:15, también presenta unos niveles de ruido muy por encima de los que cabría deducir de las características del sintetizador Racal-Dana. Un cálculo similar al precedente a 1 KHz de la portadora daría:

$$-116 + 10 \log(1.2 \cdot 10^2) + 10 \log(36^2) = -64.1 \text{ dB} \quad (2) \quad (*)$$

que se convertiría en  $-61.1$  dB al añadir la contribución de la Señal de Prueba. Se miden 52 dB, y el ruido del receptor para esa resolución estaría  $28.9 + 10 \log(10^6/10^2) = 68.9$  dB por debajo de la portadora; este ruido contribuiría 0.6 dB adicionales al ruido teórico de fase, convirtiéndolo en  $-61.1 + 0.6 = -60.5$  dB por debajo del valor medido. Para frecuencias separadas menos de 2 KHz de la portadora se puede explicar esta diferencia comparando el espectro 18:10:15 con el 13:00:08, correspondiente a una señal de gran pureza espectral vista con el mismo analizador de espectros y que representa, por tanto, el espectro del O.L. de dicho analizador. Ambas curvas coinciden para frecuencias a menos de 2 KHz de la portadora indicándonos que en, dicho rango, la curva 18:10:15 da, en realidad, el espectro de ruido de fase del analizador.

Para frecuencias alejadas en más de 2 KHz de la portadora, el espectro 18:10:15 y el del analizador se separan. A 5 KHz de la portadora, el ruido medido está 63 dB por debajo de la portadora en 18:10:15. El ruido de fase del analizador de espectros está 69.3 dB por debajo de la portadora; el ruido térmico del receptor, 68.9 dB, y el ruido de fase teórico, incluida la contribución de la Señal de Prueba estaría a:

$$-130 + 10 \log(1.2 \cdot 10^2) + 10 \log(36^2) + 3 = -75 \text{ dB} \quad (3)$$

de la portadora. La suma de estas tres componentes daría  $-65.6$  dB, con lo que resta una diferencia de 2.6 dB para llegar a explicar los 63 dB medidos.

Posiblemente se deban al ruido presente en la FI del PLL (350 MHz) (espectro 14:27:53).

Como cabía esperar, en el espectro 18:10:15 aparecen las rayas de modulación microfónica que se encontraron también en 14:48:59. Por lo que respecta a los espectros del caso 1b y caso 2 se pueden hacer comentarios análogos a los precedentes. En los casos 1a y 1b se utilizó una atenuación de entrada (RF) de 10 dB en el analizador, lo que explica la diferencia de 10 dB en el ruido de fondo de los espectros 11:38:03 y 21:37:47 respecto de 11:42:16. Entre los espectros del caso 1 y del caso 2 existe una diferencia de  $\sim 1.5$  dB en los niveles de las señales (no del ruido) que podría ser debida a una variación en la atenuación por depósito de rocío sobre la ventana del criostato (el ventilador de la misma estaba apagado).

La comparación de los espectros 17:51:13, 21:06:11 y 11:53:14 con el 13:44:08 (configuración B IT CAY 1990-3) indica una evidente mejora en el ruido de fase, debida a la reducción de los armónicos impares de 1 GHz del multiplicador  $\times 4$  y al uso de un sintetizador de mejor calidad. Lo mismo resulta de comparar 18:10:15, 21:14:57 y 11:57:43 con 13:21:15 (configuración B IT CAY 1990-3). En este último no se aprecian las rayas de modulación microfónica, enmascaradas por el elevado nivel de ruido.

Por lo que respecta a la configuración C, el espectro 17:55:48 (IT CAY 1990-3) es más ruidoso que 17:51:13, 21:06:11 y 11:53:14 dentro del pedestal extendido a  $\pm 40$  KHz de la portadora, y menos fuera de él. Lo primero indica que el generador HP 8340B es peor que el Racal-Dana; el menor nivel fuera del pedestal puede ser debido a un mayor nivel de la señal cuando se hicieron las primeras medidas. El espectro 17:52:34 sin embargo, no es mejor que sus homólogos de las presentes medidas por encontrarse comprendido dentro del pedestal citado.

## 7 Señal de 3600 Hz en Banda Base

Se observó en el osciloscopio la senoide de 3600 Hz de la banda base comparada con el pulso de 60 Hz obtenido del formateador del MK II.

En los tres casos se obtuvieron resultados muy similares resumidos en la figura 5. A corto plazo, la fluctuación de fase presentó un valor de  $\sim 29^\circ$  pico a pico, compuesta de una parte incoherente con aspecto de ruido y una modulación de red que se manifestaba por un desdoblamiento de la senoide en otras dos que a ratos se superponían y a ratos no, y que desaparecía al disparar el osciloscopio con la red. En el caso 2 la componente "ruidosa" de la senoide era más estrecha, coincidiendo también con una mayor limpieza en la salida del detector de cuadratura, por lo que el desdoblamiento en dos sinusoides era más claramente visible. En todos los casos se producía de vez en cuando un salto instantáneo de la fase de valor grande (imposible de medir por su rapidez), recuperándose inmediatamente. Se probó la sustitución del sintetizador RD1 (Racal-Dana 9087) generador de la Señal de Prueba por el IIP 8340B a fin de determinar si se podría

utilizar esta configuración para futuras medidas. La señal de 10 MHz de referencia se obtuvo con el montaje de la figura 6. Los resultados de esta prueba fueron negativos, apareciendo una modulación de red que desdoblaba la sinusoide en tres, con una fluctuación pico a pico de  $55^\circ$ . Además, y sólo durante algún tiempo, la línea de estas sinusoides presentó un aspecto "aserrado" análogo al que se obtenía utilizando el VCO de 4 GHz (configuraciones D y E, IT CAY 1990-3).

Se hicieron, también, pruebas de la deriva de fase con ambos montajes (dos sintetizadores Racal-Dana o el Racal-Dana 3101 y el HP 8340B). En el primer caso la deriva total resultó más lenta ( $360^\circ$  en 21 minutos) y se producía con movimientos de vaivén con el resultado neto indicado. En el segundo caso (RD y HP) la deriva fué de  $360^\circ$  en 4 minutos. En los dos casos la fase de la sinusoide de 3600 Hz se iba retrasando respecto a los 60 Hz del MK II.

## 8 Conclusiones

Las medidas realizadas indican una mejora notable del comportamiento de ruido del O.L. del receptor en la configuración A después de haber modificado el multiplicador  $\times 4$ . Los resultados son adecuados para realizar observaciones de VLBI a 45 GHz. Permanece sin embargo una componente molesta de modulación de red (50 Hz) que es responsable de la parte más importante de la fluctuación de fase detectada y que es conveniente suprimir. Existen, asimismo saltos instantáneos importantes de la fase y una deriva cuyas causas hay que descubrir para eliminarlas en lo posible.

## Referencias

- [1] Pablo de Vicente, Alberto Barcia, J.D. Gallego, "Medidas del ruido de fase del oscilador local del receptor refrigerado a 45 GHz del CAY". Informe Técnico 1990-3
- [2] Juan E. Garrido, Alberto Barcia, P. de Vicente, "Multiplicador de frecuencia de 1 a 4 GHz para el PLL del receptor refrigerado a 45 GHz". Informe Técnico CAY 1990-2

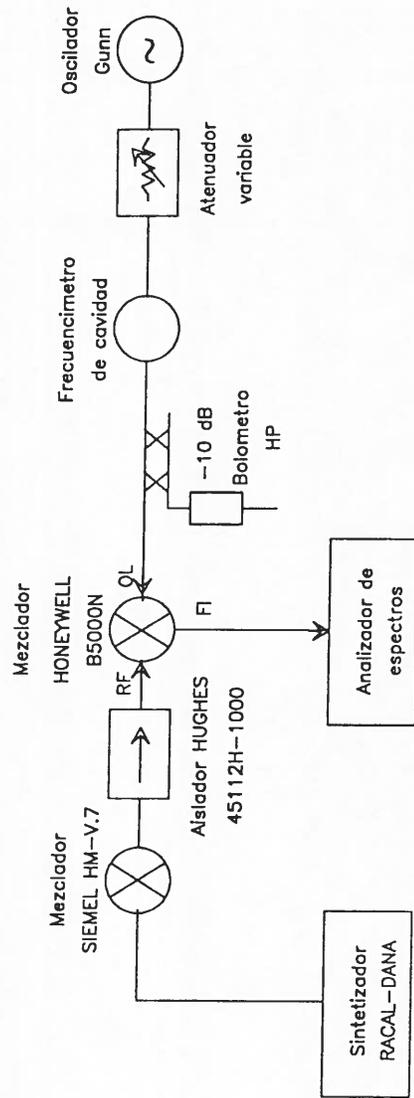


Figura 1

Montaje para caracterizar el mezclador SIEMEL como generador armónico

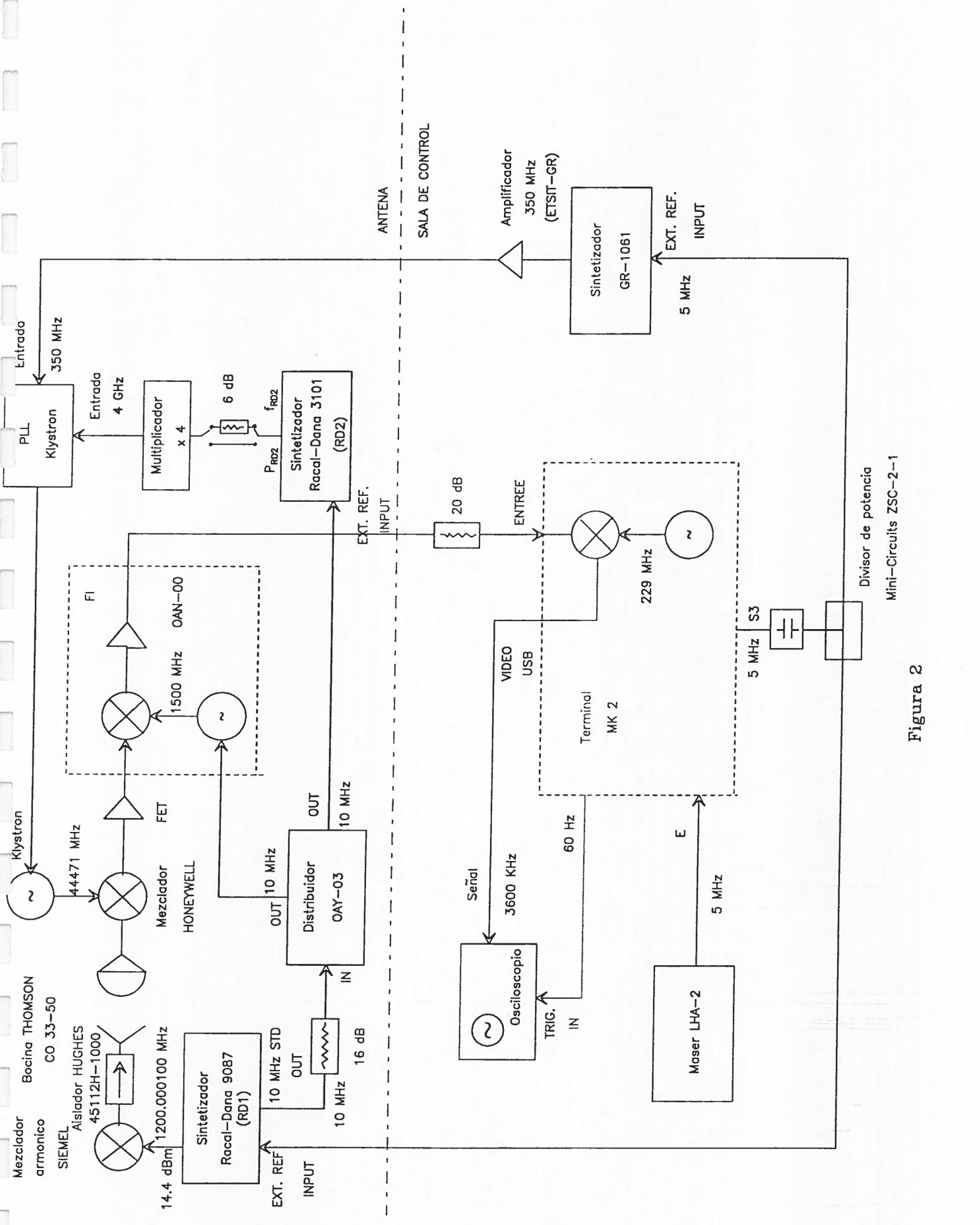


Figura 2

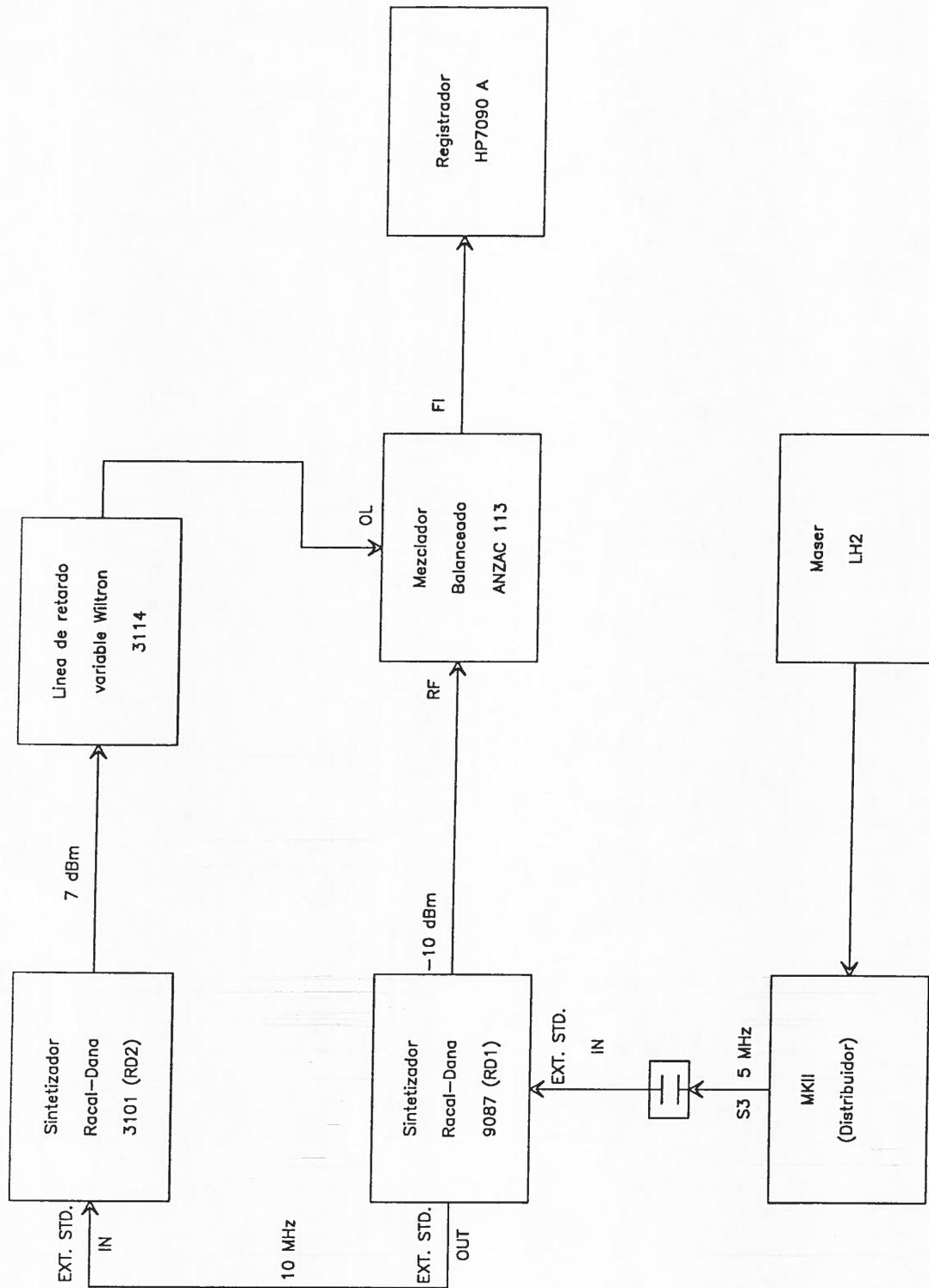
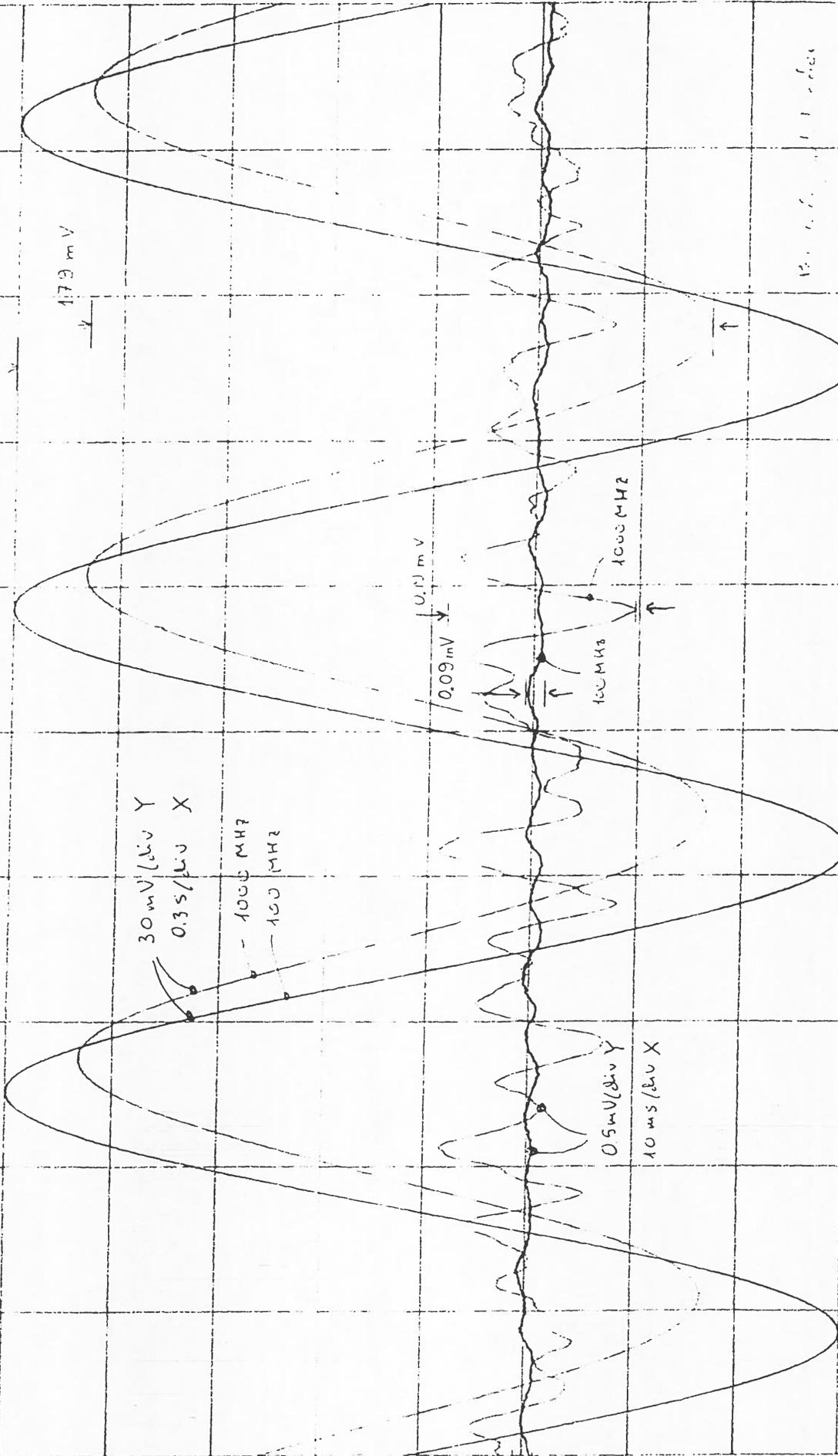


Figura 3

16:23:37 19 JUL 90



K<sub>1</sub> (4000 MHz) = 2.16 mV/div  
K<sub>2</sub> (100 MHz) = 420 μV/div

K<sub>1</sub> (100 MHz) = 100 μV/div  
K<sub>2</sub> (100 MHz) = 100 μV/div

100 MHz

Figure 4

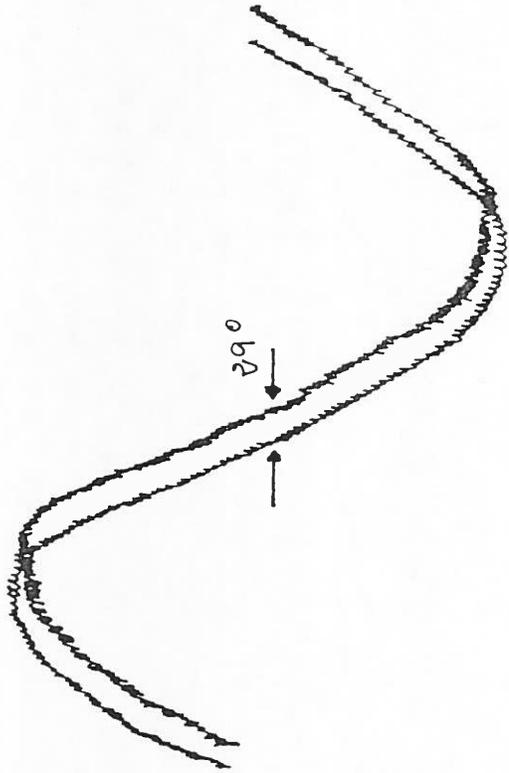


Figura 5

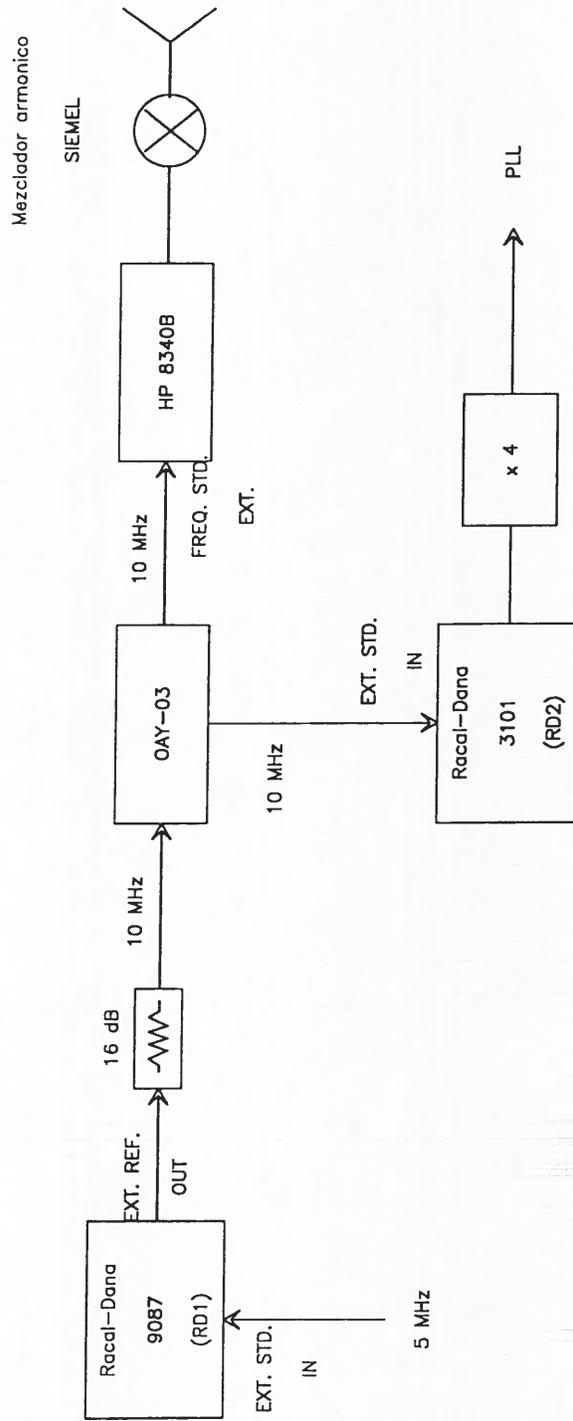


Figura 6

## Espectros

10 dBm

- 40 dBm

- 60 dBm

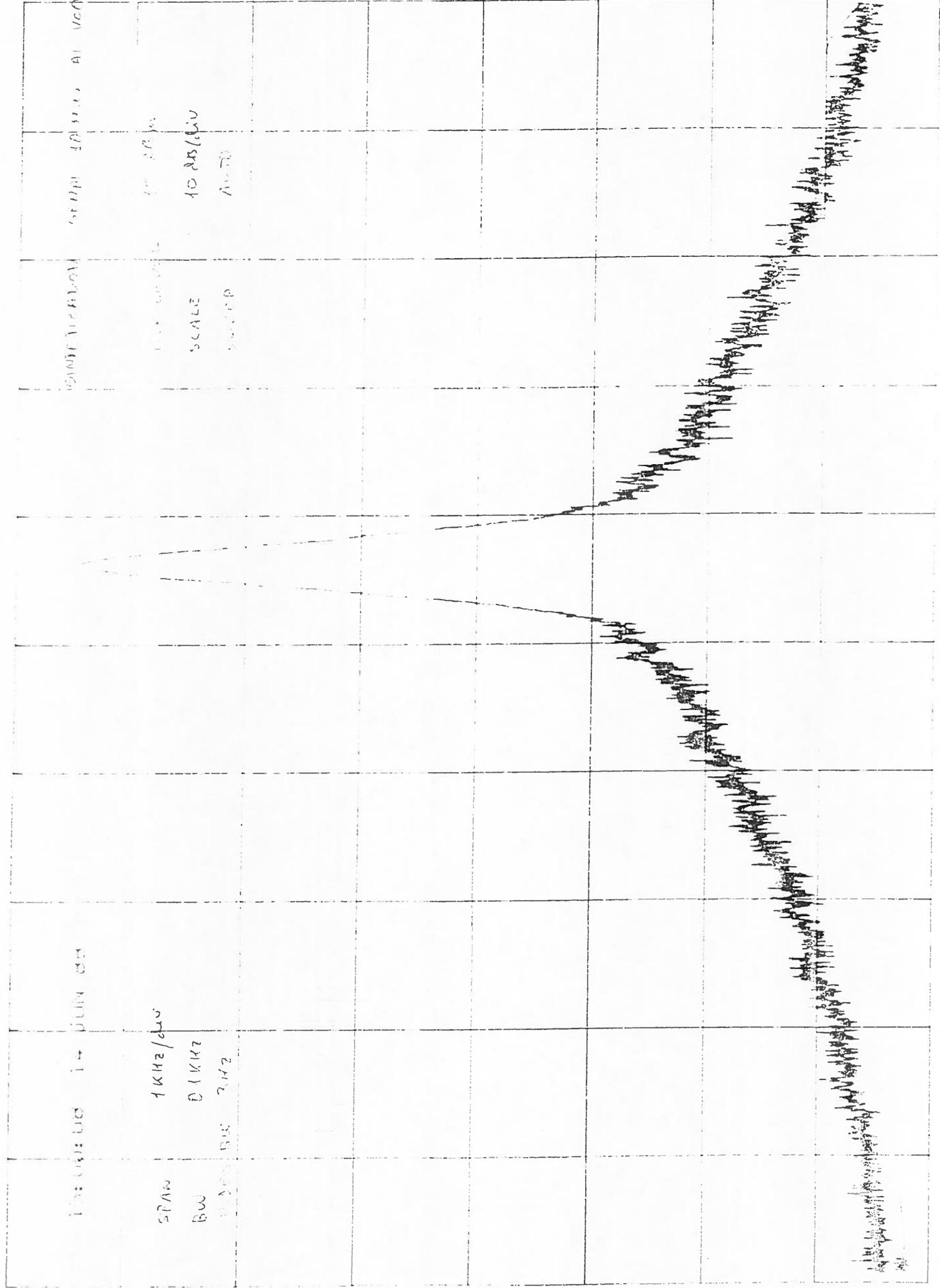
10:00:00 14 JUN 85

SPAN 1 KHz/div  
BW 0.1 KHz  
RES 2 Hz

SMITH INSTRUMENTS  
SERIAL 1011111111

SCALE 10 dB/div  
RES 100 Hz

4 KHz/div



Caso 1c

14: 27: 53 01 NOY 90

-10 dBm

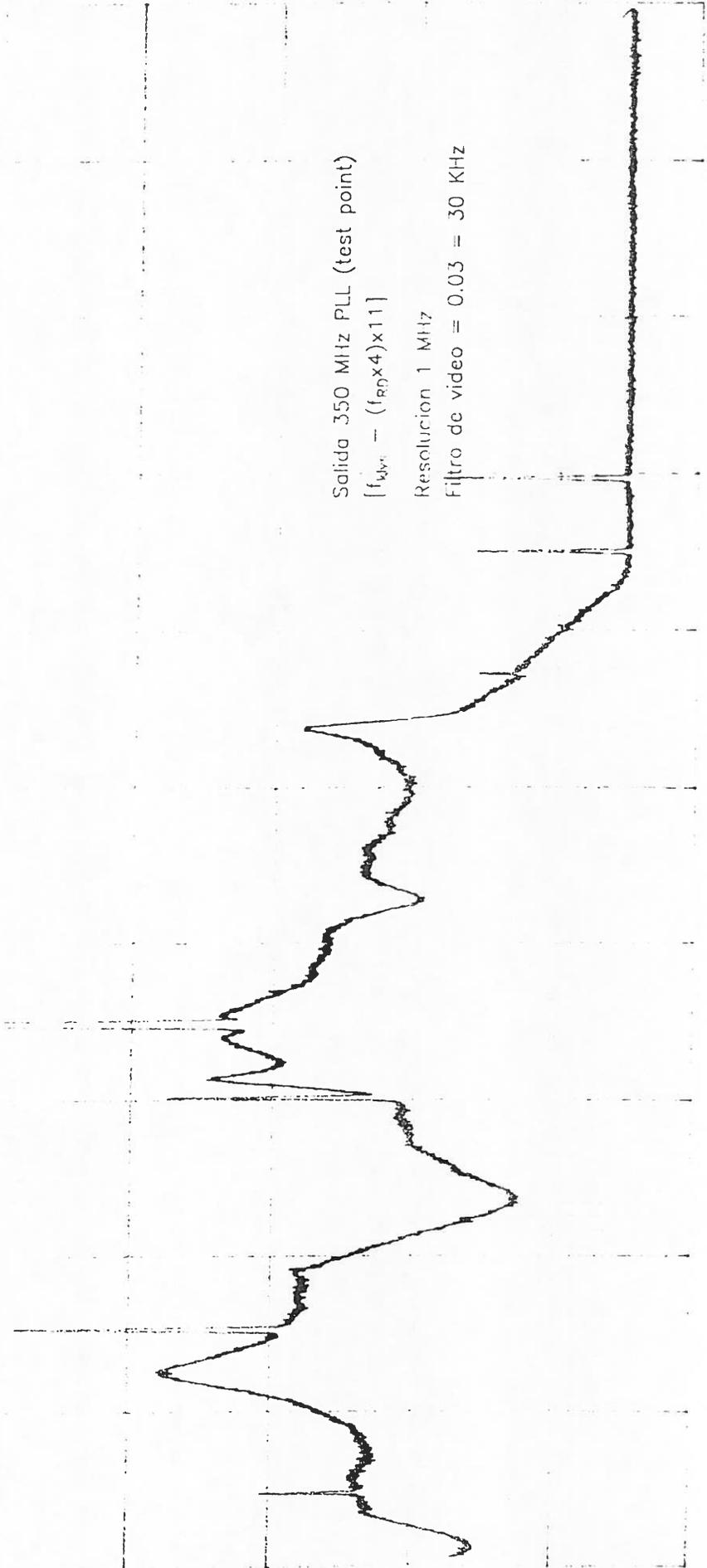
10 dB

Salida 350 MHz PLL (test point)  
 $[f_{\text{video}} - (f_{\text{RF}} \times 4) \times 11]$

Resolución 1 MHz

Filtro de video = 0.03 = 30 KHz

100 MHz



14:41:43 01 NOV 90

Caso 10

-10 dBm

10 dB/

Salida 350 MHz PLL (test point)  
[f<sub>klvs</sub> - (f<sub>RDx4</sub>)x11]

Resolución 30 KHz  
Filtro de video = 0.03 = 900 Hz

1 MHz/



Caso 1a

14: 48: 59 01 NOV 90

-10 dBm

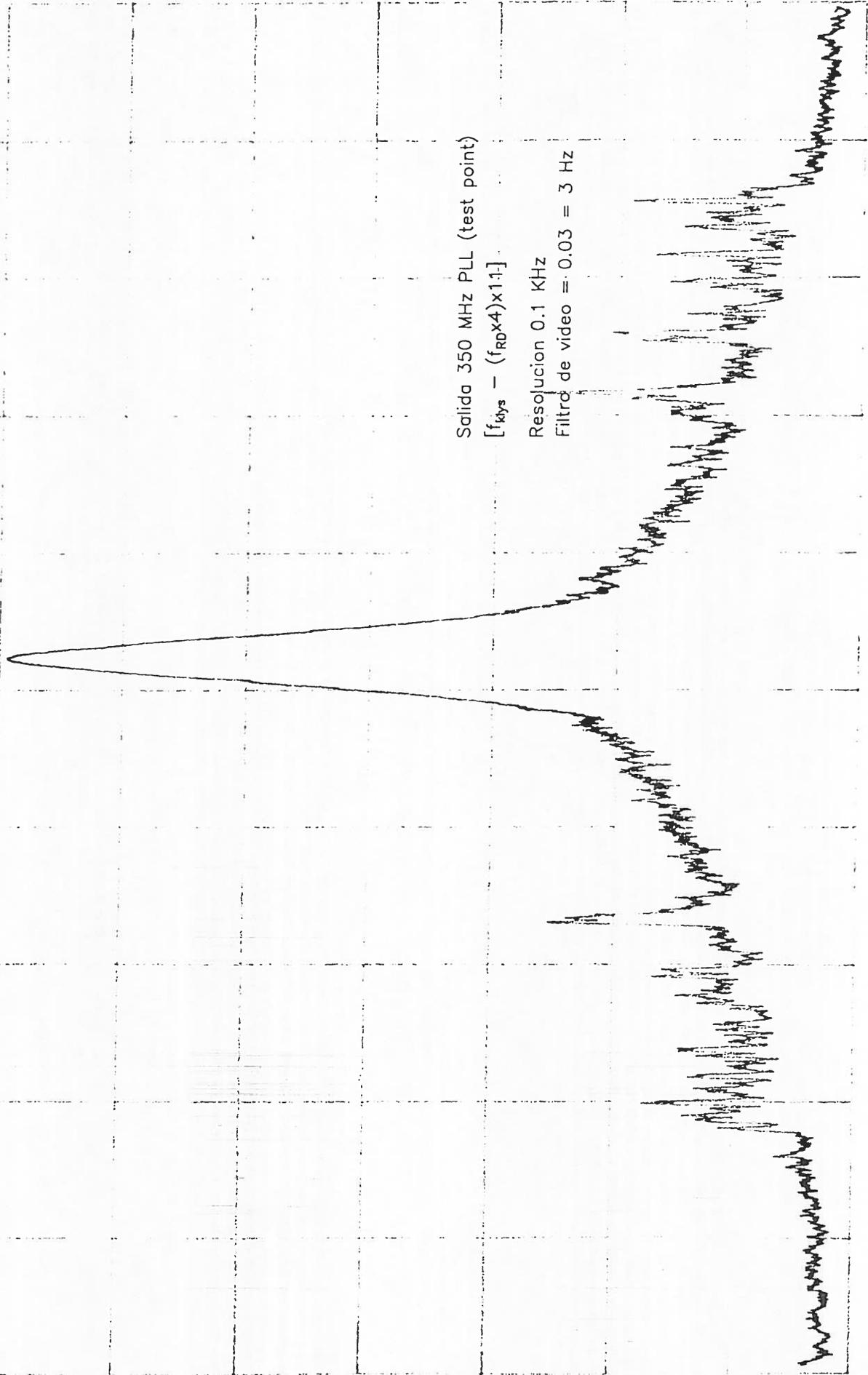
10 dB/

Salida 350 MHz PLL (test point)  
[f<sub>keys</sub> - (f<sub>RD</sub>x4)x1.1]

Resolucion 0.1 KHz

Filtro de video = 0.03 = 3 Hz

1 KHz/



Caso 1b

12:31:18 01 NOY 90

-10 dBm

10 dB/

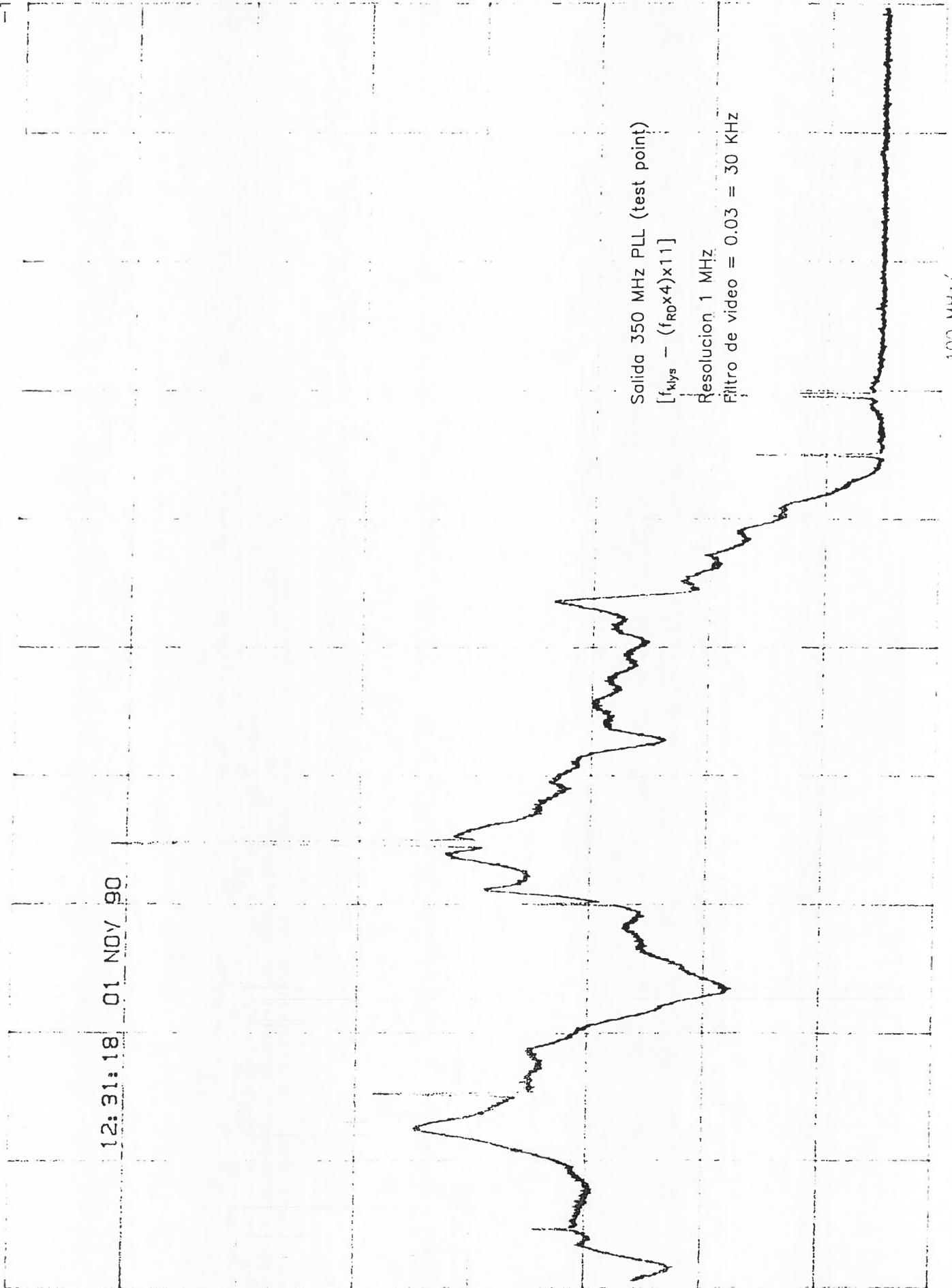
Salida 350 MHz PLL (test point)

[ $f_{klys} - (f_{RD \times 4}) \times 11$ ]

Resolucion 1 MHz

Filtro de video = 0.03 = 30 KHz

100 MHz/



Caso 1b

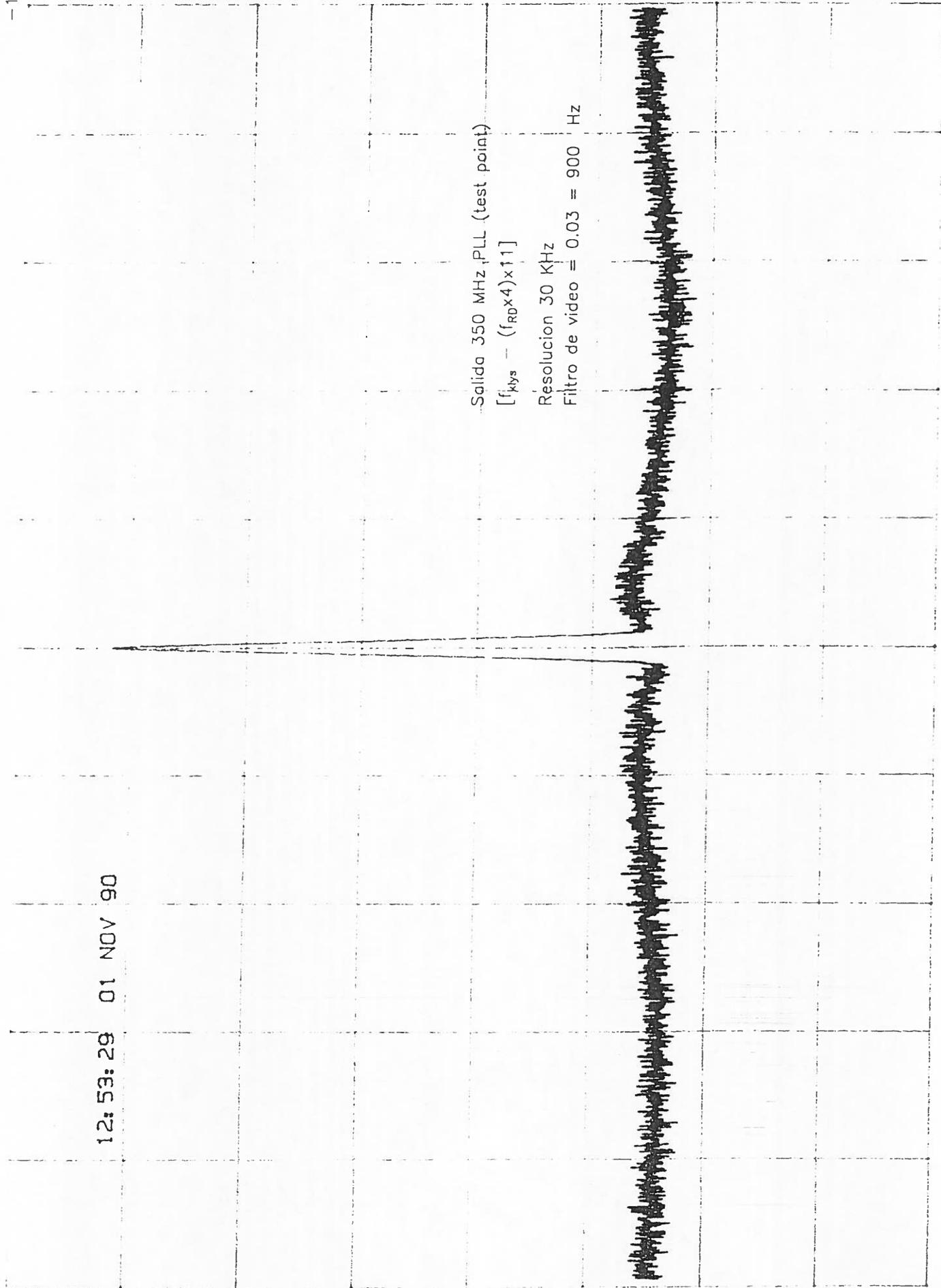
12: 53: 29 01 NOV 90

-10 dBm

Salida 350 MHz PLL (test point)  
[f<sub>klys</sub> - (f<sub>RD</sub>x4)x11]  
Résolucion 30 KHz  
Filtro de video = 0.03 = 900 Hz

10 dB/

1 MHz/



Caso 1b

13:25:03 01 NOV 90

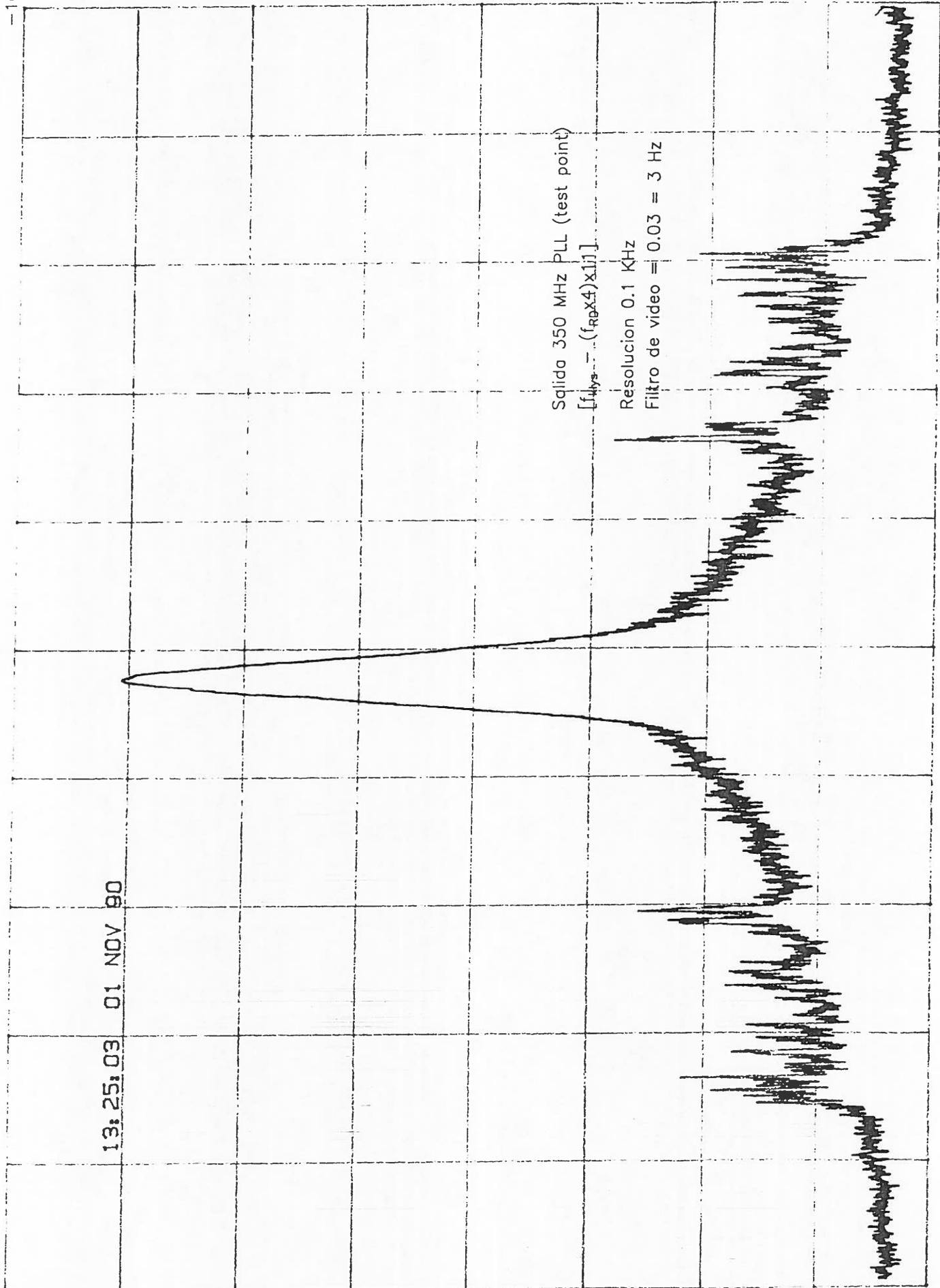
-10 dBm

10 dB/

Salida 350 MHz PLL (test point)  
[f<sub>lys</sub> = (f<sub>apx4</sub>)x11]

Resolucion 0.1 KHz  
Filtro de video = 0.03 = 3 Hz

1 KHz/



Caso 2

12:31:24 02 NOV 90

-10 dBm

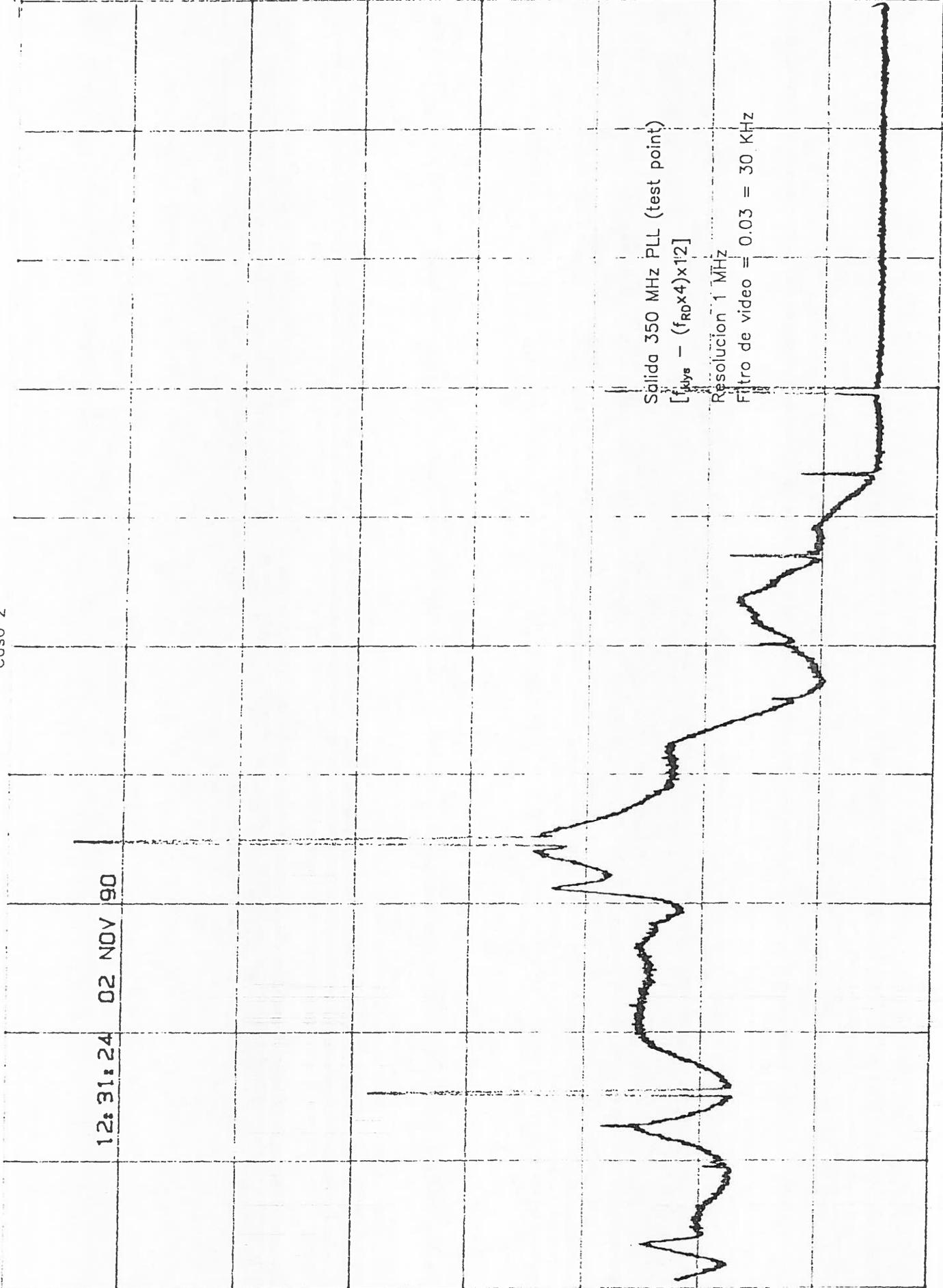
10 dB/

Sálida 350 MHz PLL (test point)  
[ $f_{\text{dlys}} - (f_{\text{RD}} \times 4) \times 1/2$ ]

Resolución 1 MHz

Filtro de video = 0.03 = 30 KHz

100 MHz/



Caso 2

12:36:58 02 NOV 90

-10 dBm

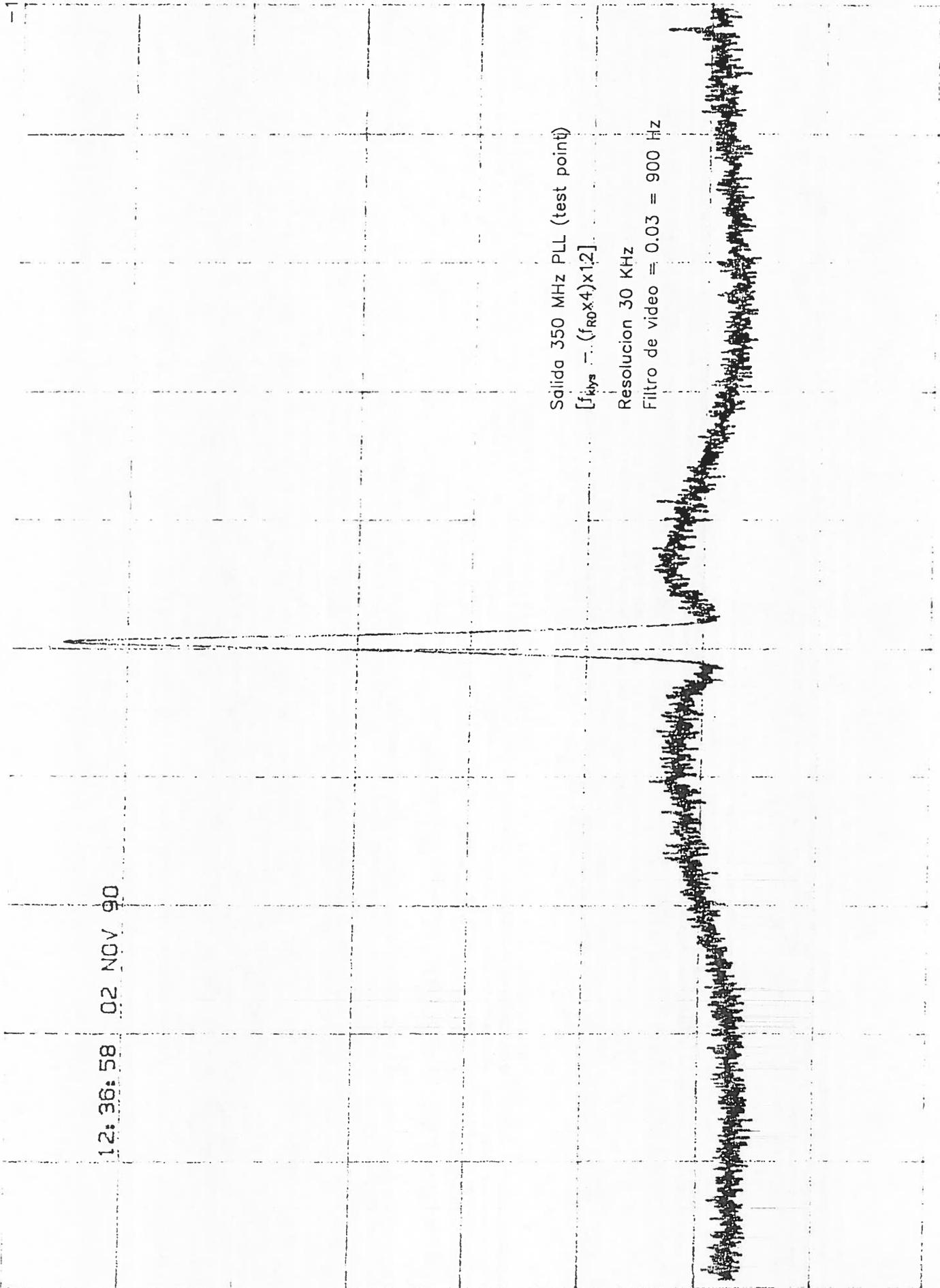
10 dB/

Salida 350 MHz PLL (test point)  
[f<sub>sys</sub> = (f<sub>RD</sub> × 4) × 12]

Resolucion 30 KHz

Filtro de video = 0.03 = 900 Hz

1 MHz/



Caso 2

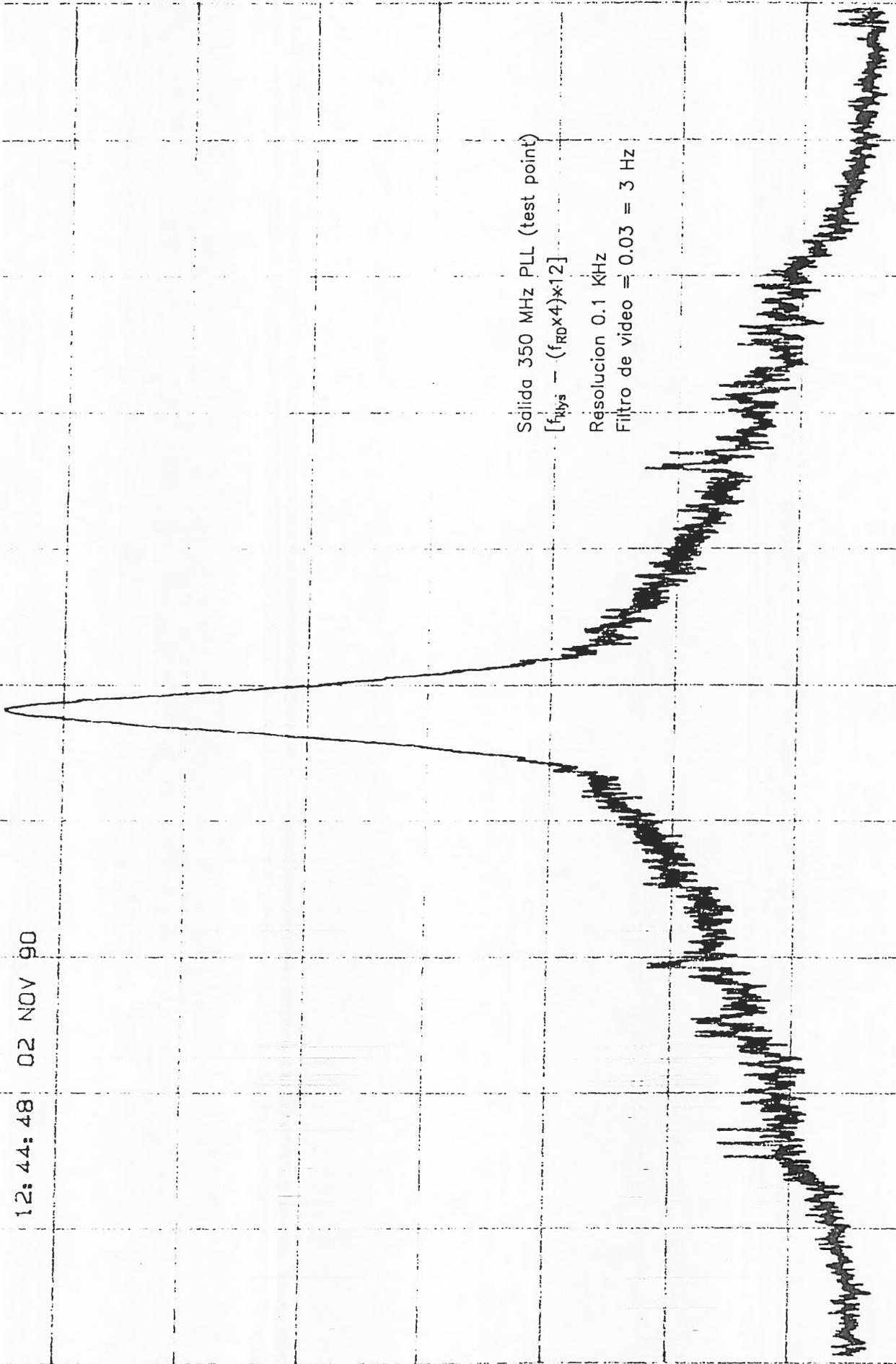
12: 44: 48 02 NOV 90

10 dBm

10 dB/

Salida 350 MHz PLL (test point)  
[f<sub>Klys</sub> - (f<sub>RDx4</sub>)x12]  
Resolución 0.1 KHz  
Filtro de video = 0.03 = 3 Hz

1 KHz/



Caso 1a

18:38:03 31 OCT 90

-20 dBm

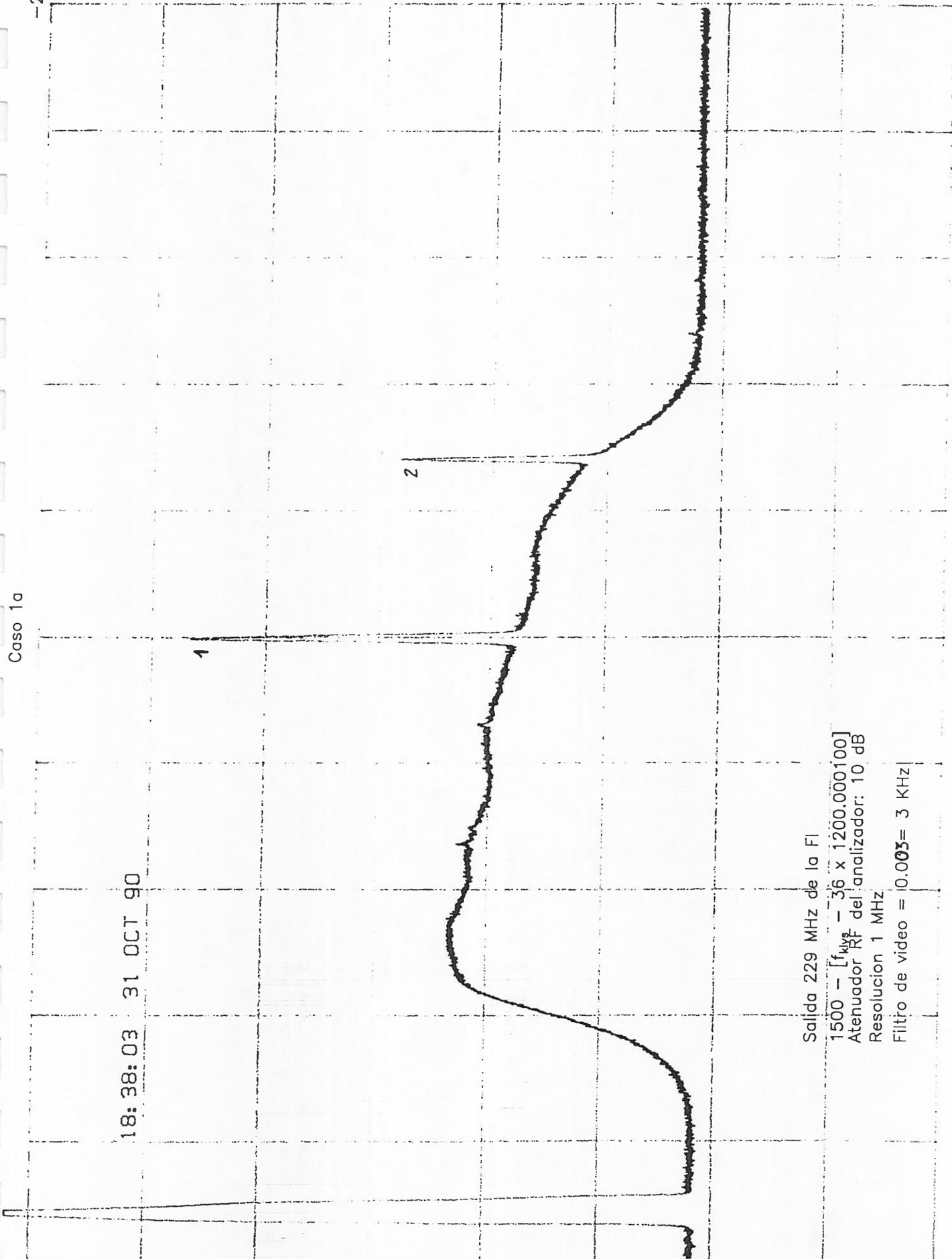
10 dB/

50 MHz/

1

2

Salida 229 MHz de la FI  
1500 - [f<sub>RF</sub> - 36 x 1200.000100]  
Atenuador RF del analizador: 10 dB  
Resolución 1 MHz  
Filtro de video = 0.003 = 3 KHz



Case 1a

-20 dBm

18:19:20 31 OCT 90

10 dB/

Salida 229 MHz de la FI  
1500 - [f<sub>kys</sub> - 36x1200.000100]  
Resolucion 10 KHz  
Filtro de video = 0.03 = 0.3 KHz

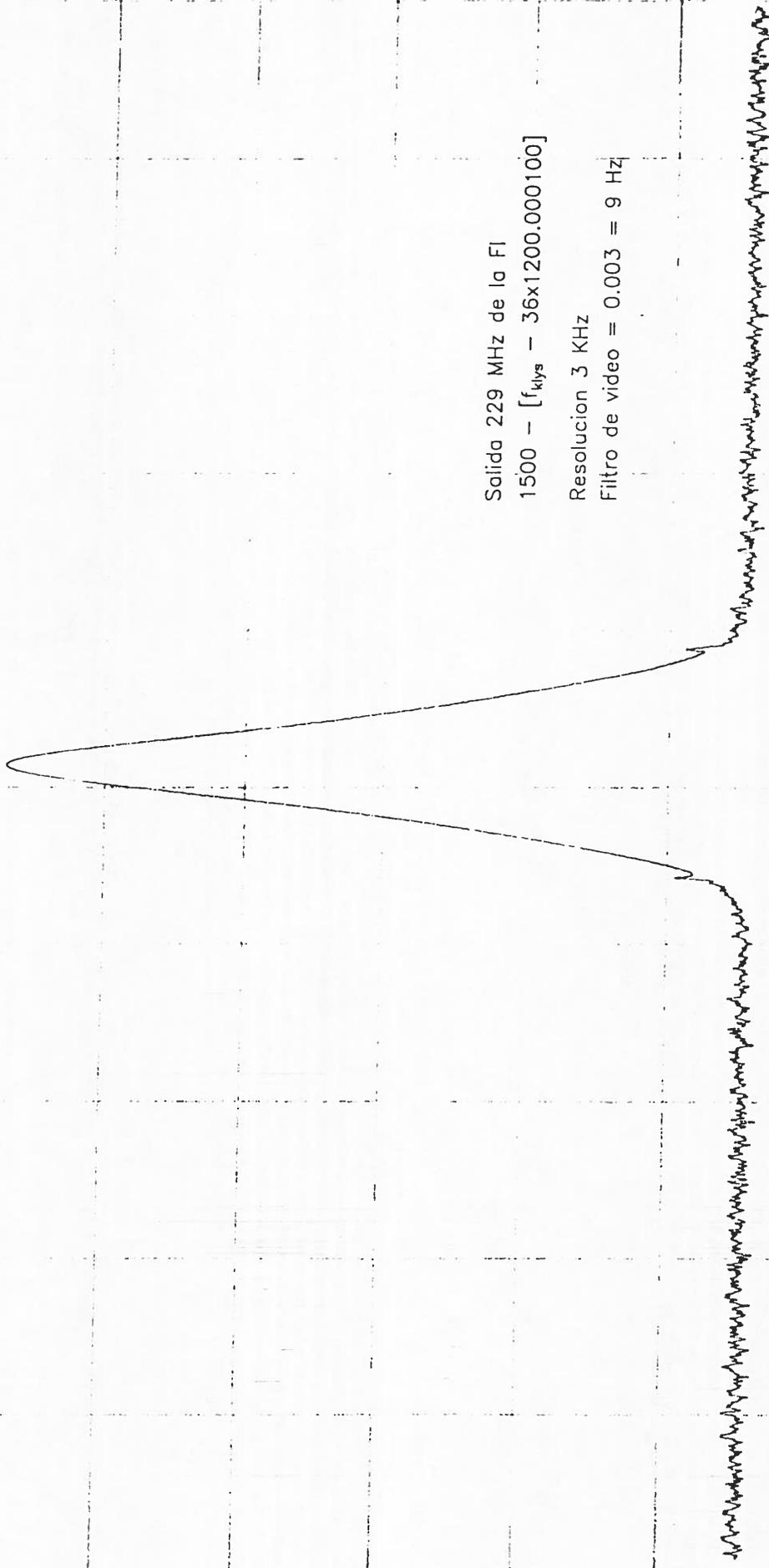


100 KHz/

Caso 1a

-20 dBm

17:51:13 31 OCT 90



10 dB/

Solida 229 MHz de la FI  
1500 - [f<sub>keys</sub> - 36x1200.000100]

Resolucion 3 KHz  
Filtro de video = 0.003 = 9 Hz

20 KHz/

Caso 1a

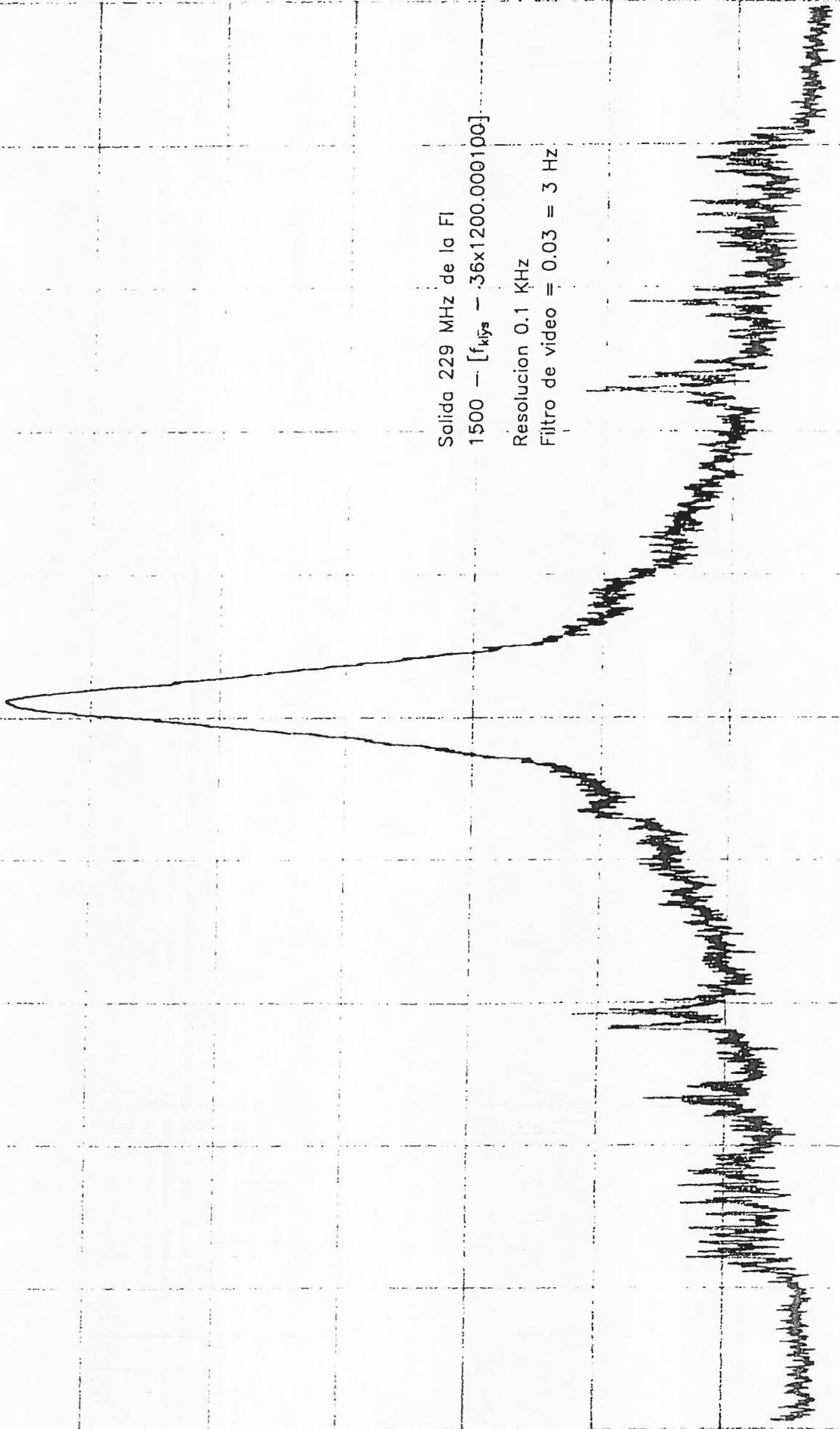
18:10:15 31 OCT 90

-20 dBm

10 dB/

Salida 229 MHz de la FI  
1500 — [f<sub>sys</sub> - 36x1200.000100]  
Resolucion 0.1 KHz  
Filtro de video = 0.03 = 3 Hz

1 KHz/



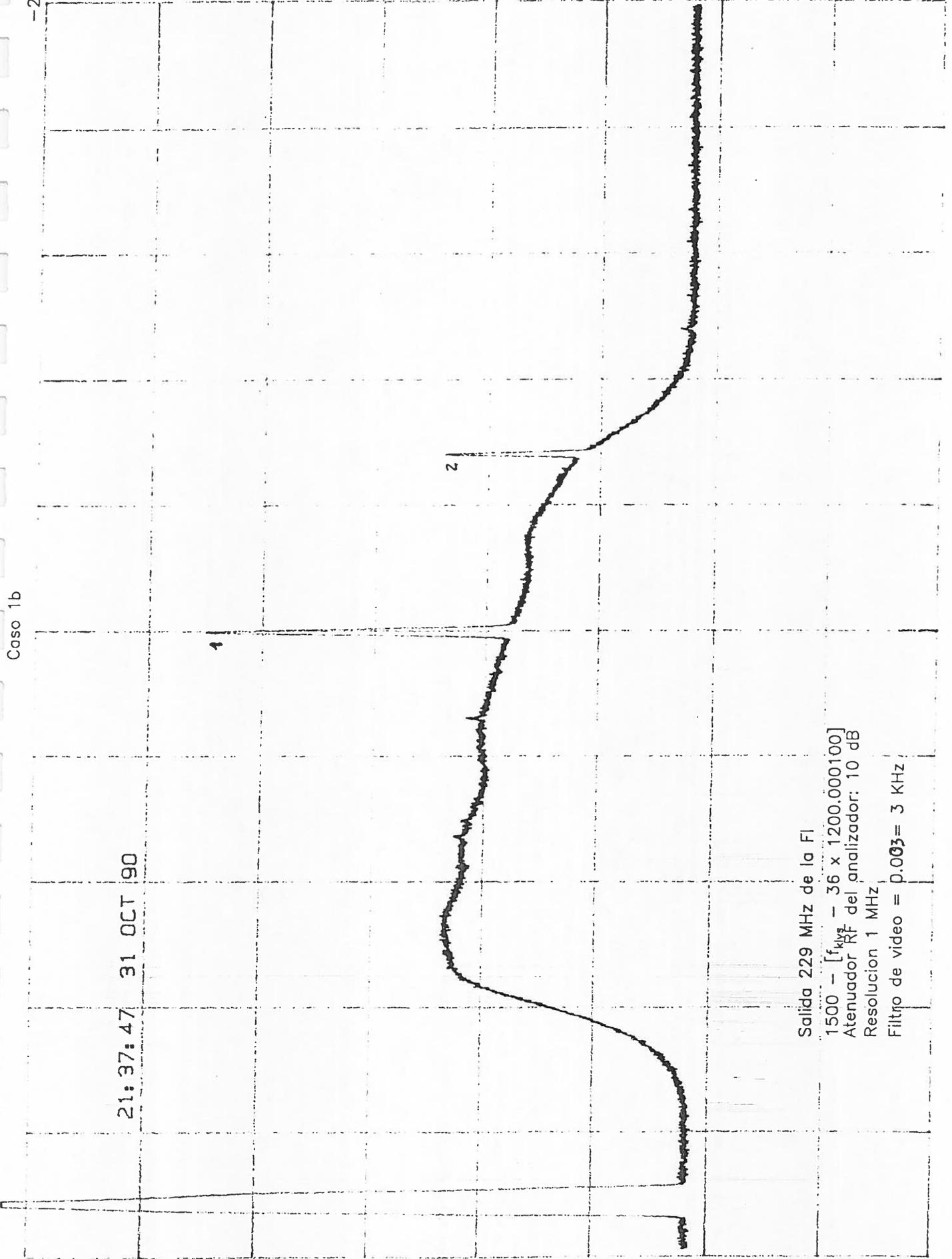
Caso 1b

21:37:47 31 OCT 90

-20 dBm

10 dB/

50 MHz/



Salida 229 MHz de la F1  
1500 - [f<sub>kHz</sub> - 36 x 1200.000100]  
Atenuador RF del analizador: 10 dB  
Resolución 1 MHz  
Filtro de video = 0.003 = 3 KHz

Caso 1b

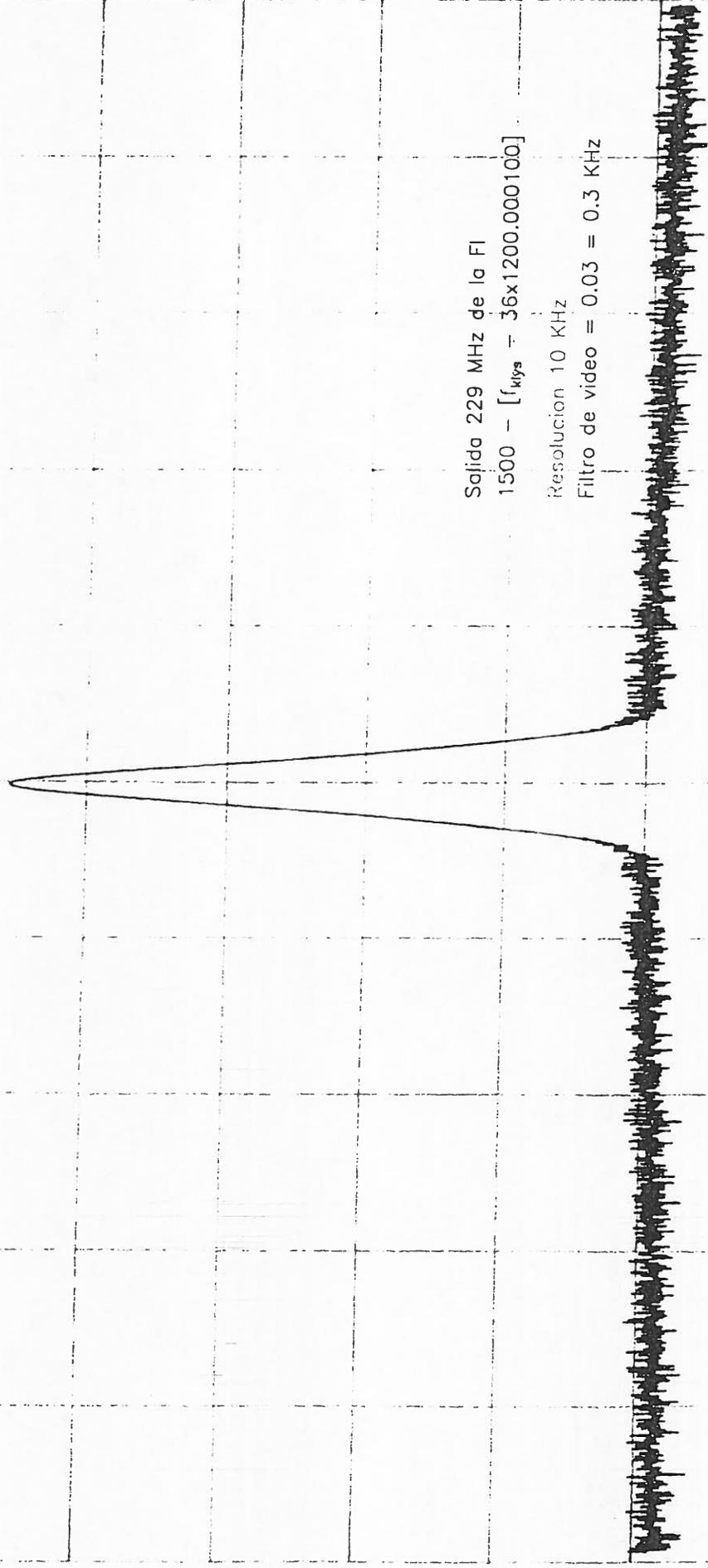
21:29:39 31 OCT 90

-20 dBm

10 dB/

Salida 229 MHz de la FI  
1500 - [k<sub>lys</sub> = 36x1200.000100]  
Resolucion 10 KHz  
Filtro de video = 0.03 = 0.3 KHz

100 KHz/



Caso 1b

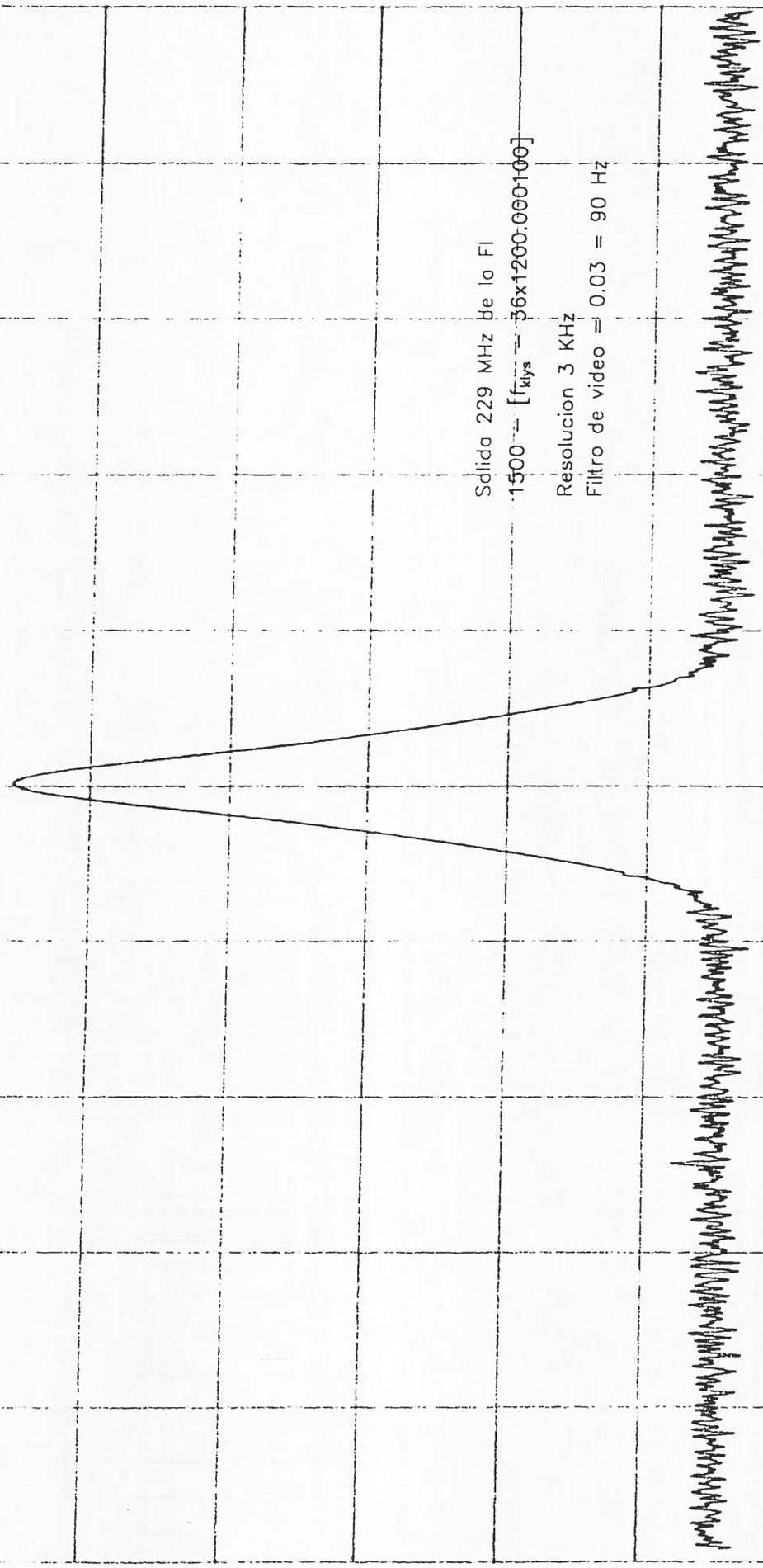
21:06:11 31 OCT 90

-20 dBm

10 dB/

Salida 229 MHz de la FI  
1500 -- [f<sub>kHz</sub> = 56x1200.000+00]  
Resolucion 3 KHz  
Filtro de video = 0.03 = 90 Hz

20 KHz/



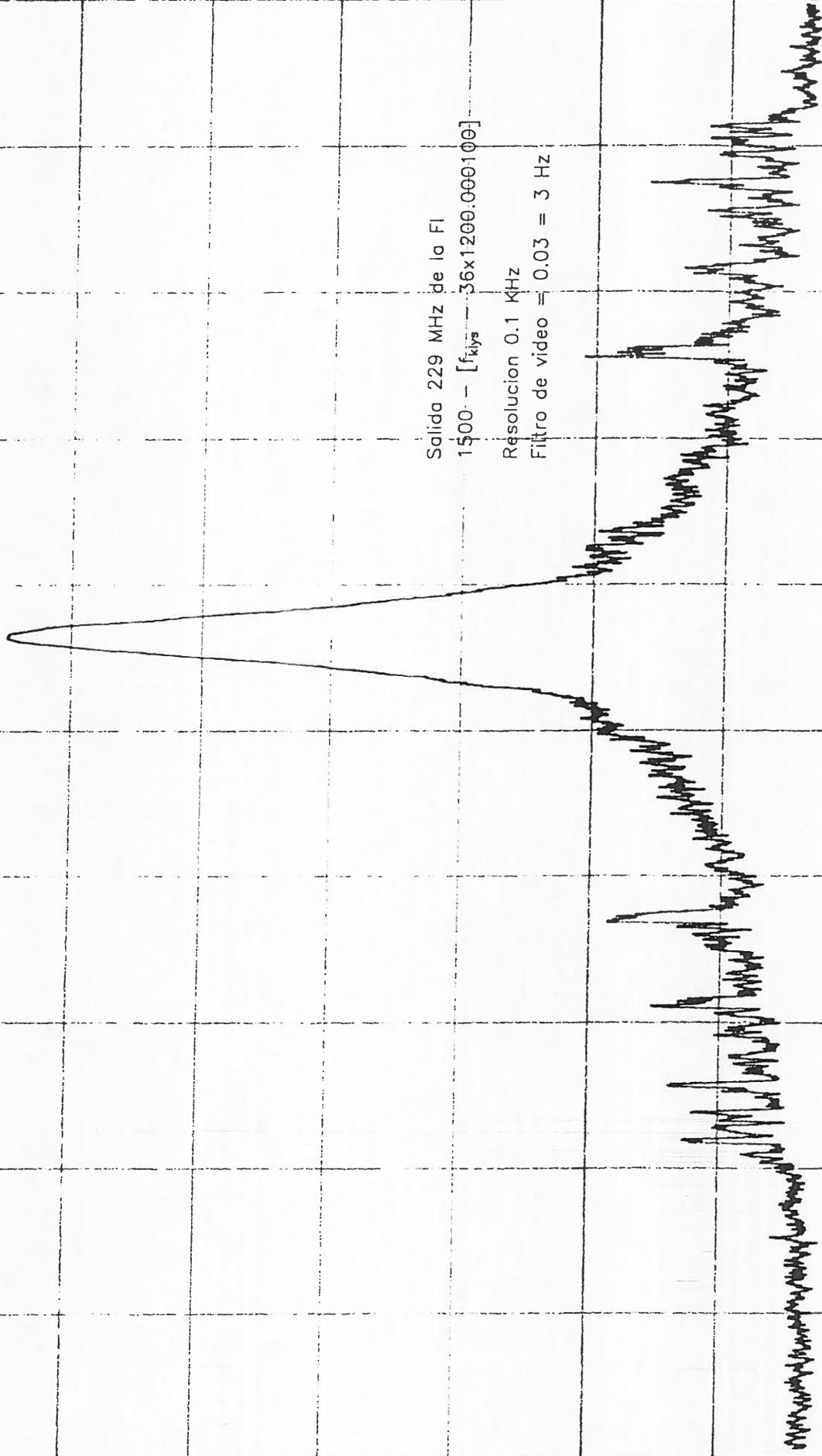
Caso 1b

21:14:57 31 OCT 90

-20 dBm

10 dB/

Salida 229 MHz de la FI  
1500 - [f<sub>klys</sub> - 36x1200.000100]  
Resolución 0.1 KHz  
Filtro de video = 0.03 = 3 Hz



1 KHz/

Caso 2

11:42:16 02 NOV 90

20 dBm

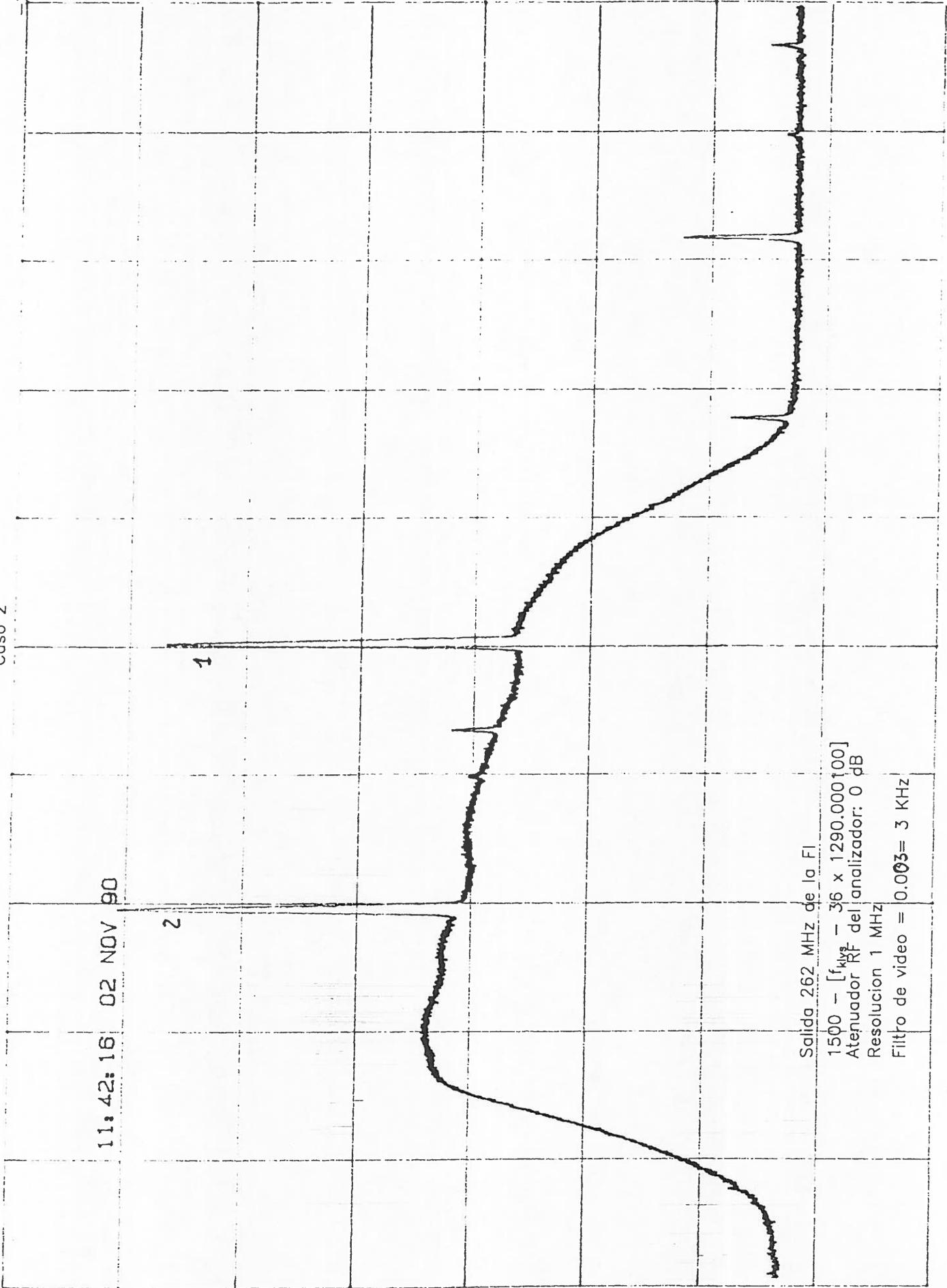
10 dB/

2

1

Salida 262 MHz de la FI  
1500 - [f<sub>kHz</sub> - 36 x 1290.000100]  
Atenuador RF del analizador: 0 dB  
Resolucion 1 MHz  
Filtro de video = 0.003 = 3 KHz

50 MHz/



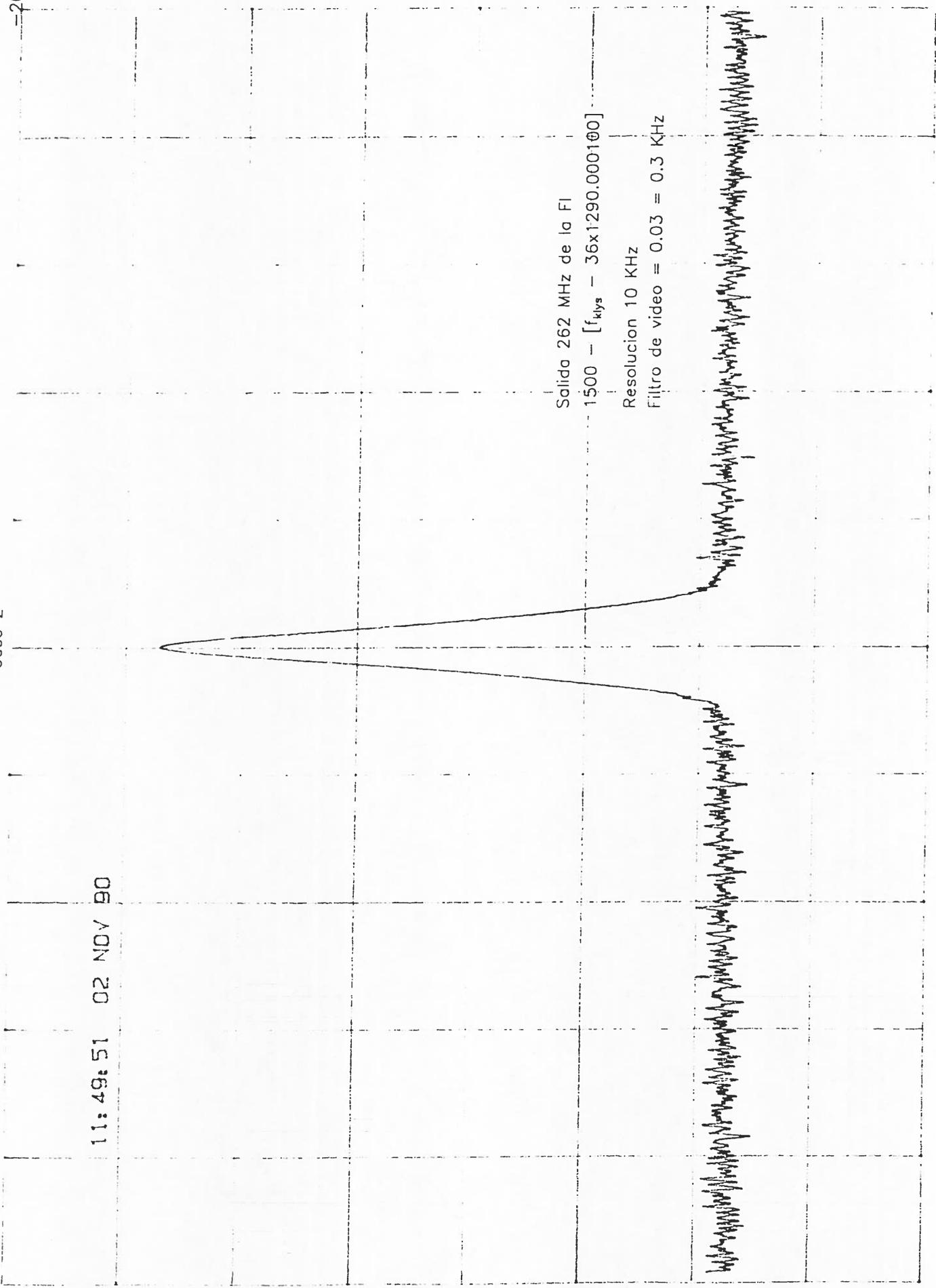
Caso 2

11:49:51 02 NOV 90

-20 dBm

10 dB/

Salida 262 MHz de la FI  
1500 - [f<sub>klys</sub> - 36x1290.000100]  
Resolucion 10 KHz  
Filtro de video = 0.03 = 0.3 KHz



100 KHz/

Caso 2

11:53:14 02 NOV 90

-20 dBm

10 dB/

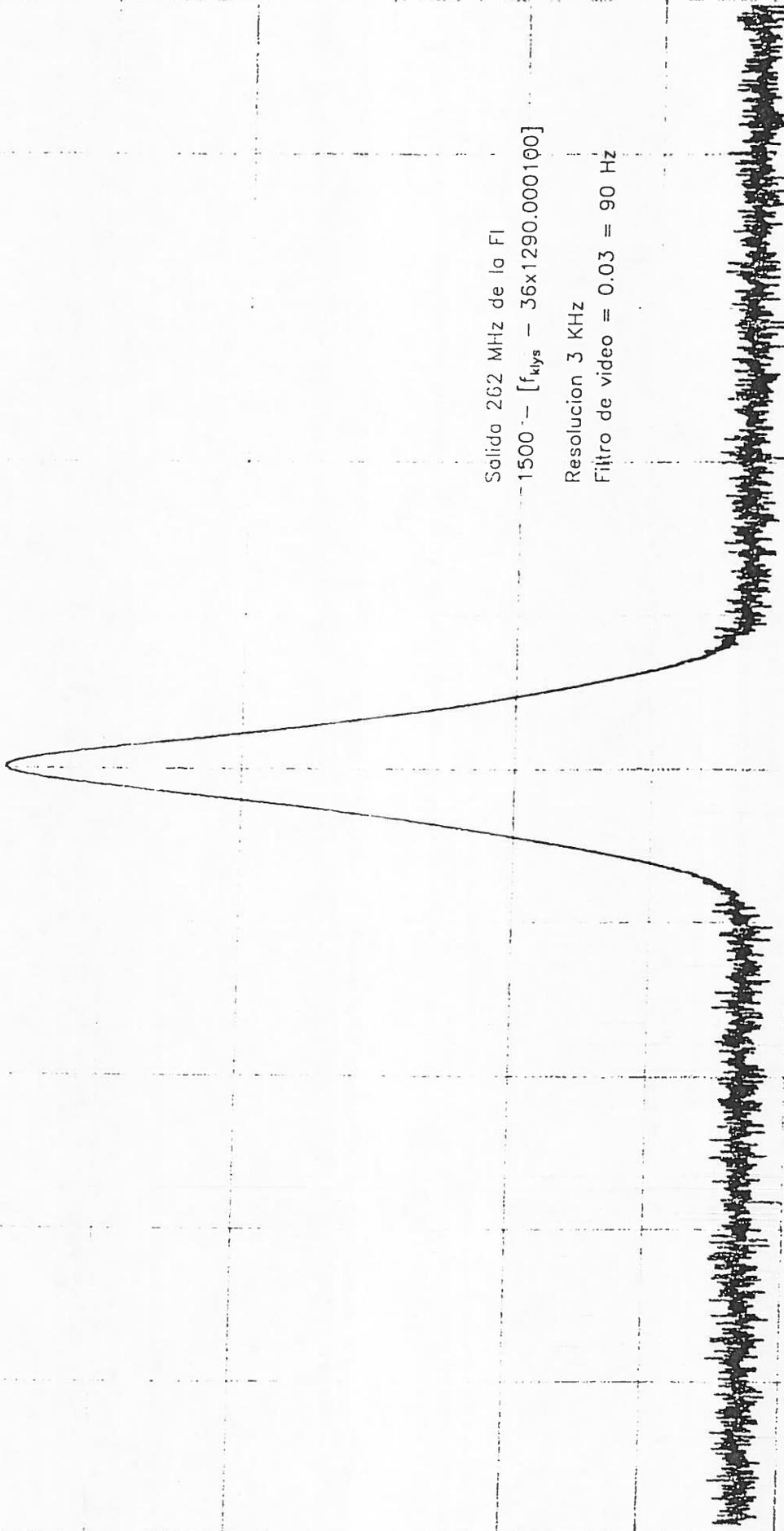
Salida 262 MHz de la FI

1500 - [f<sub>video</sub> - 36x1290.000100]

Resolucion 3 KHz

Filtro de video = 0.03 = 90 Hz

20 KHz/



Caso 2

11:57:43 02 NOV 90

-20 dBm

10 dB/

Salida 262 MHz de la FI  
1500 - [f<sub>sys</sub> - 36x1290.000100].  
Resolucion 0.1 KHz  
Filtro de video = 0.03 = 3 Hz

1 KHz/

