

1. Classificação <i>INPE-COM.9/RRE</i>	2. Período <i>Julho de 1975</i>	4. Critério de Distribuição:
3. Palavras Chave (selecionadas pelo autor) <i>Ionosfera - Aquecimento Artificial - Plasma</i>		interna <input type="checkbox"/> externa <input checked="" type="checkbox"/>
5. Relatório nº <i>INPE-682-RRE/008</i>	6. Data <i>9 de julho de 1975</i>	7. Revisado por - <i>B. A. Omesha</i>
8. Título e Sub-Título <i>Evidências de Instabilidades no Plasma Ionosférico Devido ao Aquecimento Artificial na Ionosfera</i>		9. Autorizado por - <i>Lutz Gylvan Meira Filho</i> Diretor em exercício
10. Setor <i>Ciência Espacial e da Atmosfera</i>	Código <i>4.01</i>	11. Nº de cópias <i>09</i>
12. Autoria <i>L.A. Vieira Dias</i>		14. Nº de páginas <i>15</i>
13. Assinatura Responsável <i>L. A. V. Dias</i>		15. Preço
16. Sumário/Notas <i>Durante a série de experiências para aquecimento artificial da ionosfera, realizadas no Observatório de Arecibo (Arecibo, Puerto Rico), foram observadas várias instabilidades no spectrum do eco do sinal do radar. Além das instabilidades na frequência local do plasma, instabilidades também foram observadas em frequências próximas da girofrequência local e na 2a. harmônica da frequência local do plasma. Neste trabalho essas últimas observações são apresentadas em detalhe. Devido a pouca intensidade das linhas no spectrum, cuidados especiais foram tomados para evitar interferência. O aparecimento dessas instabilidades é atribuído à modificação da distribuição de velocidades dos elétrons na ionosfera devido à interação onda-partícula provocada pelo aquecimento artificial.</i>		
17. Observações <i>Trabalho a ser apresentado na XXVII Reunião Anual da SBPC.</i>		

EVIDÊNCIAS DE INSTABILIDADES NO PLASMA IONOSFÉRICO DEVIDO
AO AQUECIMENTO ARTIFICIAL NA IONOSFERA

Luiz Alberto Vieira Dias

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE

São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Durante a série de experimentos de aquecimento artificial da ionosfera, levados a efeito no Observatório de Arecibo, em Porto Rico, foi observado que o espectro do retorno do radar de espalhamento incoerente a apresentava modificações sensíveis. Os resultados preliminares são apresentados por Gordon et al (1971), Kantor (1974), Dias & Gordon (1973), Dias (1973), Dias & Gordon (1975) e Kantor (1975).

O experimento de aquecimento artificial é descrito na Figura 1. Um transmissor de 140 kW envia ondas de HF (5 - 10 MHz) em CW. As ondas são focalizadas pela antena de 300m de diâmetro do Observatório de Arecibo e enviadas verticalmente para a ionosfera, no modo ordinário. Na altura de reflexão a onda cede energia à ionosfera devido a dissipação ôhmica. A projeção do ponto de reflexão é 30 km, ao norte magnético, devido à refração atmosférica (Budden, 1966). O diagnóstico da variação dos parâmetros ionosféricos é feito por meio do radar de espalhamento incoerente (430 MHz, 2.5 MW), fotômetros e ionosonda.

O radar aponta para o ponto de reflexão das ondas HF ordinárias, sendo portanto 4° fora do zênite. Isso é bastante favorável, porque o

alimentador de HF está na posição zenital e o alimentador do radar só pode chegar a 3° do zênite. A Figura 2 ilustra esse fato.

Na Figura 3 o arranjo para detetar o espectro do sinal refletido é descrito. O espectro é calculado pelo computador CDC-3300 usando técnicas de "Fast-Fourier Transforms".

As principais alterações no espectro são as linhas amplificadas nas cercanias do sinal de radar mais ou menos frequência de giro, mais ou menos frequência do plasma e mais ou menos o dobro da frequência do plasma. Todas essas frequências na altura de reflexão.

As ampliações na frequência de plasma são exaustivamente descritas por Kantor (1972) e Kantor (1975), portanto aqui somente estudaremos as outras duas posições.

Quanto à linha próxima a frequência de giro (gyroline), é possível dizer que seu aparecimento ocorre predominantemente pela manhã entre 6 e 11 horas, não sendo observada à tarde ou à noite. A frequência do aquecimento dessa linha é mostrada na Figura 4. Note-se que o número total de observações ainda é pequeno, portanto mais observações são necessárias para melhor estatística. Presentemente o quadro é o seguinte:

- i) total de observações: 20
- ii) "gyroline" observada: 09
- iii) observada entre 12 e 24 hs: 0

- iv) observada entre 0 e 6 hs: 0
- v) observada entre 6 e 12hs: 9
- vi) não observada entre 6 e 12hs: 6
- vii) observada entre 7 e 9 hs: 7
- viii) não observada entre 7 e 9 hs: 0

Entre 9 e 12 hs a "gyroline" apareceu em 70% das observações.

Entre 7 e 9 hs em 100% das observações.

Supõe-se que o aparecimento dessas linhas amplificadas é estimulado pelas condições da ionosfera matinal. Ainda não é claro qual o mecanismo que excita tais linhas.

Na Figura 5 é comparada a intensidade da "gyroline" amplificada e sua frequência. A girofrequência na altura de reflexão, apesar de não medida diretamente pode ser estimada com boa precisão (melhor do que 10%) como sendo 1080 MHz, devido ao conhecimento do campo magnético.

Nas Figuras 6, 7 e 8, várias medidas são mostradas, onde a frequência do transmissor de HF, sua potência e o ângulo zenital do feixe de radar são variados. O resultado observado parece indicar que o fenômeno depende mais da ionosfera, sem ser função simples da potência ou frequência do transmissor. Note-se que ao passar o ângulo zenital para 8° (afastando-se, portanto, do ponto de máxima deposição de energia, a 4° as linhas desapareceram, indicando-se, assim que elas são um fenômeno bem localizado pró

ximo ao ponto de reflexão.

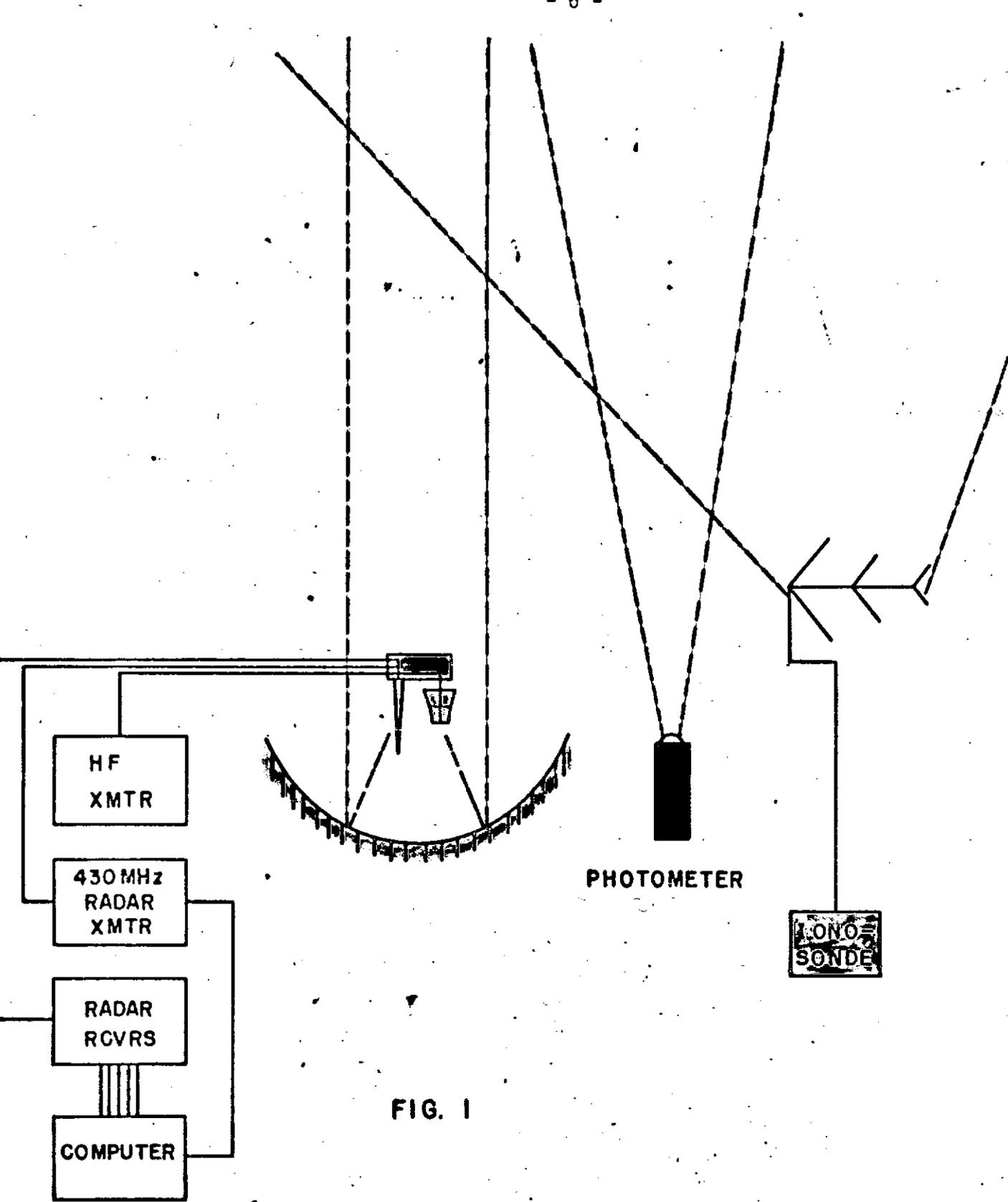
Em 11 de Outubro de 1972, observou-se que próximo ao dobro da frequência de plasma também haviam linhas amplificadas. Essas linhas voltaram a ser observadas em 1975 (Duncan, 1975). A Figura 9 mostra a comparação entre essas linhas e a linha de plasma descrita por Kantor (1972).

Durante todas as observações grande cuidado foi tomado para evitar interferências e harmônicos espúrios, como detalhadamente explicado por Dias e Gordon (1973) e Dias e Gordon (1975).

O autor agradece ao "staff" do Observatório de Arecibo, pela cooperação prestada durante os vários experimentos.

REFERÊNCIAS

1. BUDDEN, K.G. - *Radio Waves in the Ionosphere*. Cambridge University Press, England, 1966.
2. DIAS, L.A.V. - *Observations of artificially induced enhancements in the ionospheric backscatter spectrum*. Ph.D. Dissertation, Rice University, 1973.
3. DIAS, L.A.V., and W.E. Gordon - The observation of electron cyclotron lines enhanced by HF radio waves. *J.Geophys.Res.*, 78, 1730-1732, 1973.
4. DUNCAN, Lewis - *Comunicação privada*, 1975.
5. DIAS, L.A.V. and W.E. Gordon - Artificially induced enhancements in the ionosphere backscatter spectrum near the electron gyrofrequency and 2nd harmonic plasma line. *Ionospheric Effects Symposium - NRL - Crystal City, Virginia, January 20-22, 1975*.
6. GORDON, W.E.; R.L. Showen and H.C. Carlson - Ionospheric heating at Arecibo: First tests. *J.Geophys.Res.*, 76, 7808-7813, 1971.
7. KANTOR, I.J. - *Plasma waves induced by HF radio waves*. Ph.D. Dissertation, Rice University, 1972.
8. KANTOR, I.J. - High frequency induced enhancements of the incoherent scatter spectrum at Arecibo. 2 *J.Geophys.Res.*, 79, 199-208, 1974.
9. KANTOR, I.J. - Flutuação da linha de plasma induzida por HF. XXVII *Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 09-16 de Julho de 1975*.



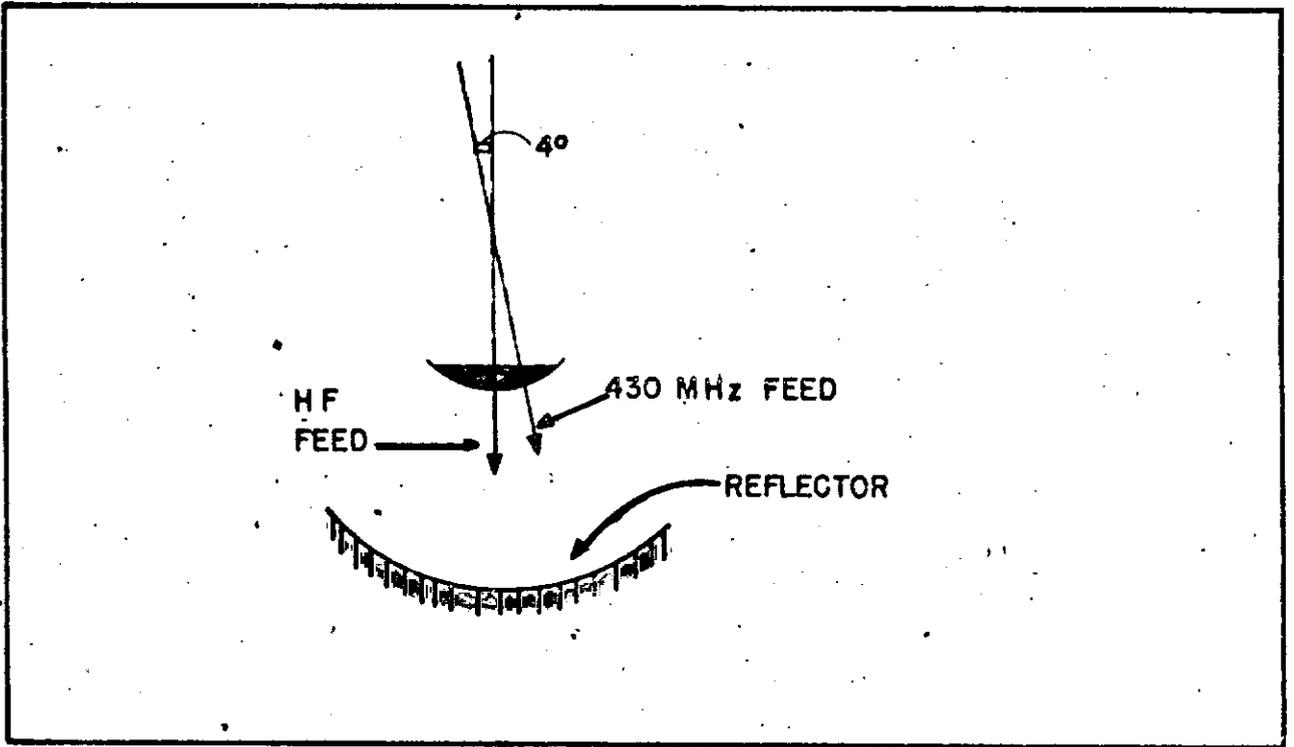


FIG. 2

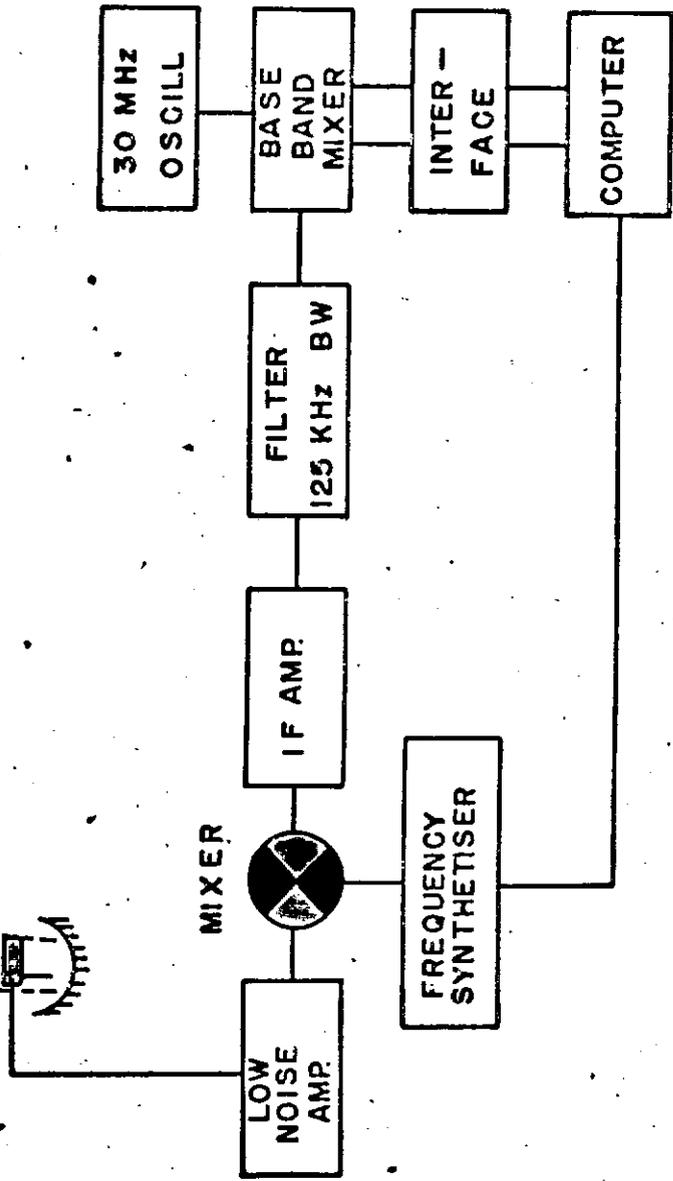


FIG. 3

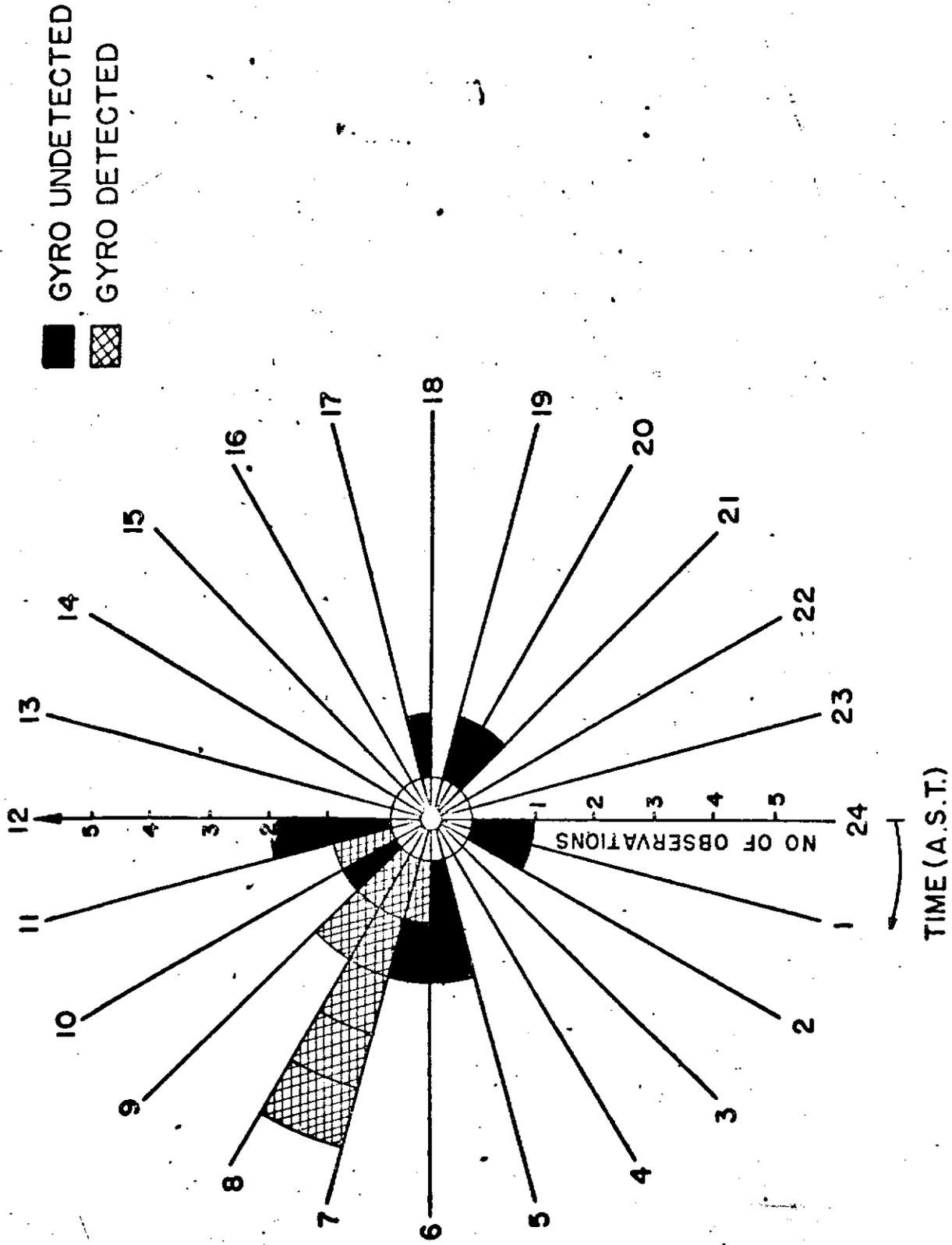


FIG. 4

FREQ
(KHz)

1159.76

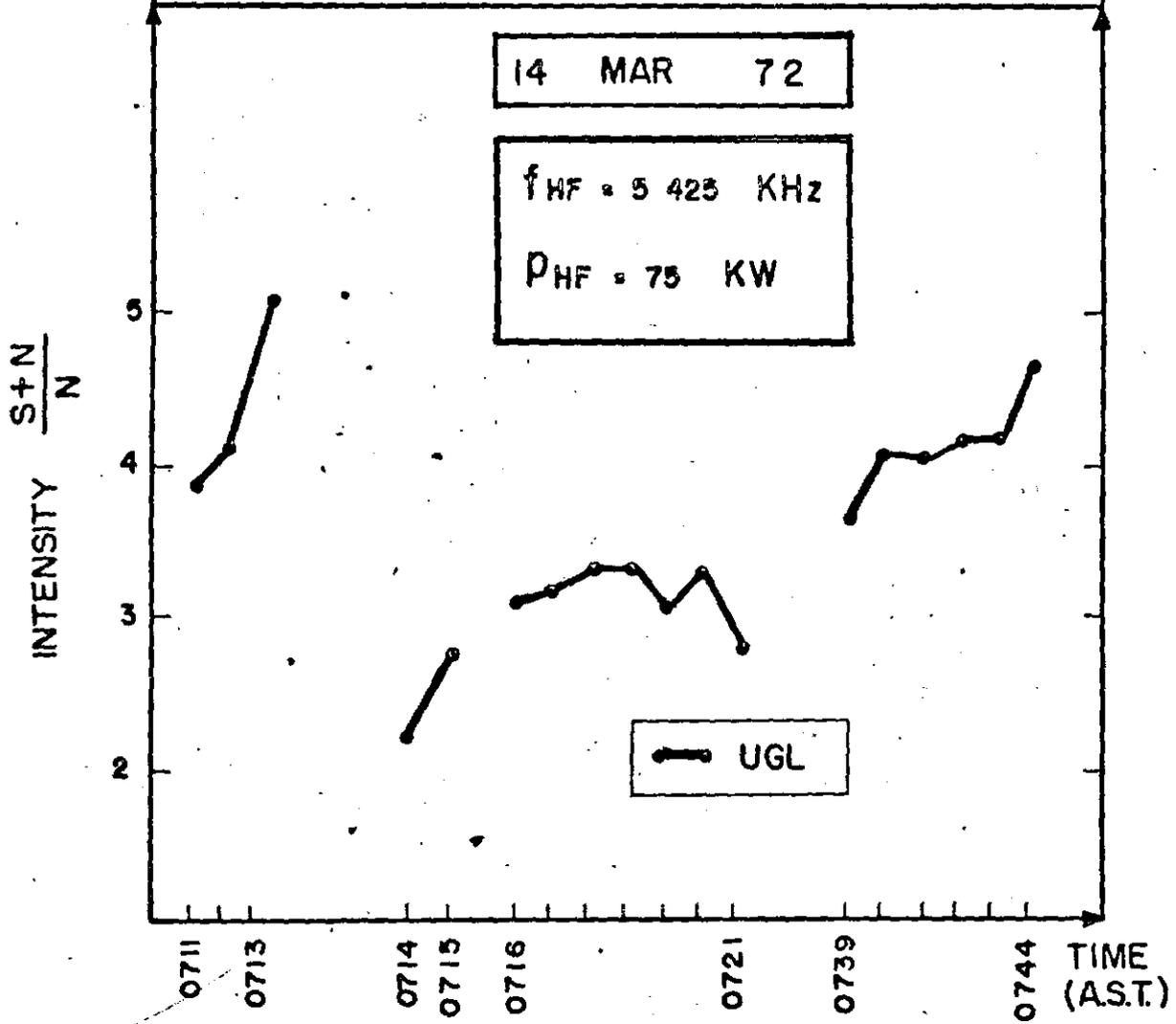


FIG. 5

FREQ
(KHz)

1159.76

INTENSITY
 $\frac{S+N}{N}$

14 MAR 72

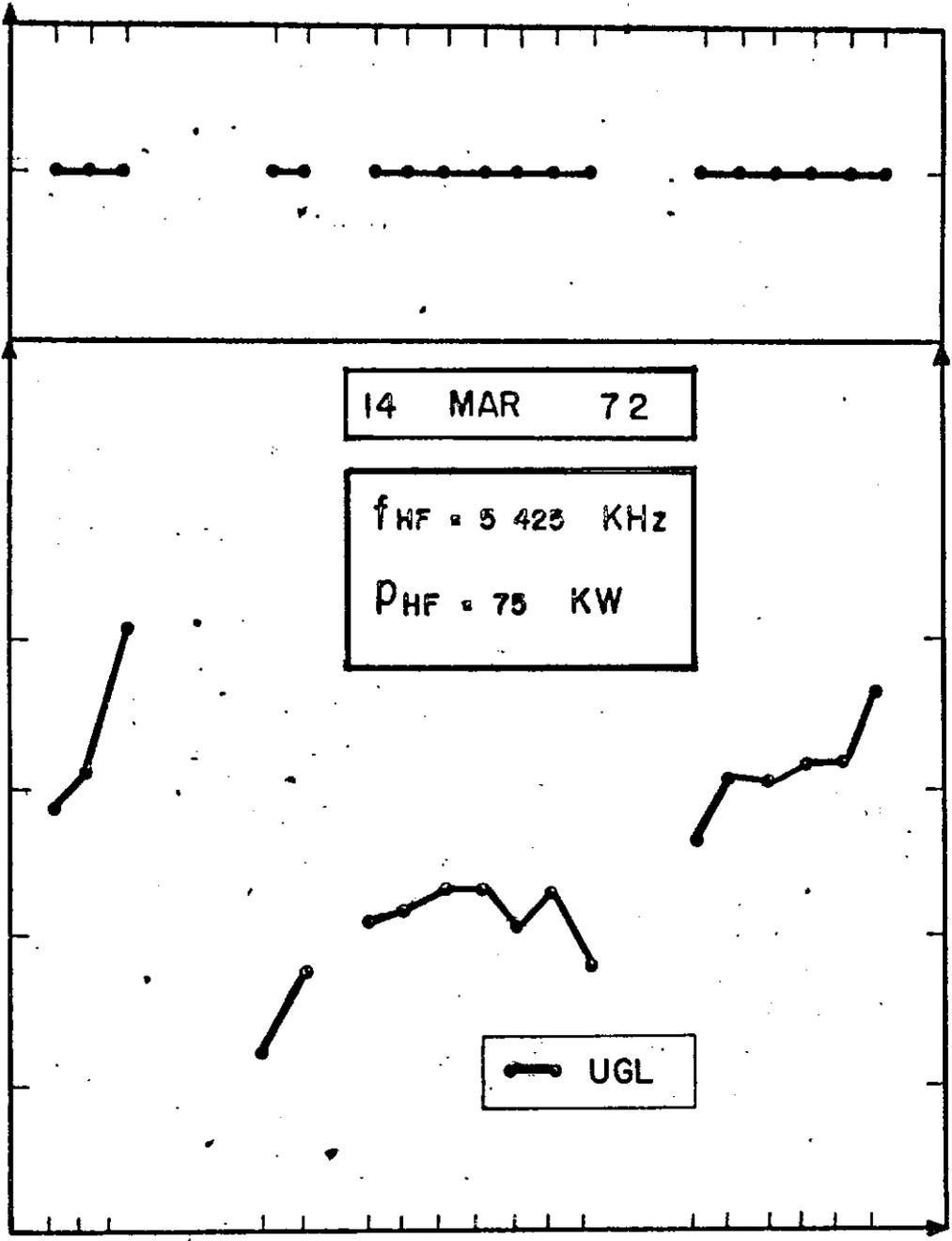
$f_{HF} = 5\ 423\ KHz$

$P_{HF} = 75\ KW$

UGL

0711 0713 0714 0715 0716 0721 0739 0744 TIME (AST.)

FIG. 5



$f_{HF} = 5100 \text{ KHZ}$ ① $P_{HF} = 40 \text{ KW}$	$f_{HF} = 6790 \text{ KHZ}$ ② $P_{HF} = 75 \text{ KW}$	$f_{HF} = 8185 \text{ KHZ}$ ③ $P_{HF} = 75 \text{ KW}$	$f_{HF} = 5425 \text{ KHZ}$ ④ $P_{HF} = 75 \text{ KW}$
---	---	---	---

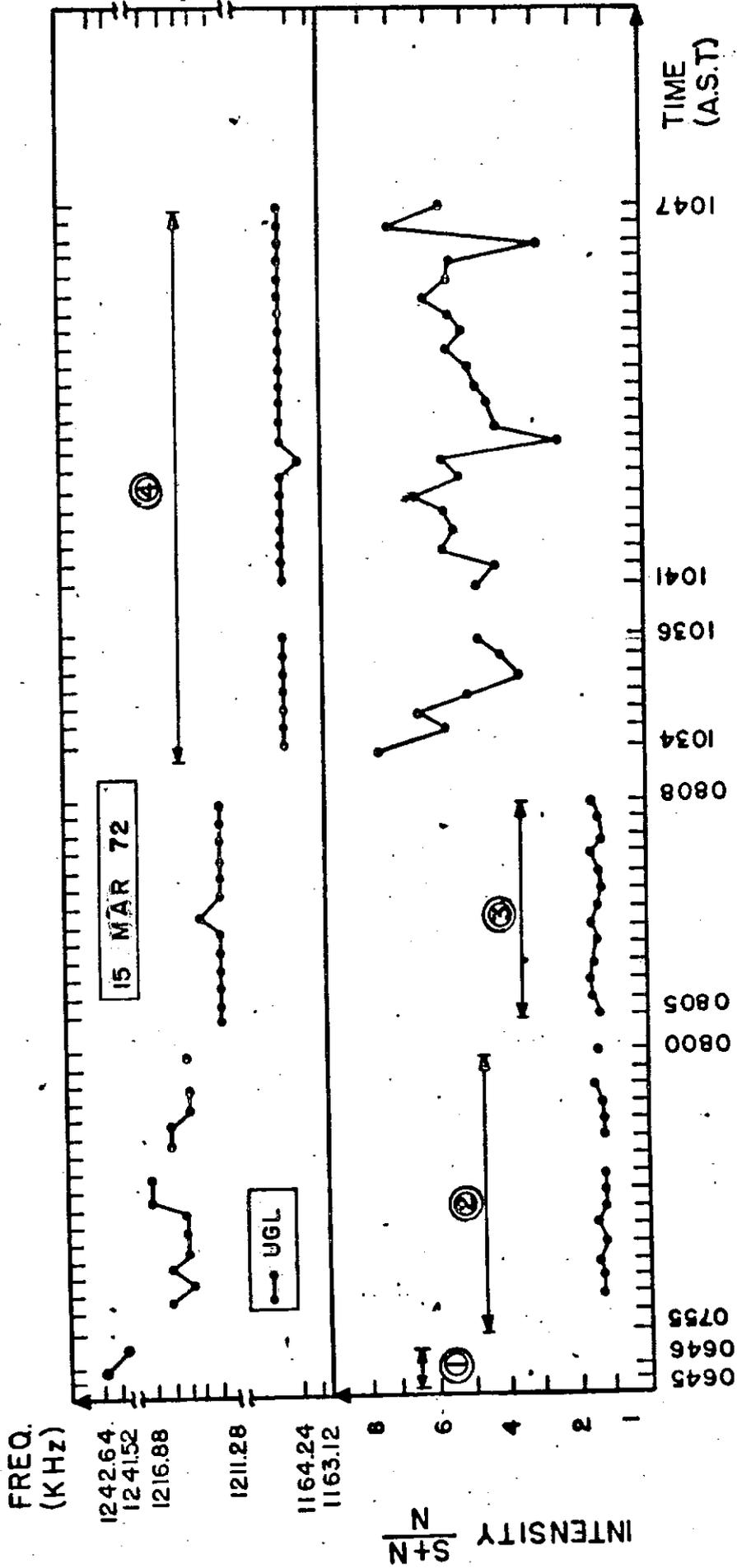


FIG 6

FREQ.
(KHz)

17298

16 MAR 72

UCL

11.7 6750 KHz
PHF 75 KW

S + N

1154.16

INTENSITY

2

1.5

0709

0733

0735

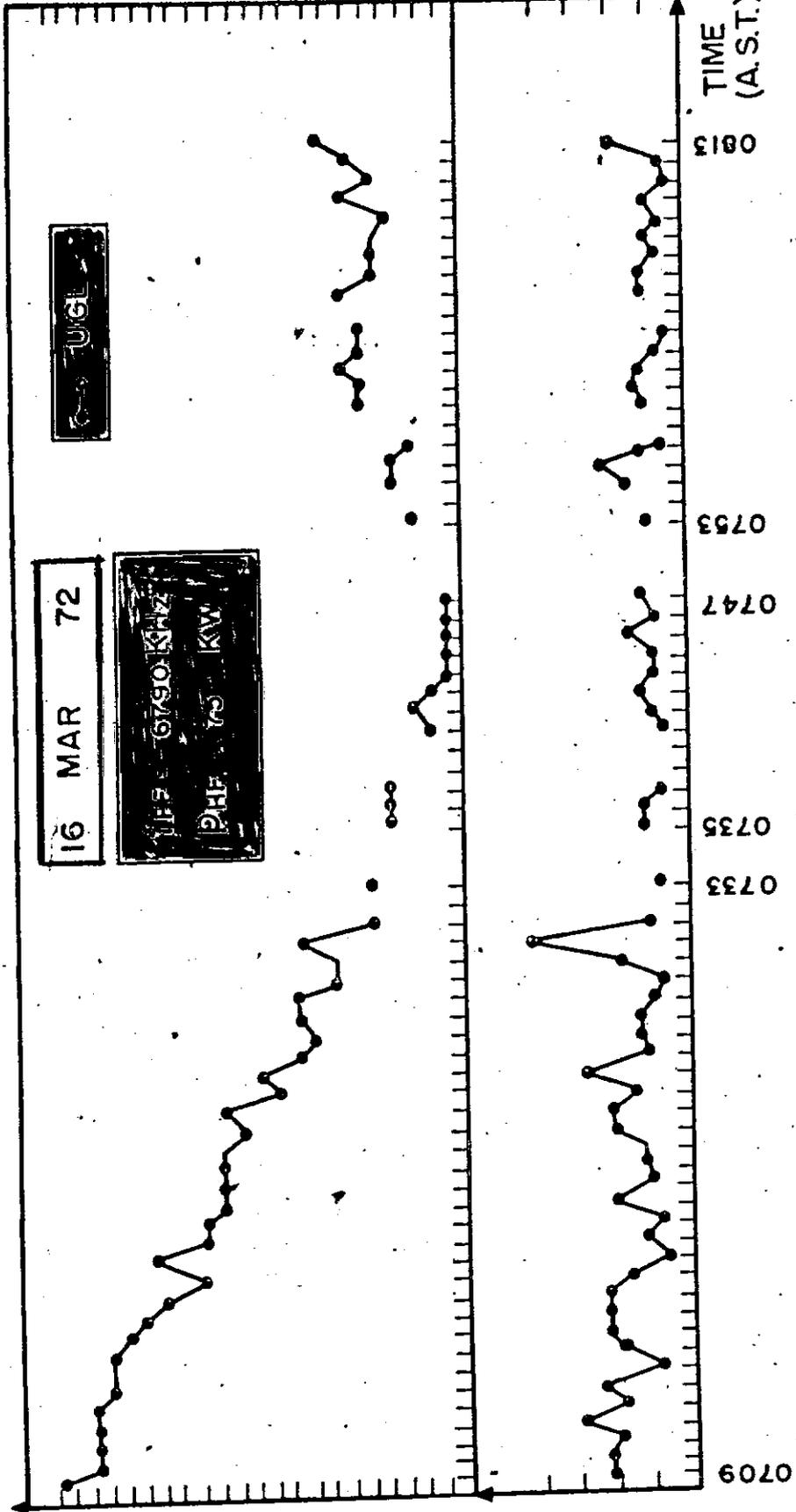
0747

0753

0813

TIME
(A.S.T.)

FIG. 7



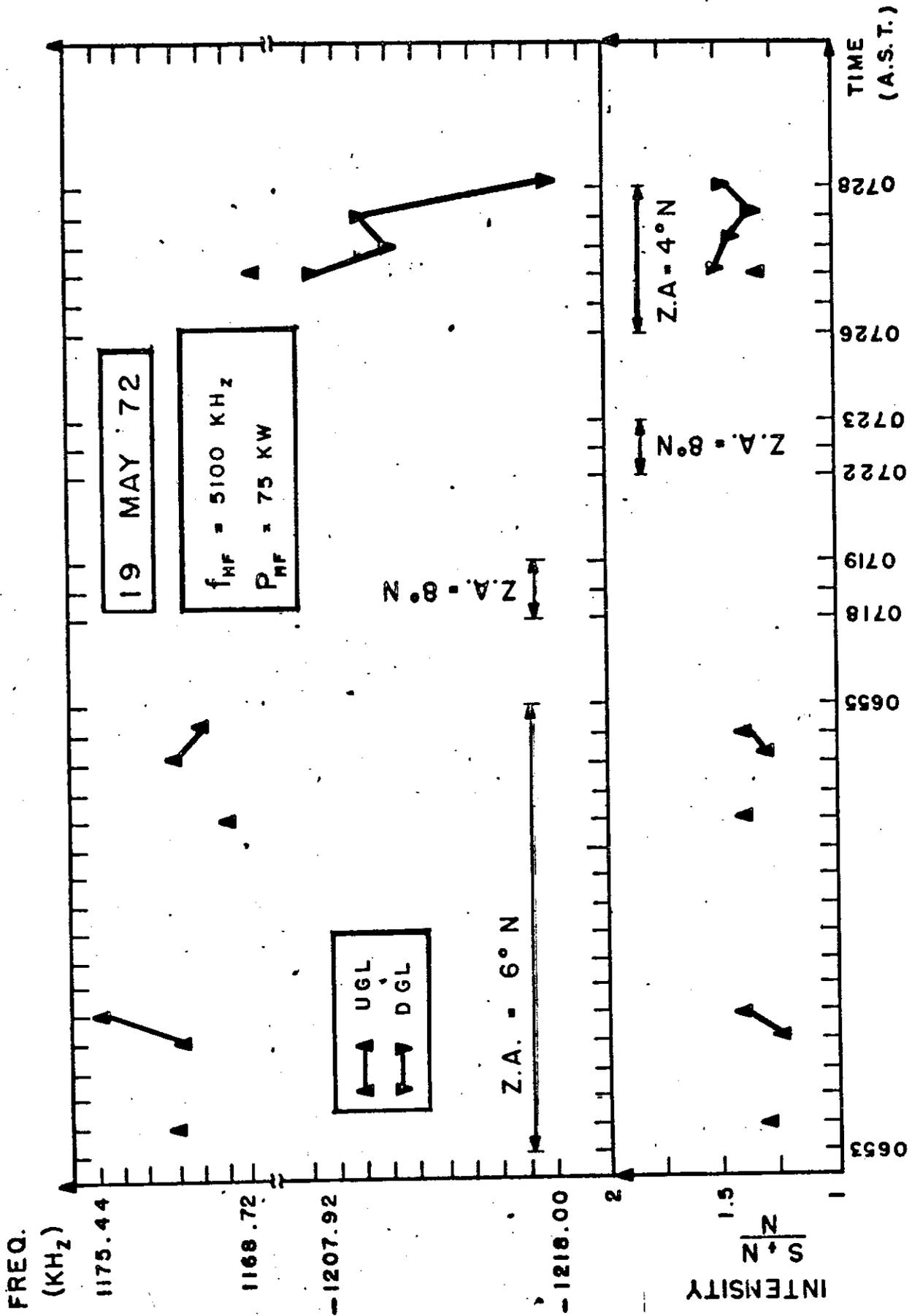


FIG. 8

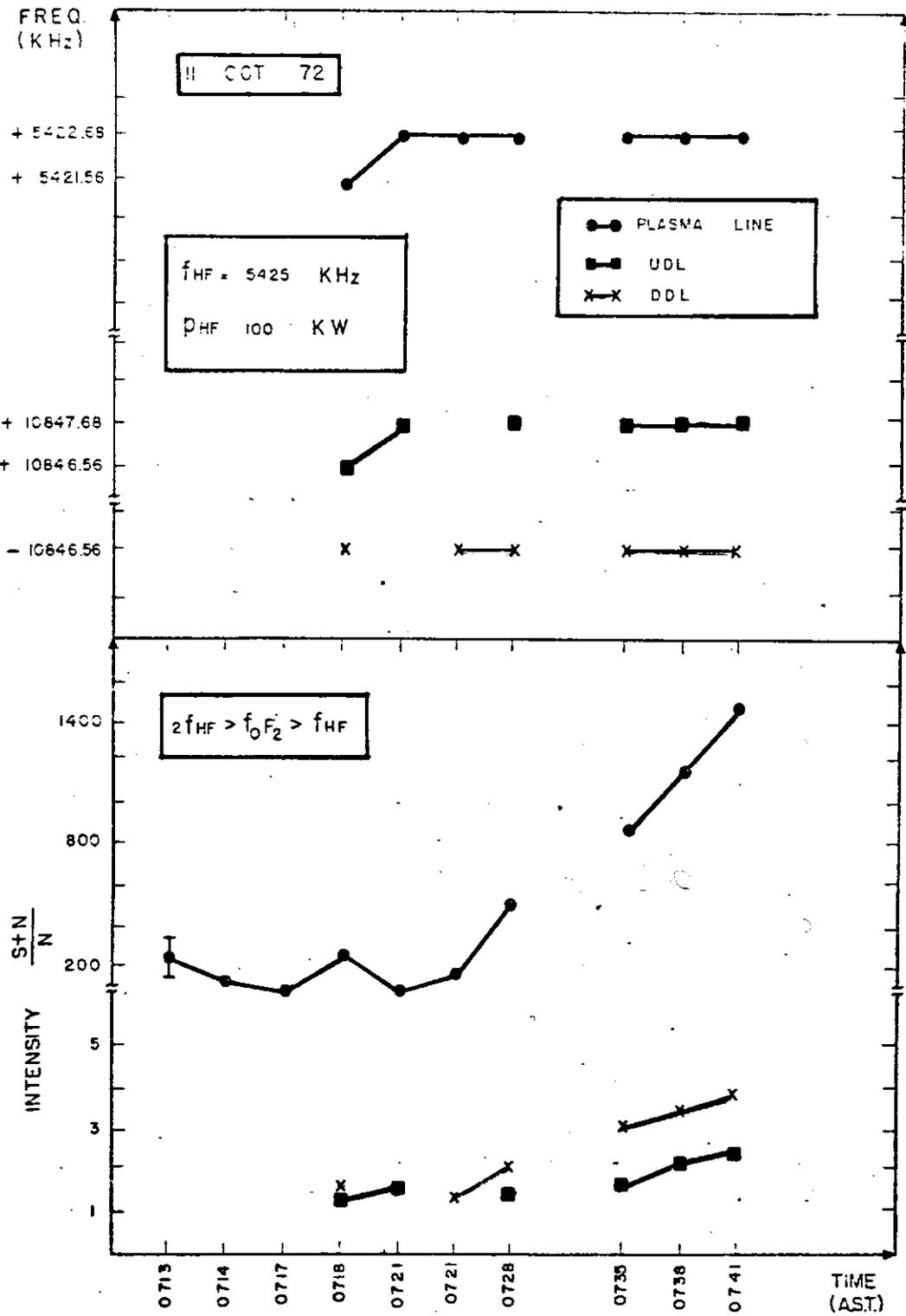


FIG. 9