
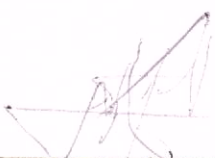


1. Classificação <i>INPE-COM.3/NTE</i> <i>CDU 621.396.677.45</i>		2. Período <i>Novembro, 1976</i>	4. Critério de Distribuição: interna <input type="checkbox"/> externa <input checked="" type="checkbox"/>
3. Palavras Chave (selecionadas pelo autor) <i>ANTENAS HELICOIDAIS</i> <i>TELECOMUNICAÇÕES</i> <i>POLARIZAÇÃO ELÍTICA</i>			
5. Relatório nº <i>INPE-978-NTE/75</i>	6. Data <i>12.11.76</i>	7. Revisado por - <i>Plinio Tissi</i> 	
8. Título e Sub-Título <i>MEDIDAS DE ANTENAS</i> <i>HELICOIDAIS DA INBELSA</i>		9. Autorizado por - <i>Parada</i> <i>Dr. Nelson de J. Parada</i>	
10. Setor <i>DEE</i>	Código	11. Nº de cópias <i>05</i>	
12. Autoria <i>Satoshi Koshima</i>		14. Nº de páginas <i>63</i>	
13. Assinatura Responsável 		15. Preço <i>\$ 40,00</i>	
16. Sumário/Notas <i>Neste relatório são apresentados os resultados parciais de medidas de 4 antenas helicoidais de propriedade da INBELSA realizadas até o momento no Laboratório de Antenas do INPE.</i> <i>Foram realizadas até agora as medidas de impedância, ganho, diagrama de irradiação, polarização e diretividade de duas hélices de faixa A (270 a 330 MHz) e duas outras da faixa B (330 a 400 MHz) tomadas isoladamente.</i> <i>Cabe dizer que a medida de ganho foi efetuada supondo-se que tanto a antena teste como a transmissora (também helicoidal) tivessem polarizações circulares. Porém, numa experiência realizada recentemente foi verificado que o efeito das elipticidades em polarização deve ser considerado. Portanto, as medidas de ganho apresentadas neste relatório não são definitivas estando sujeitas ainda a uma verificação e eventual correção.</i>			
17. Observações <i>Este trabalho foi parcialmente financiado pela INBELSA.</i>			

CAPÍTULO I

ANTENAS HELICOIDAIS DA FAIXA A

Trata-se de antenas helicoidais de 12 espiras, com polarização direita. Como são dois protótipos denominamos os mesmos de A1 e A2.

1 - PROTÓTIPO A1

1.1 - COEFICIENTE DE REFLEXÃO

A resposta em toda a faixa (270 a 330 MHz) do coeficiente de reflexão é dada segundo a Carta de Smith Nº 1. Deve-se observar que a fase não é definida, devido à impossibilidade de se compensar o comprimento do cabo coaxial que ligava a antena ao analisador de circuitos.

O diagrama foi obtido ajustando-se tanto a posição do parafuso, que prendia a malha de alimentação, como a posição da plaquinha que introduz uma capacitância de correção da impedância.

1.1.2 - MEDIDA DA IMPEDÂNCIA DE ENTRADA

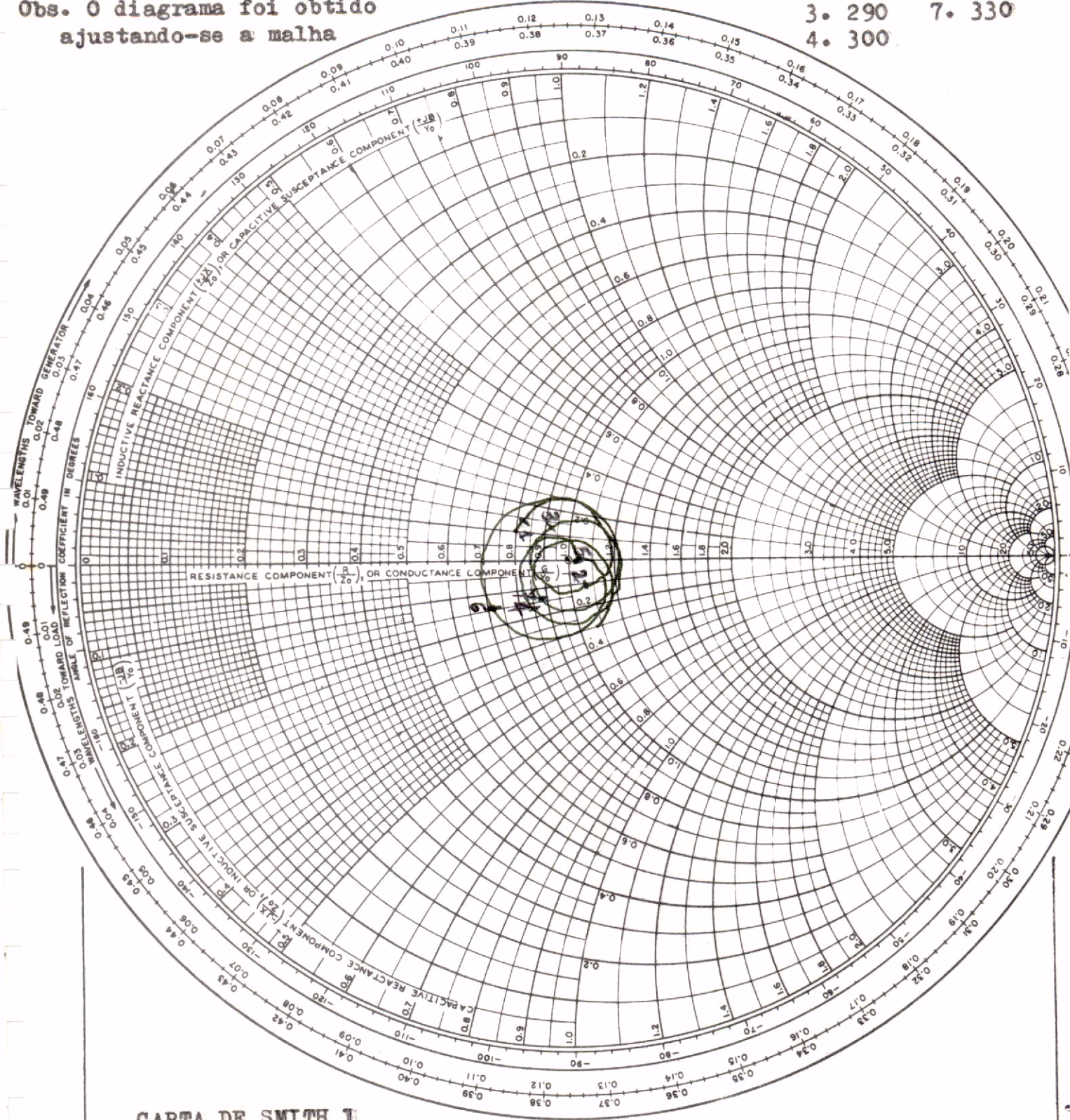
A medida da impedância de entrada foi feita retirando-se o transformador de um quarto de onda e sem modificar a posição da plaquinha.

Antena com transformador de um quarto de onda

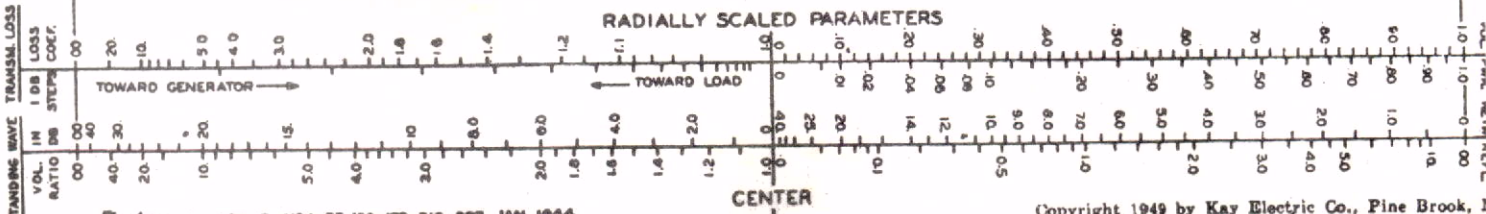
NAME	TITLE	DWG. NO.
SMITH CHART Form 756-N	Antena A1 GENERAL RADIO COMPANY, CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS	A1
		DATE

- IMPEDANCE OR ADMITTANCE COORDINATES
- | | |
|--------|------------|
| 1. 270 | 5. 310 MHz |
| 2. 280 | 6. 320 |
| 3. 290 | 7. 330 |
| 4. 300 | |

Obs. O diagrama foi obtido ajustando-se a malha



CARTA DE SMITH I



1.1.3 - GANHO DA ANTENA

A medida de ganho foi bastante dificultada pela inexistência de uma antena padrão, de alto ganho, calibrada em frequência. Na faixa de frequências desejada de 260 a 420 MHz existe somente como padrão, um dipolo da Scientific Atlanta que precisa ser ajustado a cada nova frequência, requerendo portanto constante movimentação da torre. Além desse inconveniente, quando se fazem medições com dipolo, é preciso usar torre de fibra de vidro ao passo que, para medir polarização das antenas, exige-se por sua vez uso de torre de ferro, devido ao peso do equipamento utilizado, implicando portanto em trocas frequentes da torre que demandam bastante tempo.

Por outro lado, para evitar o erro devido à não circularidade de polarização, no caso de uso do dipolo padrão, é preciso medir com o dipolo na posição horizontal e, também na posição vertical. Além disso o dipolo é bastante sensível à interferência do sinal refletido no solo, particularmente grave para aquelas frequências em que o diagrama de irradiação da antena transmissora seja relativamente aberto.

Sendo assim, apesar das dificuldades inerentes ao próprio método, foi utilizado o processo de medição de ganho por três antenas. Basicamente esse processo consiste na medição de potências recebidas e transmitidas pelas antenas, combinadas duas a duas.

As impedâncias são determinadas com as medições de coe
ficientes de reflexão, pois tem-se a seguinte relação:

$$Z = \frac{Z_0(1+r)}{1-r} = \frac{50(1+r)}{1-r}$$

Foram medidos ponto por ponto, para cada frequência, os
coeficientes de reflexão através do analisador de circuitos, que são da
dos segundo a Tabela I.1.

TABELA I.1 - COEFICIENTES DE REFLEXÃO E IMPEDÂNCIA DA ANTENA A1

Freq. (MHz)	Coef. Reflexão		Impedância (ohms)	
	Magn.	Fase (graus)	Real	Imag.
270	0,42	-12	116	-25
280	0,44	-10	123	-23
290	0,43	-10	121	-22
300	0,42	-2	122	-4
310	0,50	-10	141	-33
320	0,38	-5	110	-9
330	0,56	-5	173	-25

A potência recebida pela antena, na condição de propagação livre pode ser calculada segundo:

$$Pr = \frac{\lambda^2 GrGt Pt}{4\pi^2 R^2}$$

$$\text{Portanto } GrGt = \frac{4\pi^2 R^2}{\lambda^2} \frac{Pr}{Pt}$$

Utilizando-se a notação PIJA, potência P, medida na antena I com antena transmissora J num dado instante A, temos:

$$20 \log G_I = K + 10 \log\left(\frac{P_{12A}}{P_{22A}}\right) + 10 \log\left(\frac{P_{13B}}{P_{33B}}\right) - 10 \log\left(\frac{P_{23C}}{P_{33C}}\right)$$

$$\text{com a constante K dada por: } K = 20 \log\left(\frac{4\pi R}{\lambda}\right)$$

Os ganhos da antena estão apresentados na Tabela I.2.

TABELA I.2 - GANHOS DA ANTENA A1

Freq. (MHz)	Ganho (dB)
260	13,9
270	13,8
300	15,2
330	14,2
340	12,2

1.1.4 - DIAGRAMAS DE IRRADIAÇÃO

Para cada frequência entre 260 e 340 MHz (intervalos de 10 MHz) foram registrados numa mesma folha, dois diagramas de irradiação em planos perpendiculares.

1.1.5 - POLARIZAÇÃO

As relações axiais e os sentidos de polarização são dadas segundo a Tabela I.3. Quanto ao sentido de polarização, foi convencionalmente segundo a Figura I.1.

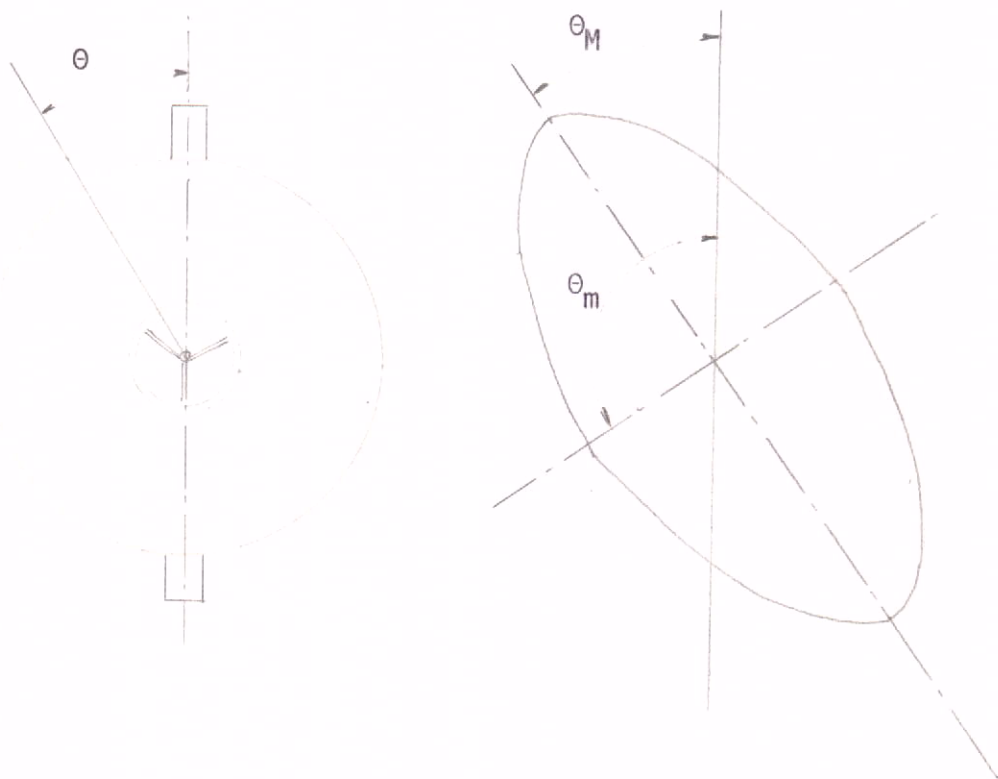


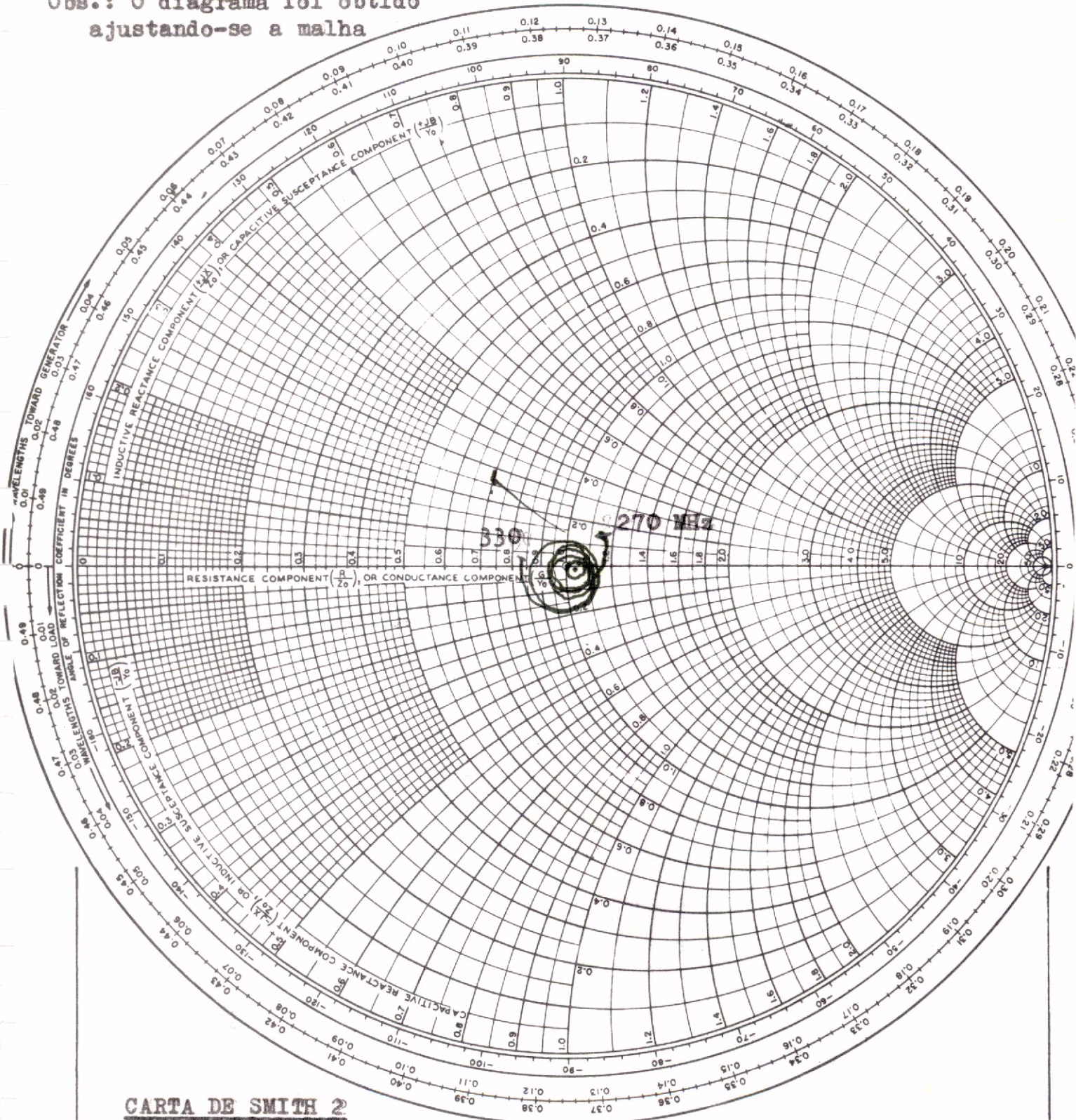
Figura I.1 - Antena Helicoidal e correspondente polarização

Antena com transformador de um quarto de onda

NAME	TITLE	DWG. NO.
SMITH CHART Form 756-N	Antena A2 GENERAL RADIO COMPANY, CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS	A2 DATE

IMPEDANCE OR ADMITTANCE COORDINATES

Obs.: O diagrama foi obtido
ajustando-se a malha



CARTA DE SMITH 2

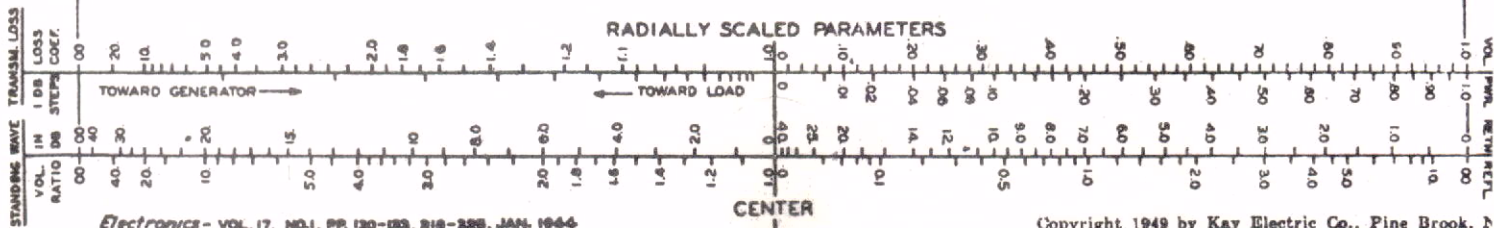


TABELA I.3 - POLARIZAÇÃO DA ANTENA A1

Freq. (MHz)	Relação Axial	θ_m	θ_M
260	1.11	-18	72
270	1.09	-22	68
280	1.12	-30	60
290	1.10	-18	72
300	1.12	-19	72
310	1.13	-12	78
320	1.22	-2	88
330	1.25	12	102
340	1.21	-30	60

1.2 - PROTÓTIPO A2

1.2.1 - COEFICIENTE DE REFLEXÃO

Na Carta de Smith nº2 está apresentada a resposta em frequência do coeficiente de reflexão na faixa de 270 a 330 MHz. A informação de fase é perdida devido ao problema de compensação da linha de transmissão. A plaqueta foi ajustada de modo que resultasse na melhor resposta em frequência.

1.2.2 - MEDIDA DE IMPEDÂNCIA DE ENTRADA

Sem o transformador e com a plaqueta na mesma posição do item 1, foram medidos ponto por ponto, os coeficientes de reflexão que estão representados segundo a Tabela 4.

TABELA I.4 - COEFICIENTES DE REFLEXÃO MEDIDOS NO "NETWORK ANALYSER"

Freq. (MGZ)	Coef. Reflexão	
	Magnitude	Fase
270	0,50	-12
280	0,50	-12
290	0,50	-12
300	0,48	-10
310	0,52	-16
320	0,40	-8
330	0,52	-10

Com os coeficientes de reflexão já determinados as impedâncias podem ser calculadas:

TABELA I.5- IMPEDÂNCIA DE ENTRADA DA ANTENA A2

Freq. (MHz)	Impedância (ohms)	
	Real	Imag
270	138	-38
280	138	-38
290	138	-38
300	135	-29
310	135	-53
320	114	-15
330	148	-37

1.2.3 - GANHO DA ANTENA

TABELA I.6 - GANHO DA ANTENA A2

Freq. (MHz)	Ganho (dB)
260	13,1
270	13,0
300	14,6
330	13,5
340	11,4

1.2.4 - POLARIZAÇÃO

As relações axiais e os sentidos de polarização são dados na Tabela I.7. Quanto ao significado dos ângulos θ_m e θ_M , verificar ítem 1.5.

TABELA I.7 - POLARIZAÇÃO DA ANTENA H2

Freq. (MHz)	Relação Axial	θ_m (Graus)	θ_M (Graus)
260	1,09	-12	78
270	1,06	-14	76
280	1,09	-24	66
290	1,13	-12	78
300	1,12	-4	86
310	1,13	-12	78
320	1,21	-8	82
330	1,20	12	102
340	1,16	-38	52

1.2.5 - DIRETIVIDADE

Considerando-se os dois diagramas em planos perpendiculares, são calculadas as diretividades apresentadas segundo Tabela I.8.

TABELA I. 8 - DIRETIVIDADES CALCULADAS DA ANTENA A2

Freq. (MHz)	Diretividade (dBi)
260	14,9
270	15,4
300	17,1
330	17,3
340	15,0

CAPÍTULO II

ANTENAS HELICOIDAIS DA FAIXA B

Trata-se de antenas helicoidais de 12 espiras com polarização esquerda. Denominamos os dois protótipos de B_1 e B_2 .

2.1 - PROTÓTIPO B_1

2.1.1 - COEFICIENTE DE REFLEXÃO

A resposta em toda a faixa de 330 a 400 MHz, do coeficiente de reflexão, é dada segundo a Carta de Smith nº 3. Deve-se observar que a fase não é definida e que o diagrama foi obtido ajustando-se a plaqueta na melhor posição.

2.1.2 - MEDIDA DA IMPEDÂNCIA DE ENTRADA

Os coeficientes de reflexão medidos e as respectivas impedâncias são dados na Tabela II.1.

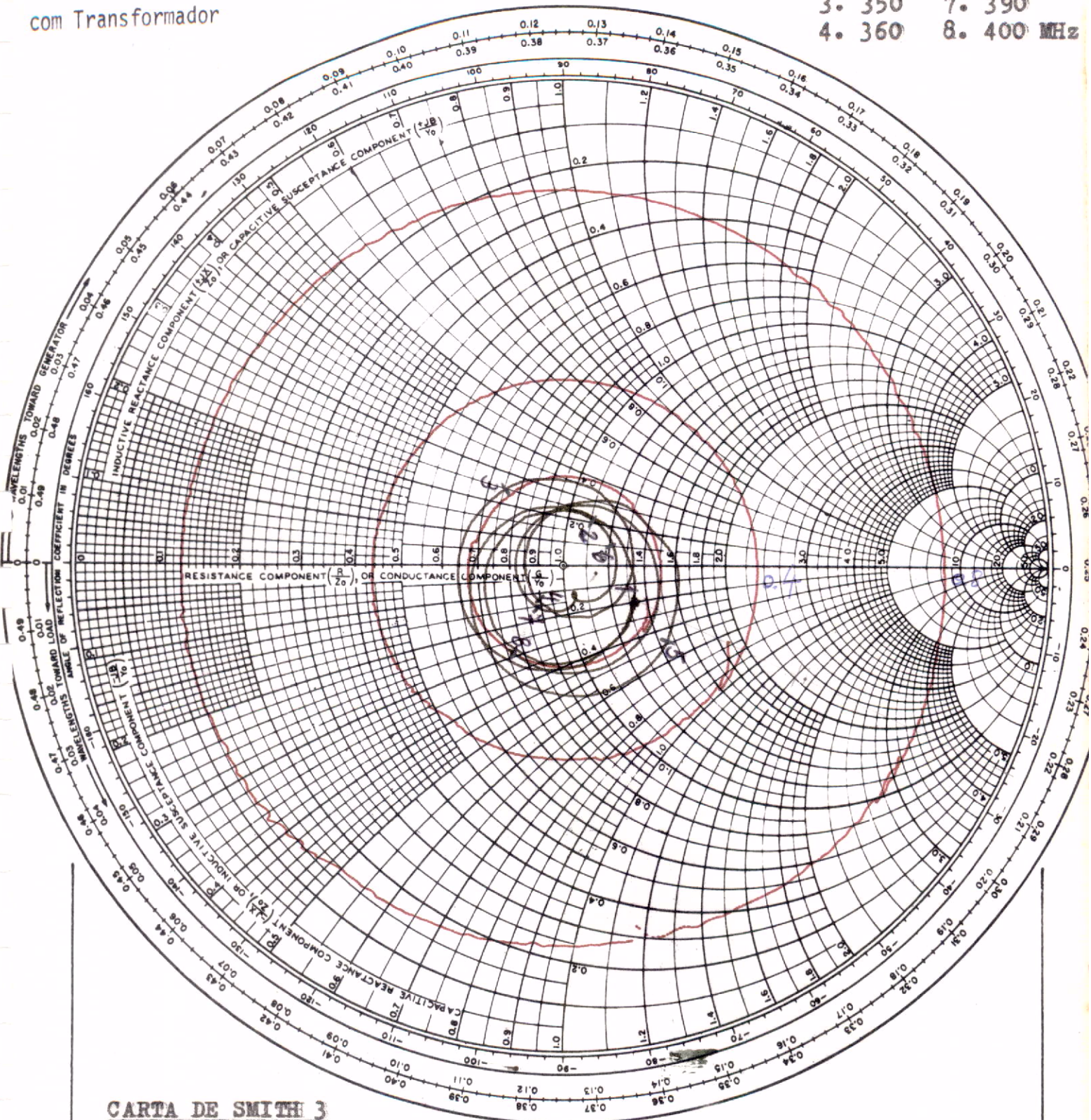
Antena com duas secções de transformador de um quarto de onda

NAME	TITLE	DWG. NO.
SMITH CHART Form 756-N	Antena B1 GENERAL RADIO COMPANY, CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS	DATE

Taxa de onda Estacionária, com Transformador

IMPEDANCE OR ADMITTANCE COORDINATES

- 1. 330
- 2. 340
- 3. 350
- 4. 360
- 5. 370
- 6. 380
- 7. 390
- 8. 400 MHz



CARTA DE SMITH 3

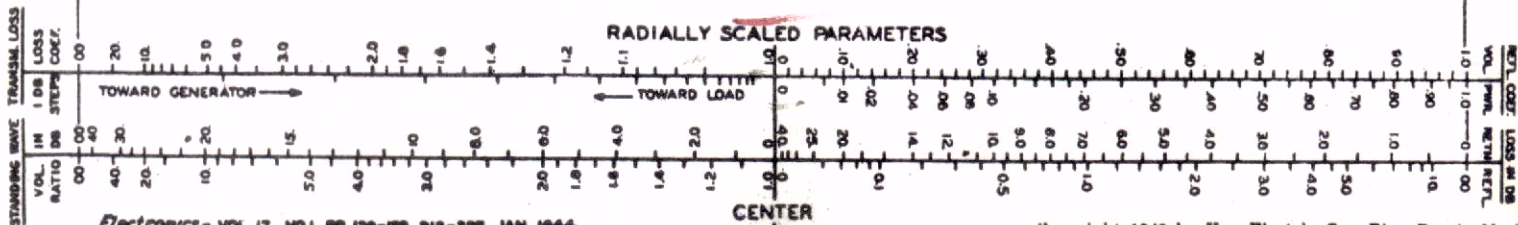


TABELA II.1

COEFICIENTES DE REFLEXÃO E IMPEDÂNCIAS DE ENTRADA DA ANTENA B1

Freq. (MHz)	Coef. Reflexão		Impedância (ohms)	
	Magnitude	Fase	Real	Imag.
330	0,55	-25	114	-77
340	0,52	-50	156	-19
350	0,44	-22	107	-44
360	0,50	-8	144	-27
370	0,54	-34	89	-76
380	0,44	-25	102	-47
390	0,58	-5	184	-28
400	0,52	-28	104	-69

2.1.3 - GANHO DA ANTENA

Os ganhos da antena são em relação a uma antena isotrópica e estão indicadas na Tabela II.2.

TABELA II.2 - GANHOS DA ANTENA B1

Freq. (MHz)	Ganho (dB)
330	13,5
360	14,7
370	14,8
390	13,7
400	11,9
410	9,1
420	8,1

2.1.4 - POLARIZAÇÃO

As relações axiais e os sentidos de polarização são dadas na Tabela II.3. Quanto ao significado dos ângulos Θ_m e Θ_M ver Item I.1.5.

TABELA II.3 - RELAÇÕES AXIAIS E POLARIZAÇÃO DA ANTENA B1.

Freq. (MHz)	Relação Axial	Θ_m (graus)	Θ_M (graus)
330	1,19	0	90
340	1,20	6	96
350	1,25	6	96
360	1,29	14	104
370	1,20	0	90
380	1,36	19	109
390	1,37	12	102
400	1,18	18	108
410	1,13	-30	60
420	1,55	18	108

2.1.5 - DIRETIVIDADE

As diretividades calculadas da Antena B1 estão apresentadas na Tabela II.4.

TABELA II.4 - DIRETIVIDADES CALCULADAS DA ANTENA B1.

Freq. (MHz)	Diretividade (dBi)
330	15,0
360	16,3
370	16,5
390	15,8
400	14,7
410	11,3
420	10,0

2.2 - PROTÓTIPO B2

2.2.1 - COEFICIENTE DE REFLEXÃO

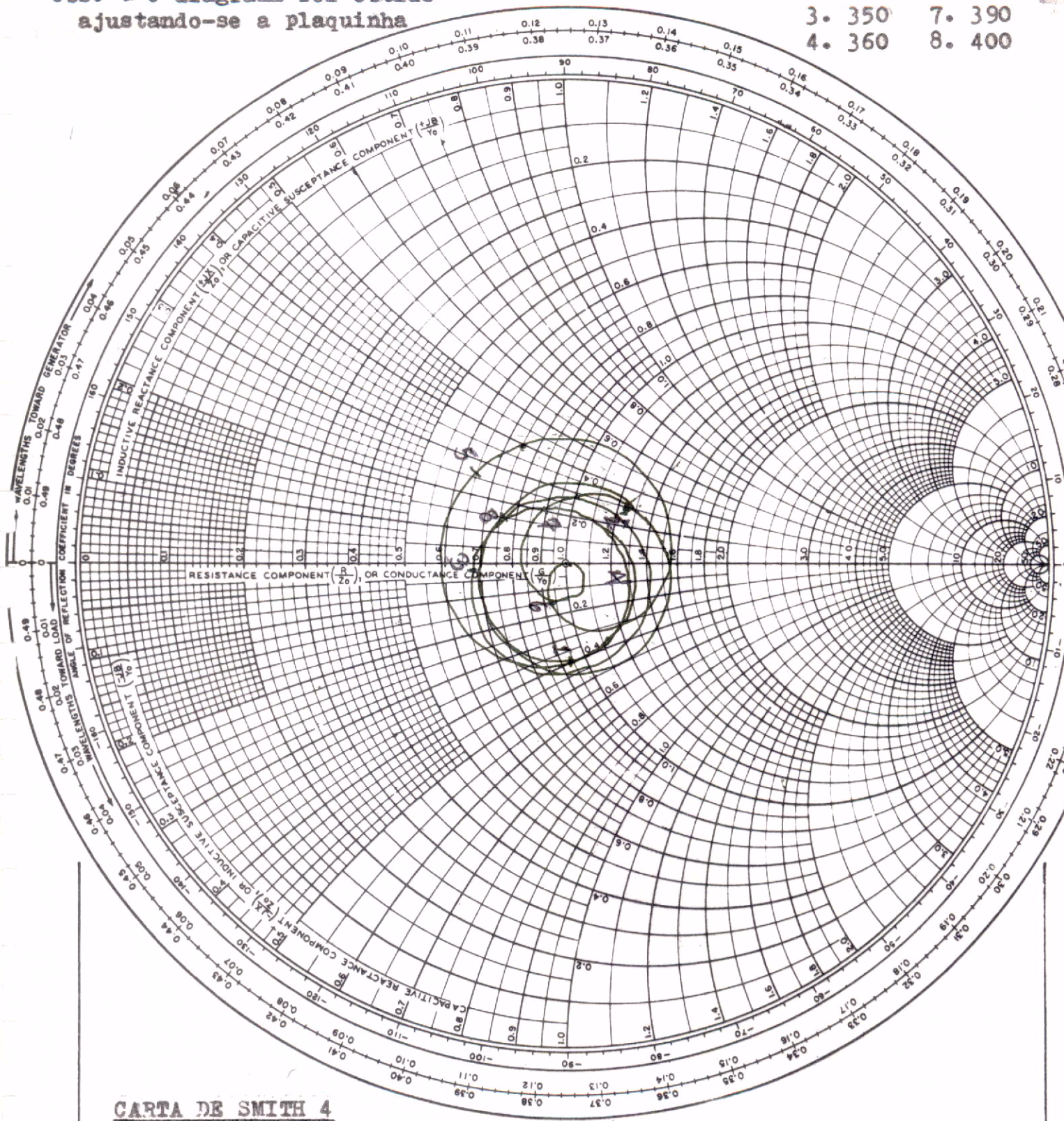
A resposta em toda a faixa (330 a 400 MHz), do coeficiente de reflexão, é dada segundo a Carta de Smith Nº3. Deve-se observar que a fase não é definida.

NAME Antena B2		TITLE Perda de Retorno		DWG. NO.	
SMITH CHART Form 756-N		GENERAL RADIO COMPANY, CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS		DATE	

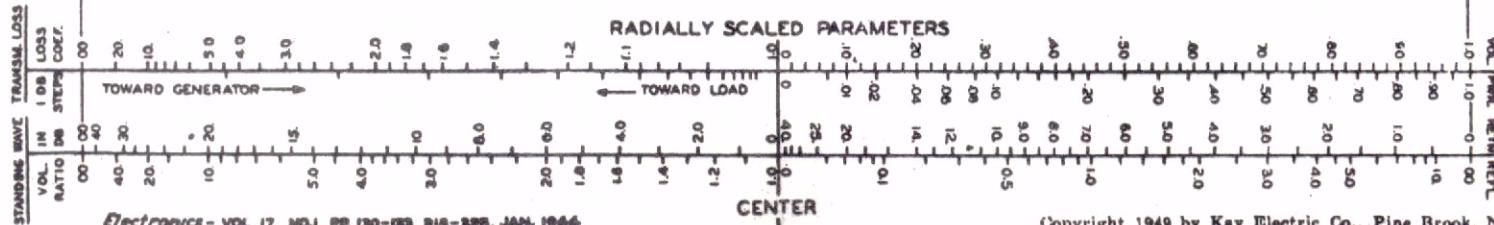
Obs. : O diagrama foi obtido ajustando-se a plaquinha

IMPEDANCE OR ADMITTANCE COORDINATES

- 1. 330 5. 370
- 2. 340 6. 380
- 3. 350 7. 390
- 4. 360 8. 400



CARTA DE SMITH 4



2.2.2 - MEDIDA DA IMPEDÂNCIA DE ENTRADA

Os coeficientes de reflexão e as respectivas impedâncias são dadas na Tabela II.5.

TABELA II.5 - COEFICIENTES DE REFLEXÃO E IMPEDÂNCIAS DE ANTENA B2.

Freq. (MHz)	Coef. Reflexão		Impedancia (ohms)	
	Magnitude	Fase	Real	Imag.
330	0.55	-22	123	-73
340	0.52	-20	158	-8
350	0.48	-22	113	-53
360	0.54	-8	159	-34
370	0.52	-34	89	-72
380	0.46	-20	114	-45
390	0.62	-10	189	-66
400	0.48	-25	107	-56

2.2.3 - GANHO DA ANTENA

Os ganhos da antena B2 estão dadas na Tabela II.6.

TABELA II.6 - GANHOS DA ANTENA B2

Freq.(MHZ)	Ganho (dBi)
330	13,6
360	14,7
370	14,5
390	13,8
400	12,5
410	9,5
420	8,0

2.2.4 - POLARIZAÇÃO

As relações axiais e os sentidos de polarização são dadas na Tabela II.7.

TABELA II.7 - POLARIZAÇÃO DA ANTENA B2

Freq. (MHz)	Relação Axial	θ_m (Graus)	θ_M (Graus)
330	1.15	0	90
340	1.18	12	102
350	1.17	8	98
360	1.17	6	96
370	1.16	0	90
380	1.26	0	90
390	1.27	2	92
400	1.12	12	102
410	1.14	-30	60
420	1.49	36	126

2.2.5 - DIRETIVIDADE

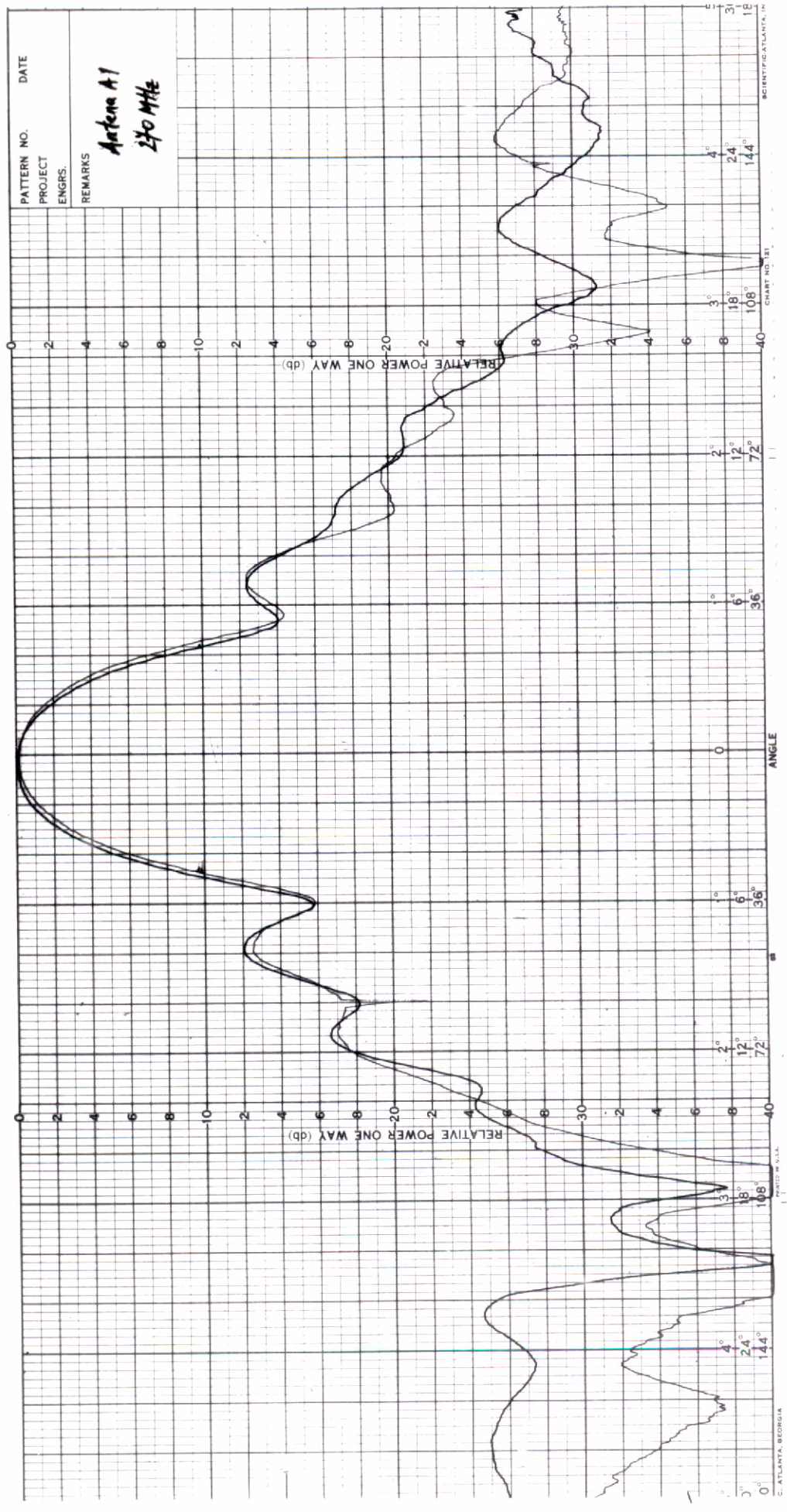
As diretividades calculadas estão apresentadas segundo Tabela II.8.

TABELA II.8 - DIRETIVIDADES DA ANTENA B2.

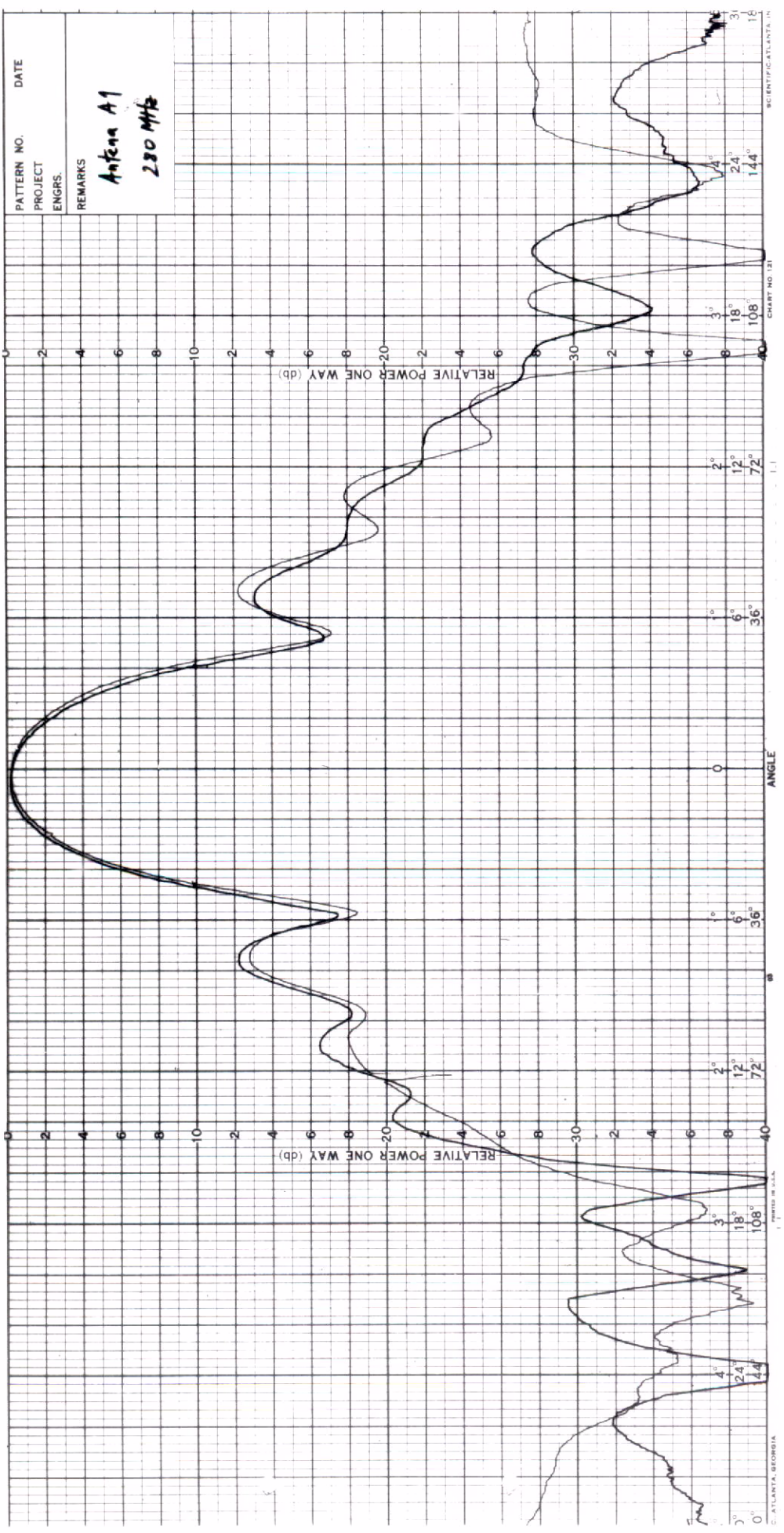
Freq.(MHz)	Diretividade (dBi)
330	15,1
360	16,4
370	16,4
390	16,2
400	15,0
410	11,9
420	10,8

PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS

Antenna A1
240 MHz



ATLANTA, GEORGIA
 PRINTED IN U.S.A.
 SCIENTIFIC ATLANTA, INC.
 CHART NO. 31



PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS _____

Antenna A1
280 MHz

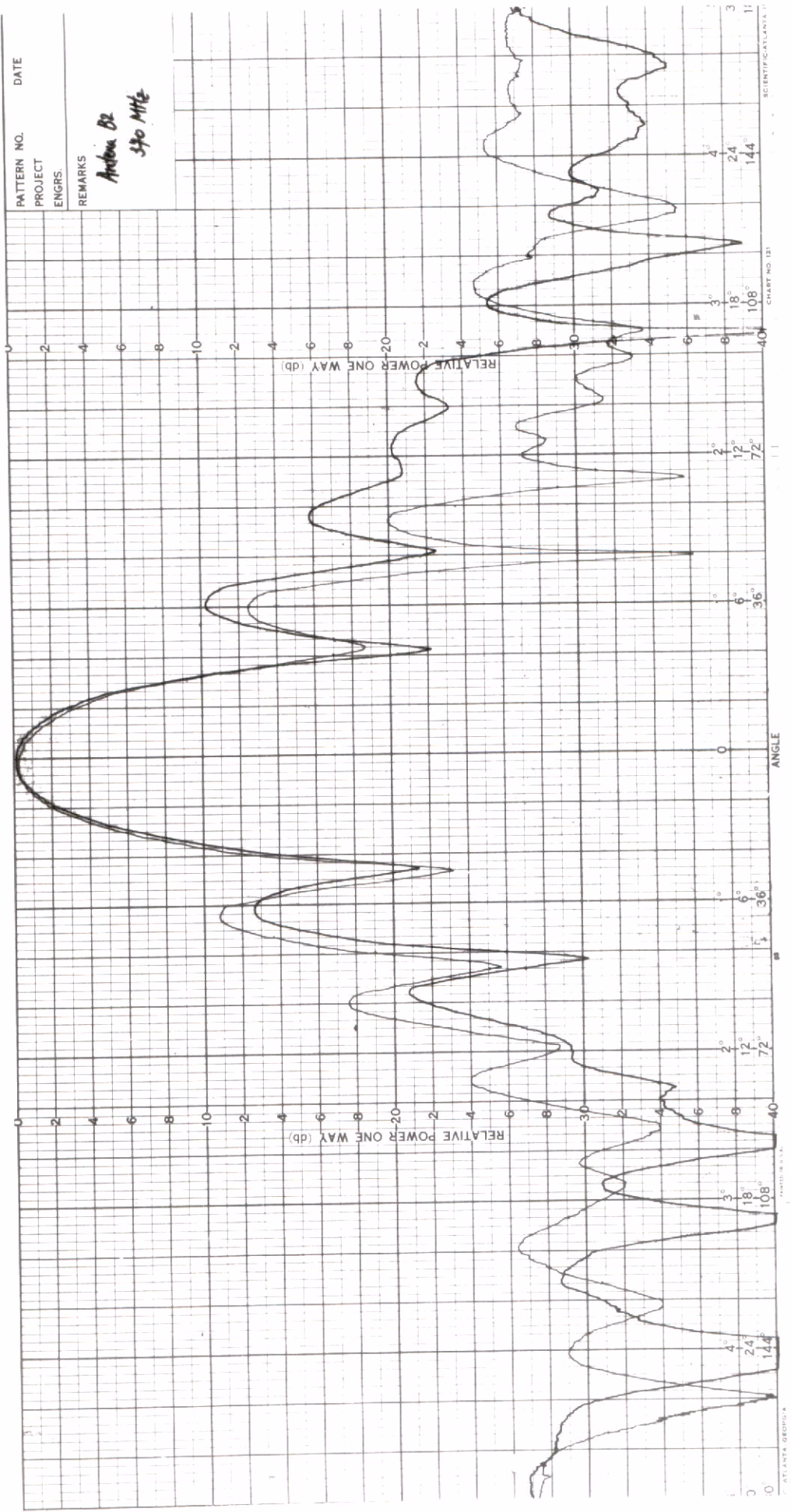
RELATIVE POWER ONE WAY (db)

ANGLE

SCIENTIFIC ATLANTA, INC.

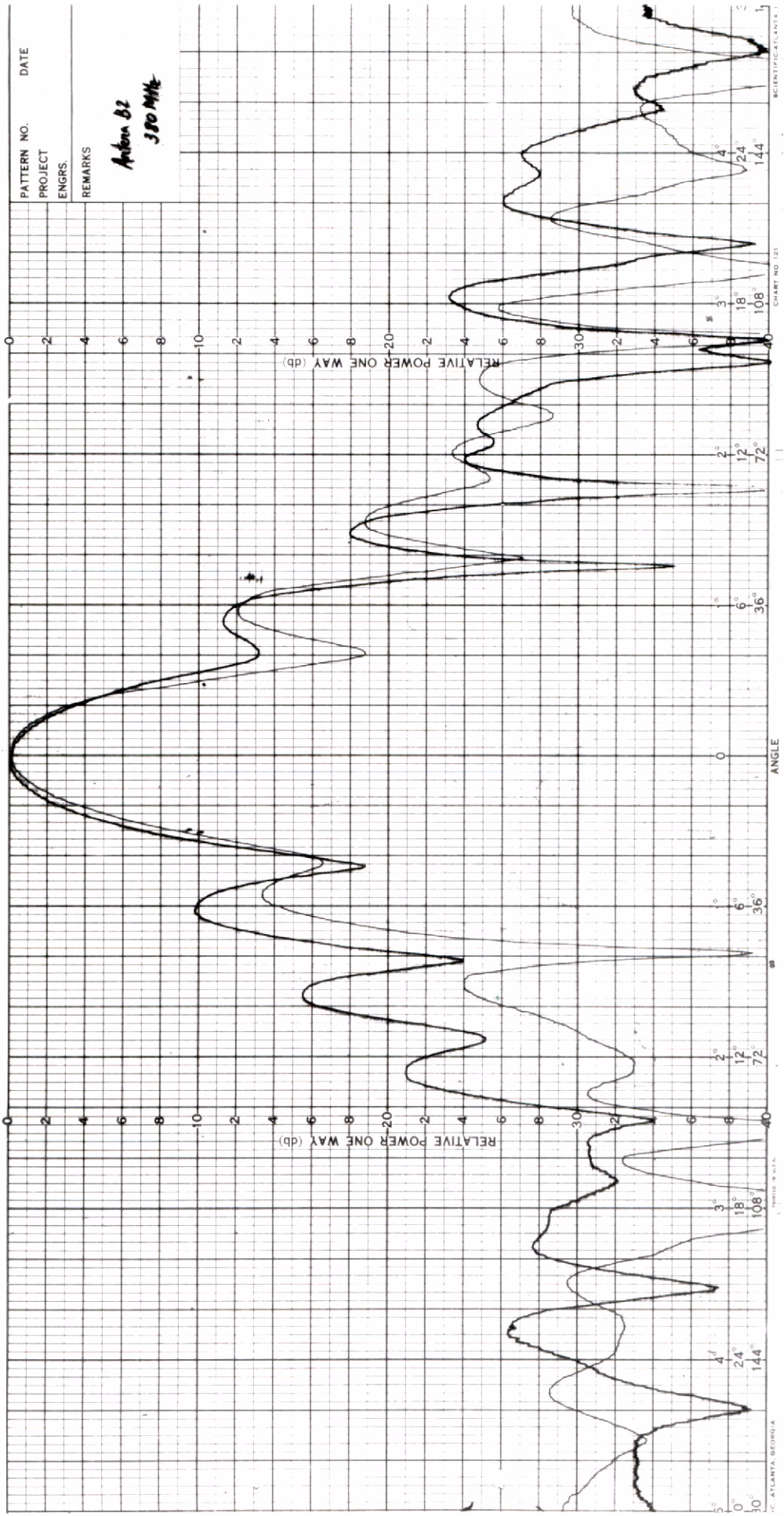
CHART NO. 131

ATLANTA, GEORGIA



PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS _____

*Antenna B2
 570 MHz*



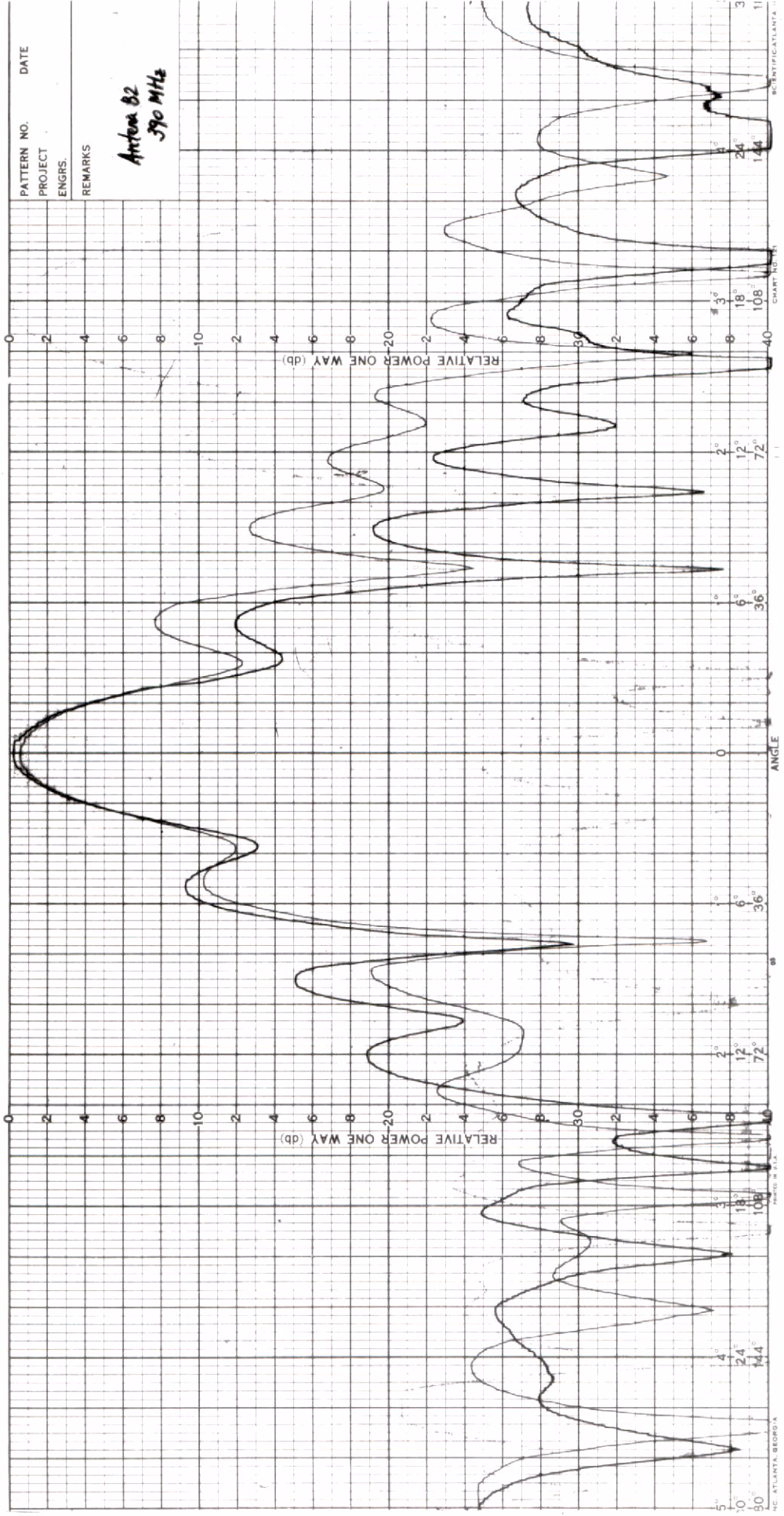
PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS _____

*Antenna B2
 380 MHz*

CHART NO. 121
 SCIENTIFIC Atlanta, Georgia

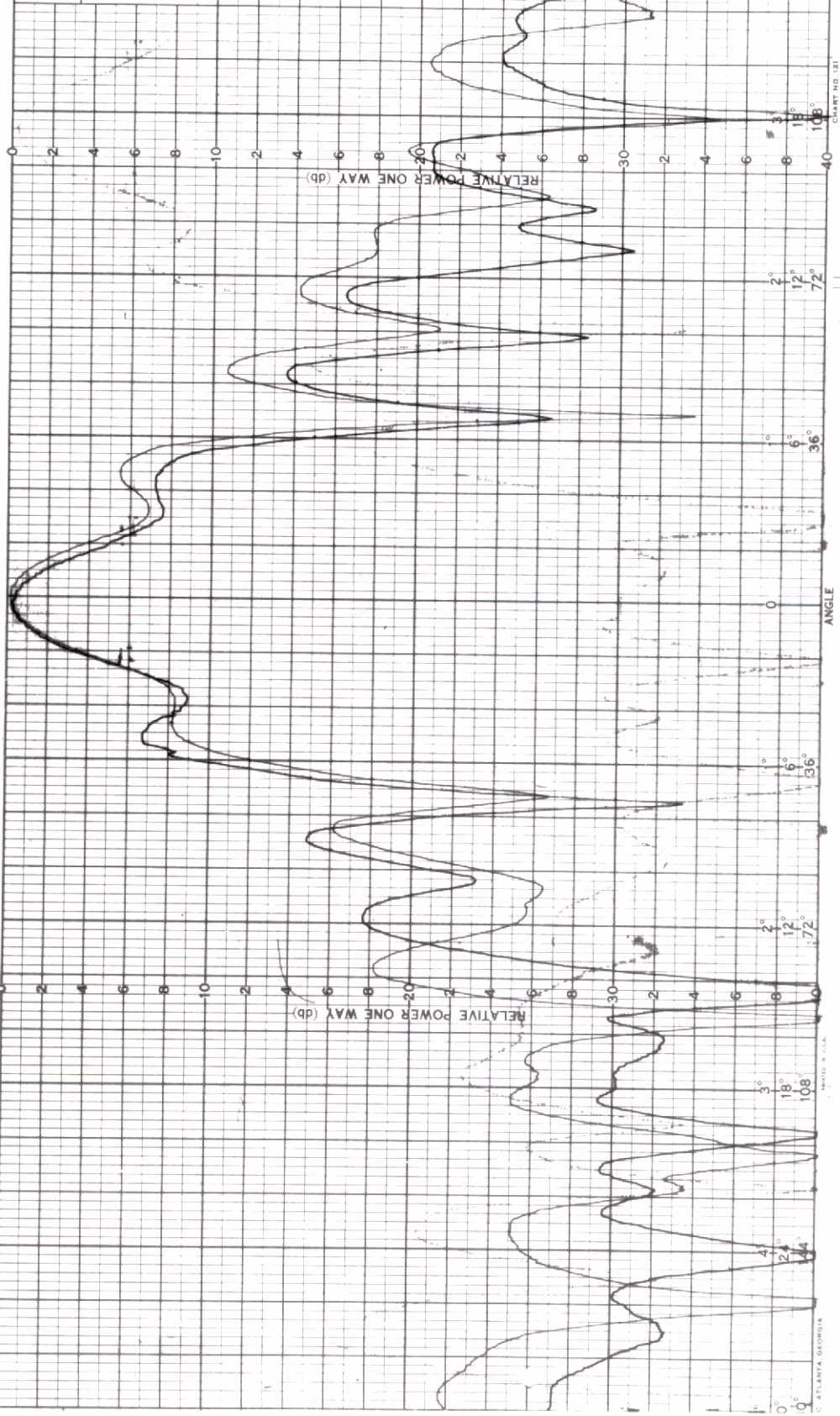
PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS _____

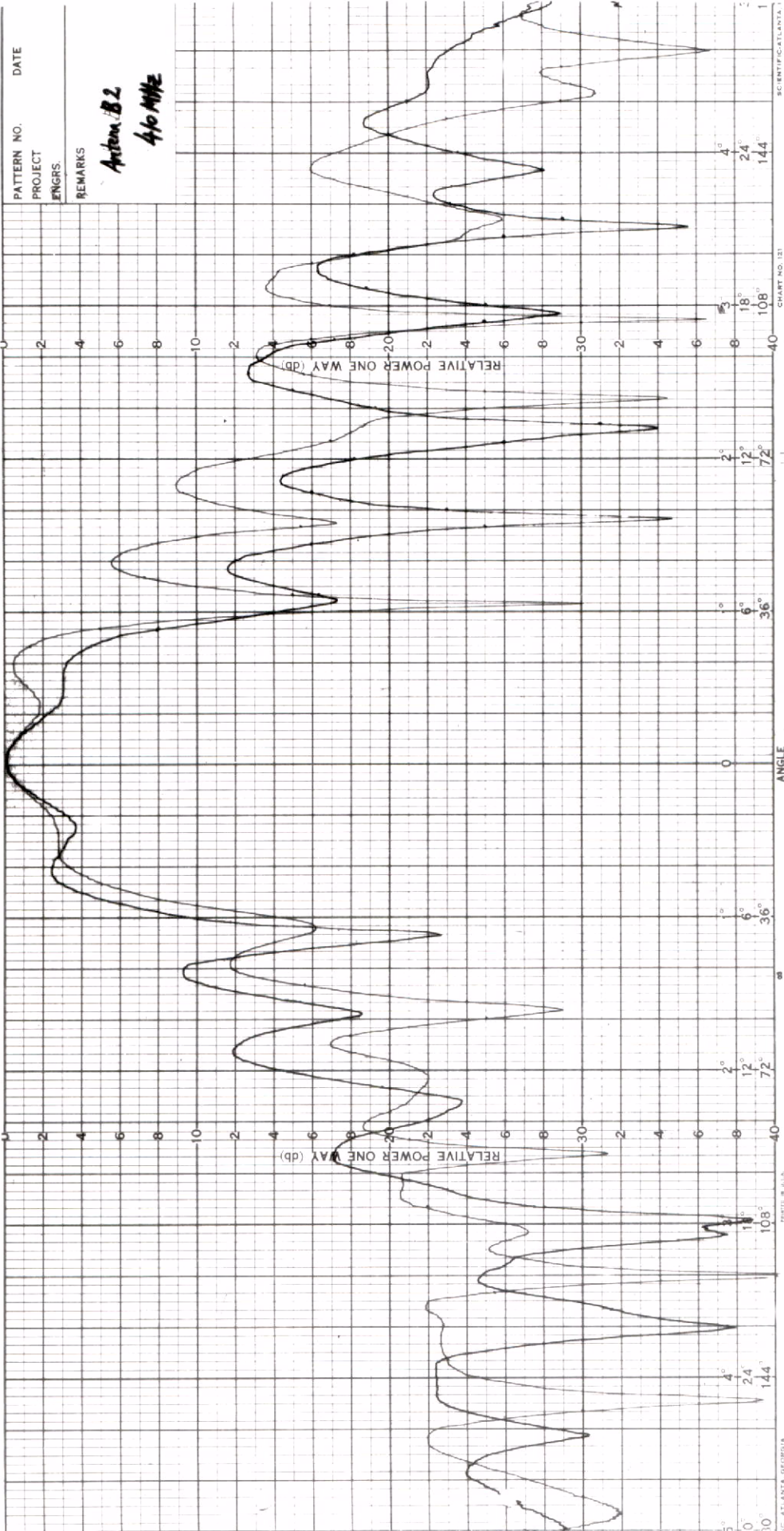
*Antenna 82
 390 MHz*



NO. ATLANTA, GEORGIA

PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS
Antenna B2
100 MHz





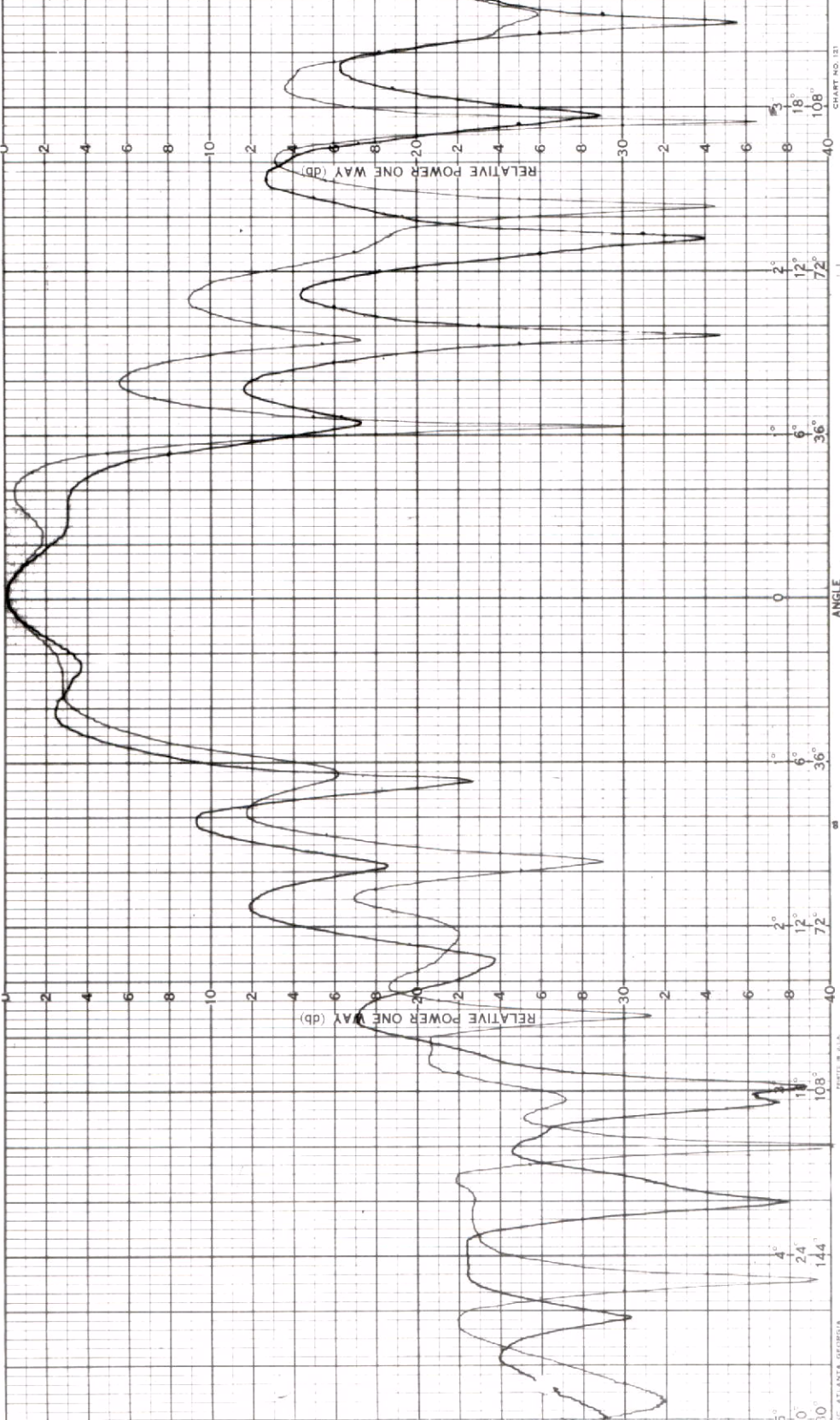
PATTERN NO. _____ DATE _____

PROJECT _____

ENGRS. _____

REMARKS _____

Antenna B2
410 MHz



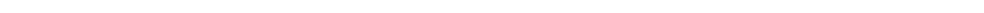
PATTERN NO. _____ DATE _____

PROJECT _____

ENGRS. _____

REMARKS _____

Antenna B2
410 MHz



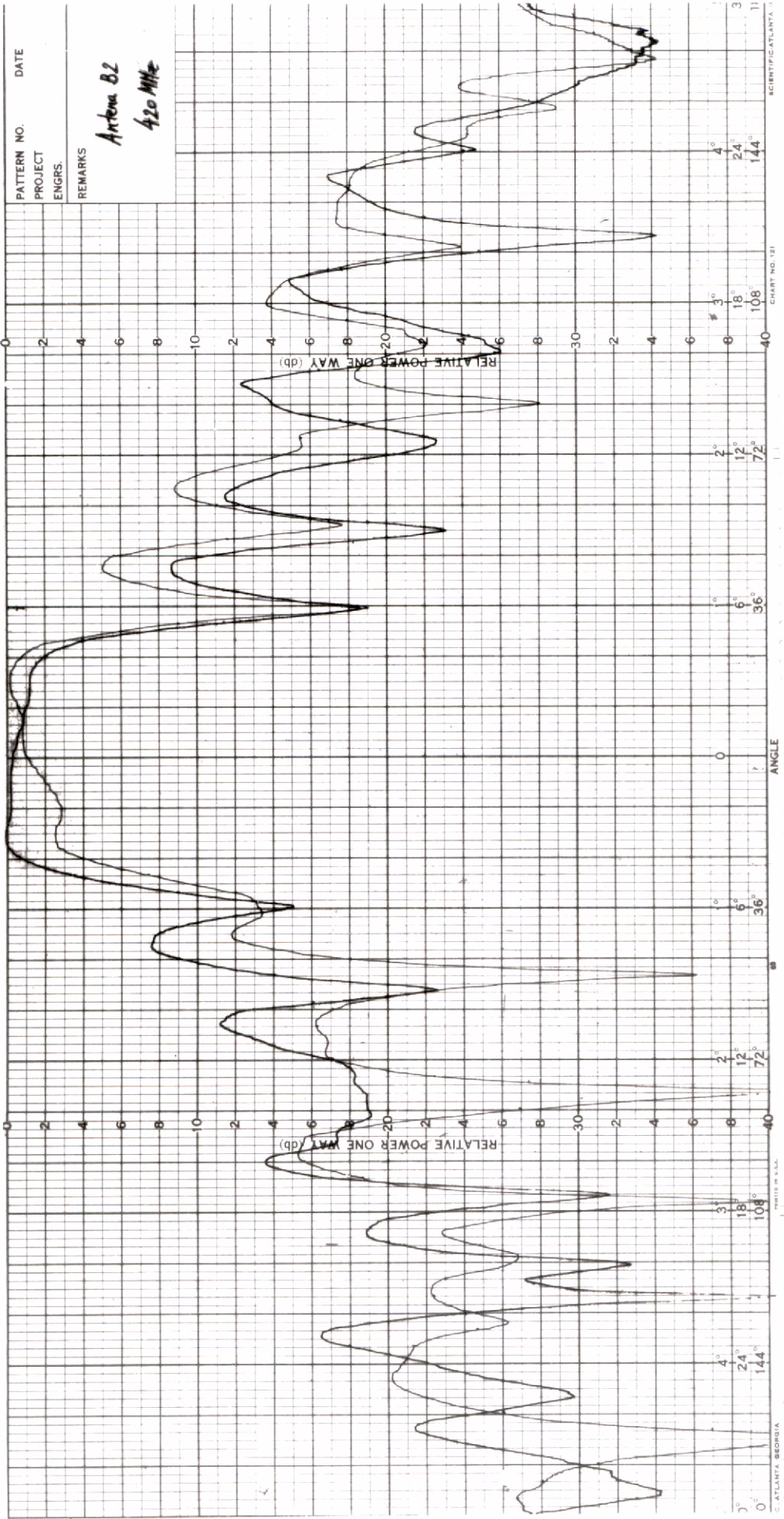
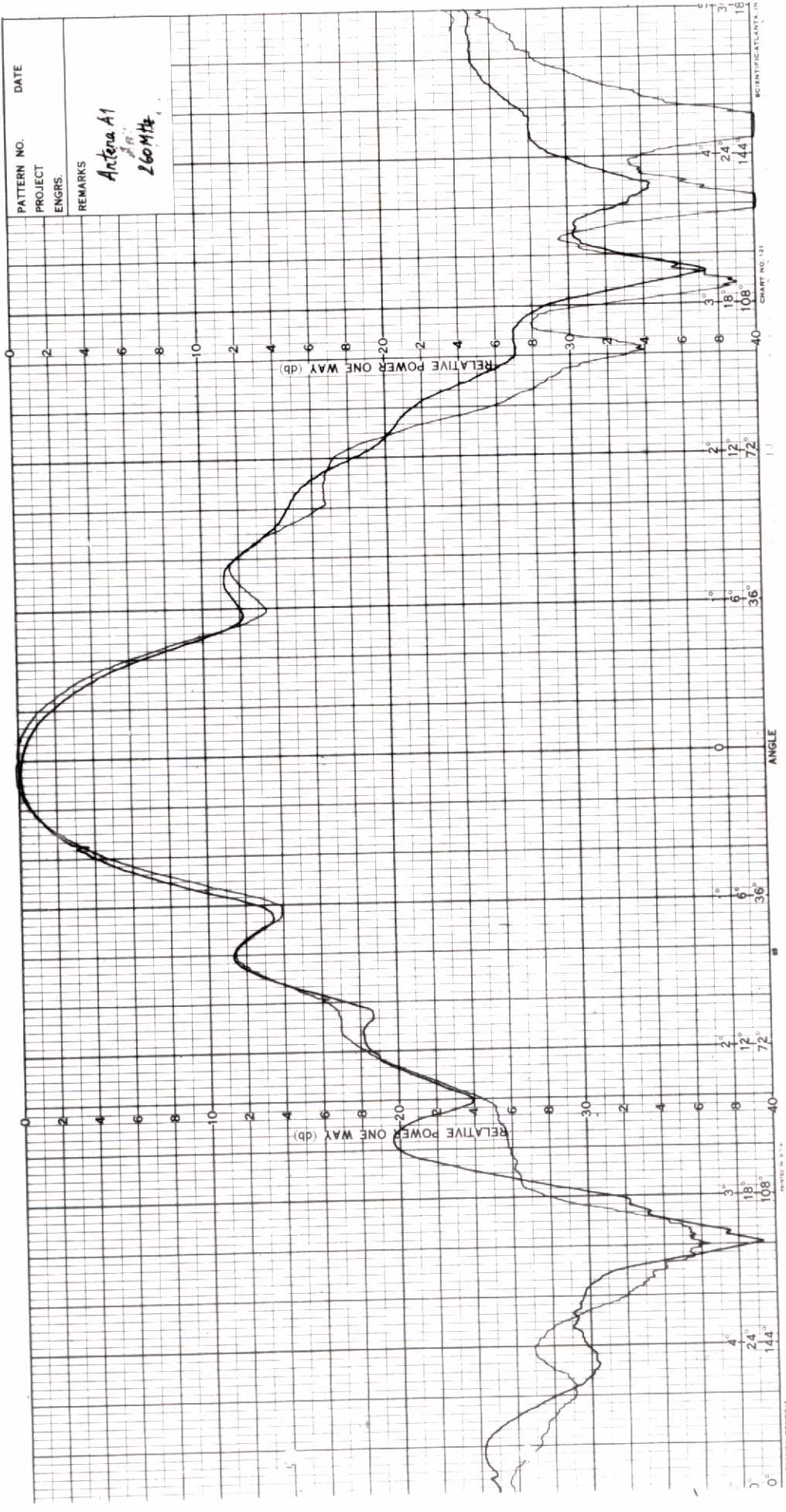


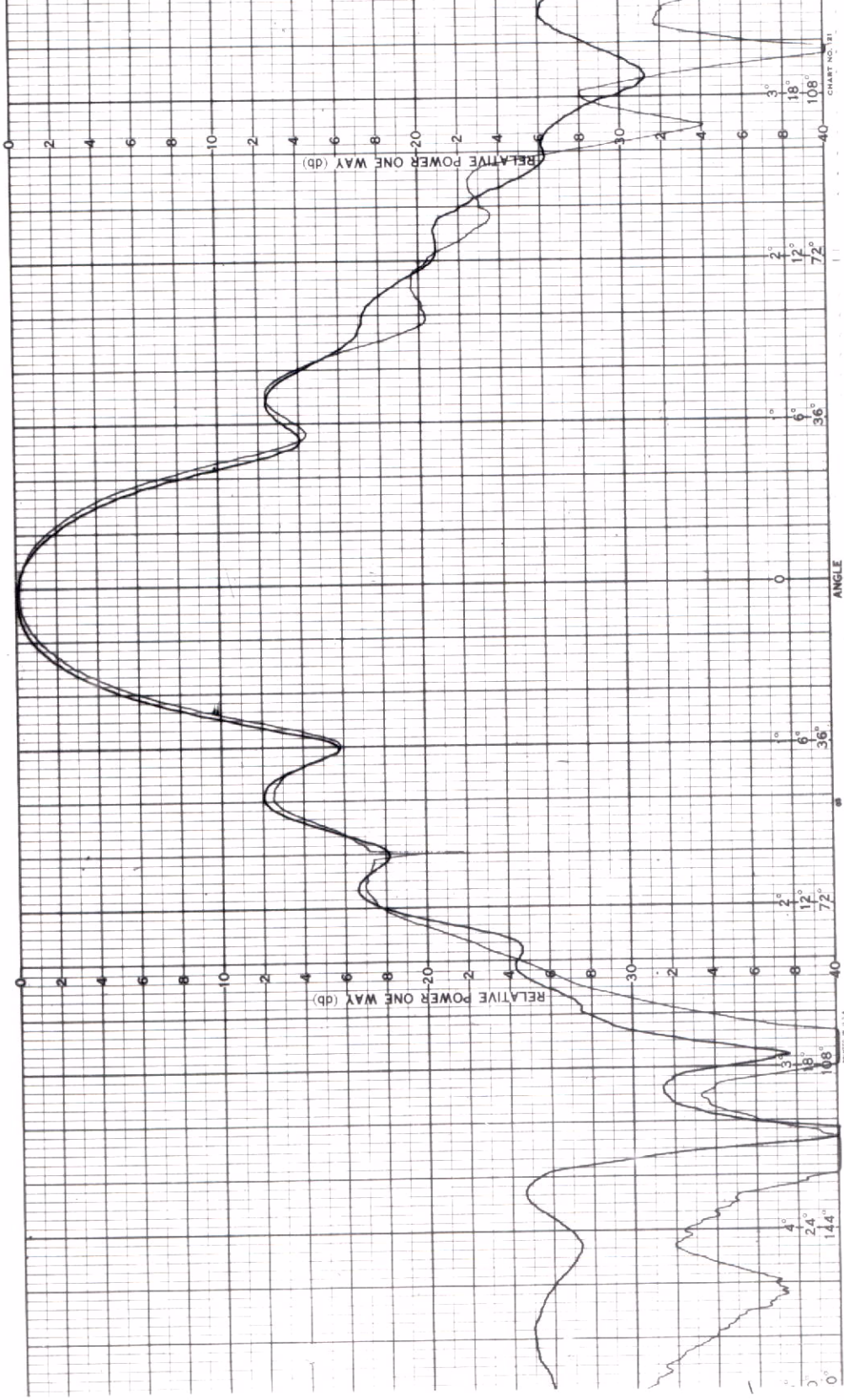
CHART NO. 121
 SCIENTIFIC ATLANTA, INC.
 MADE IN U.S.A.
 ATLANTA, GEORGIA

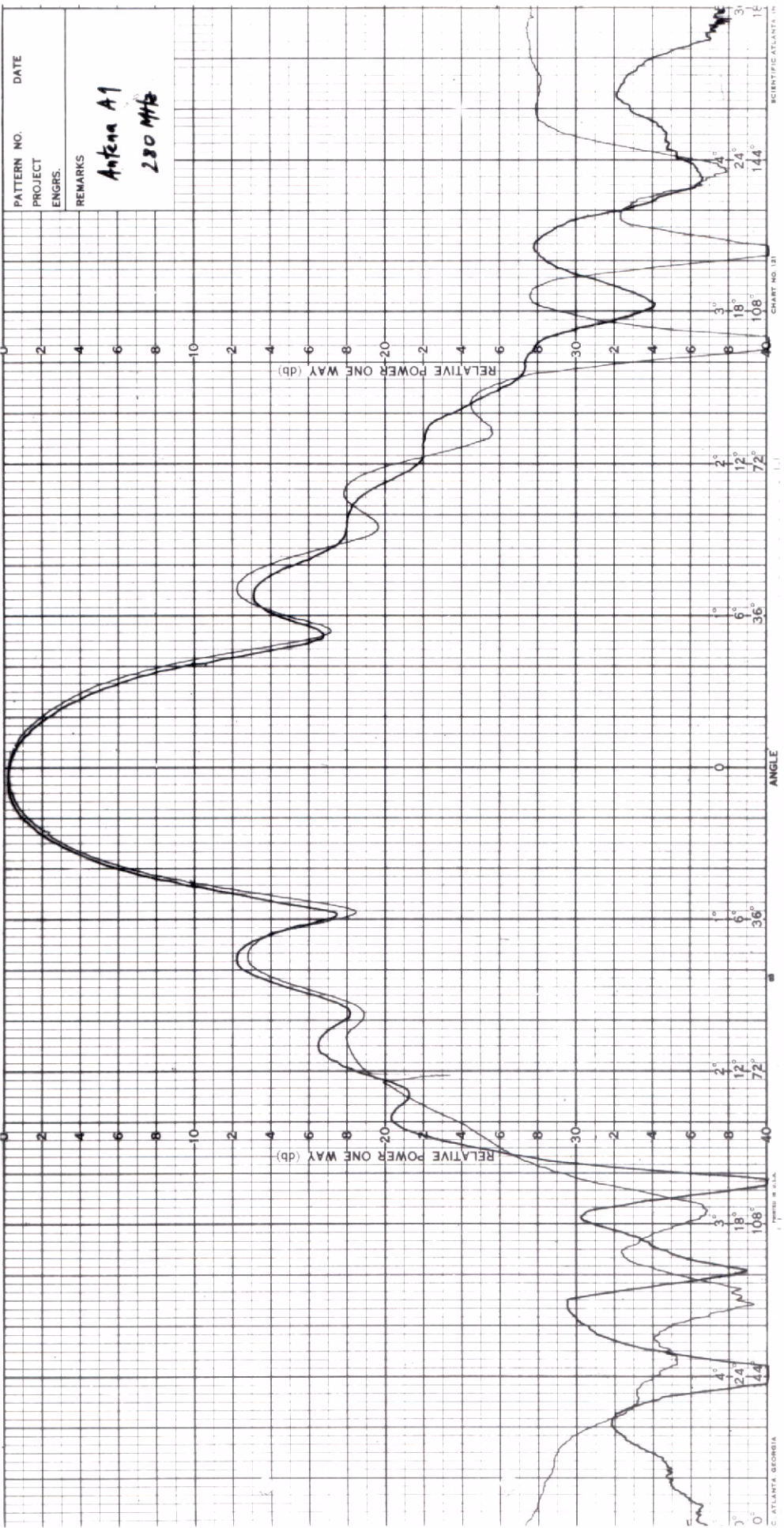


PATTERN NO.	DATE
PROJECT ENGRS.	
REMARKS	

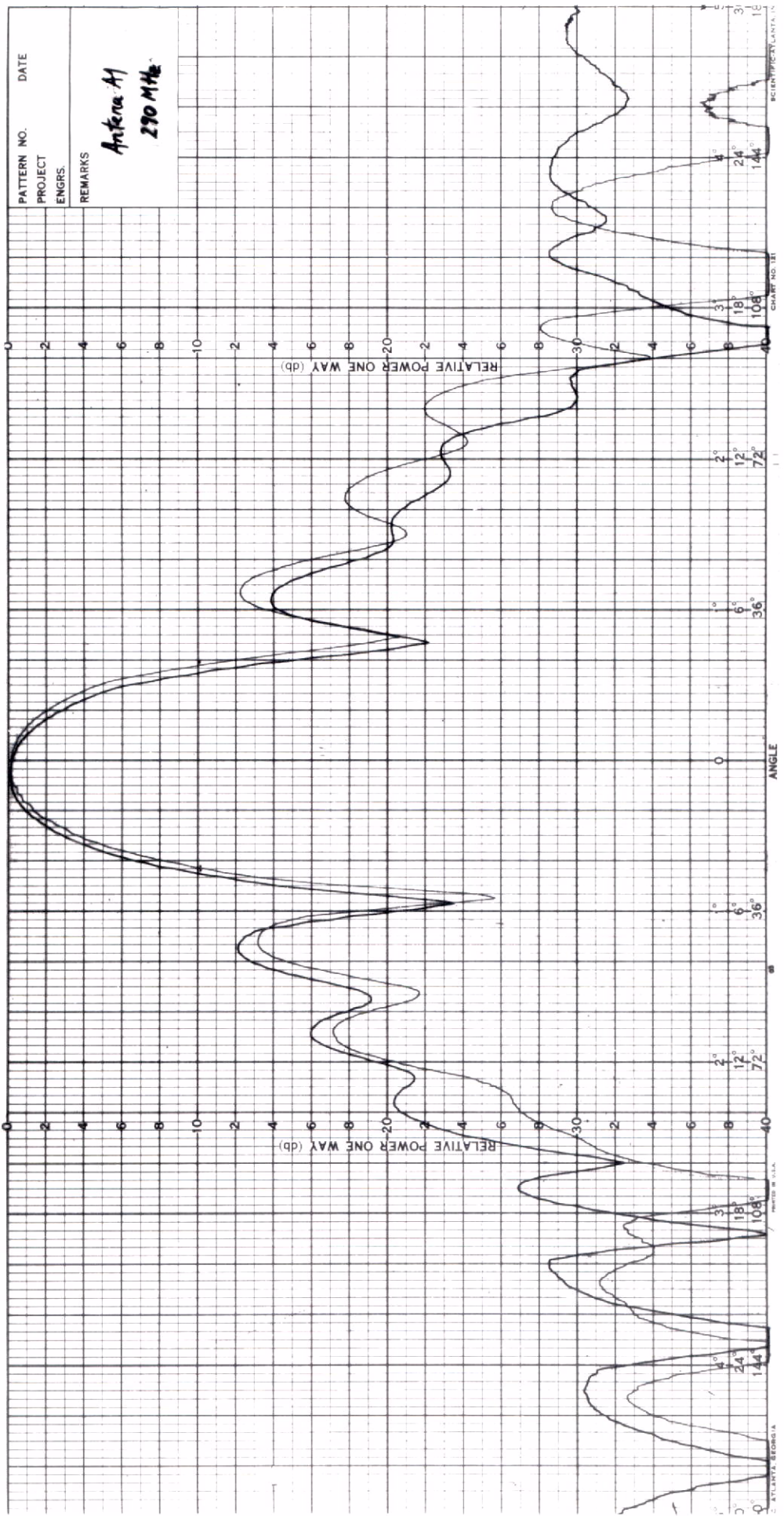
SCIENTIFIC ATLANTA, INC.
CHART NO. 121
17700 W. 5th St.
C. ATLANTA, GEORGIA

PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS
Antenna A1
240 MHz



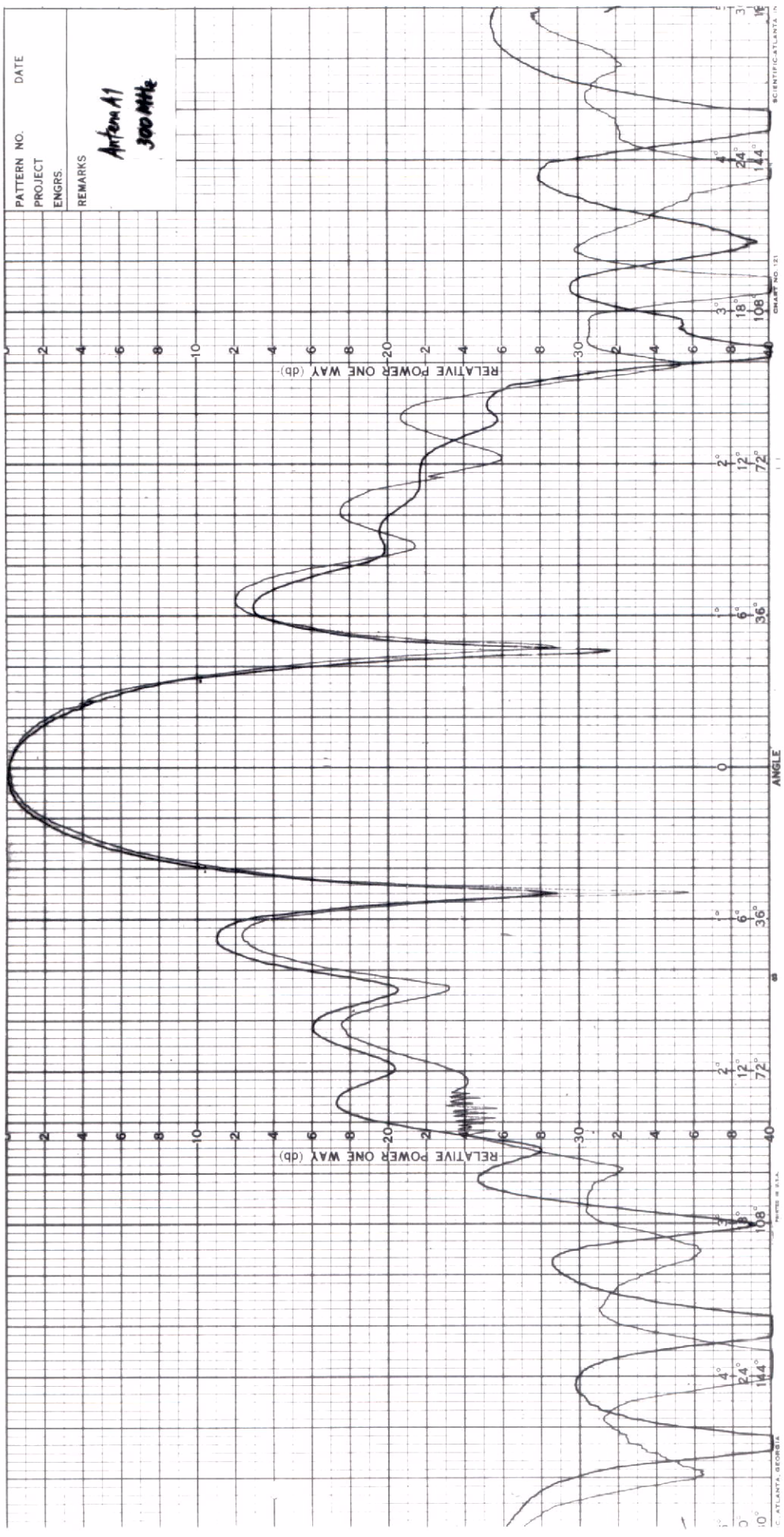


SCIENTIFIC ATLANTA, INC.
 CHART NO. 311
 ATLANTA, GEORGIA



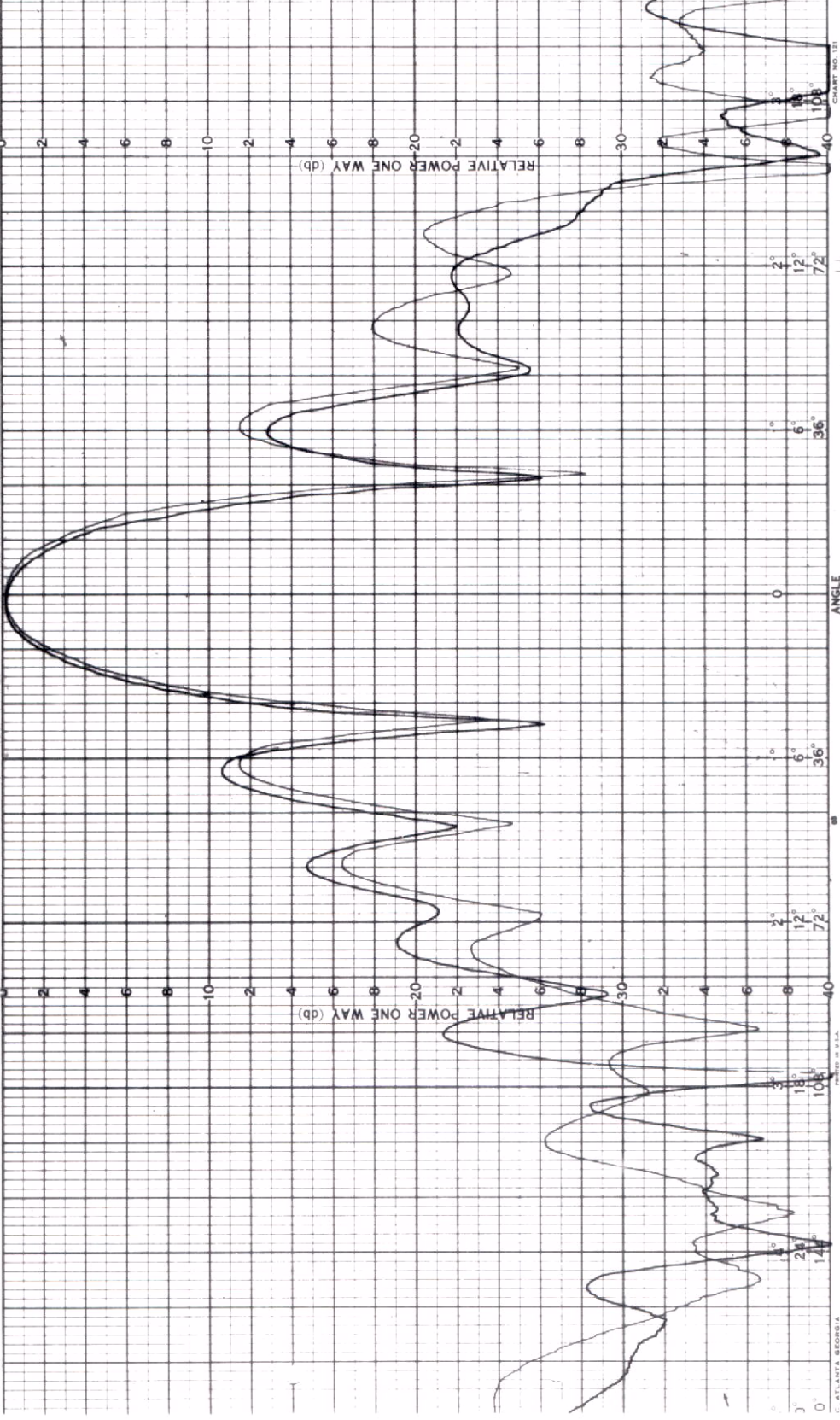
PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS _____

Antenna A1
290 MHz



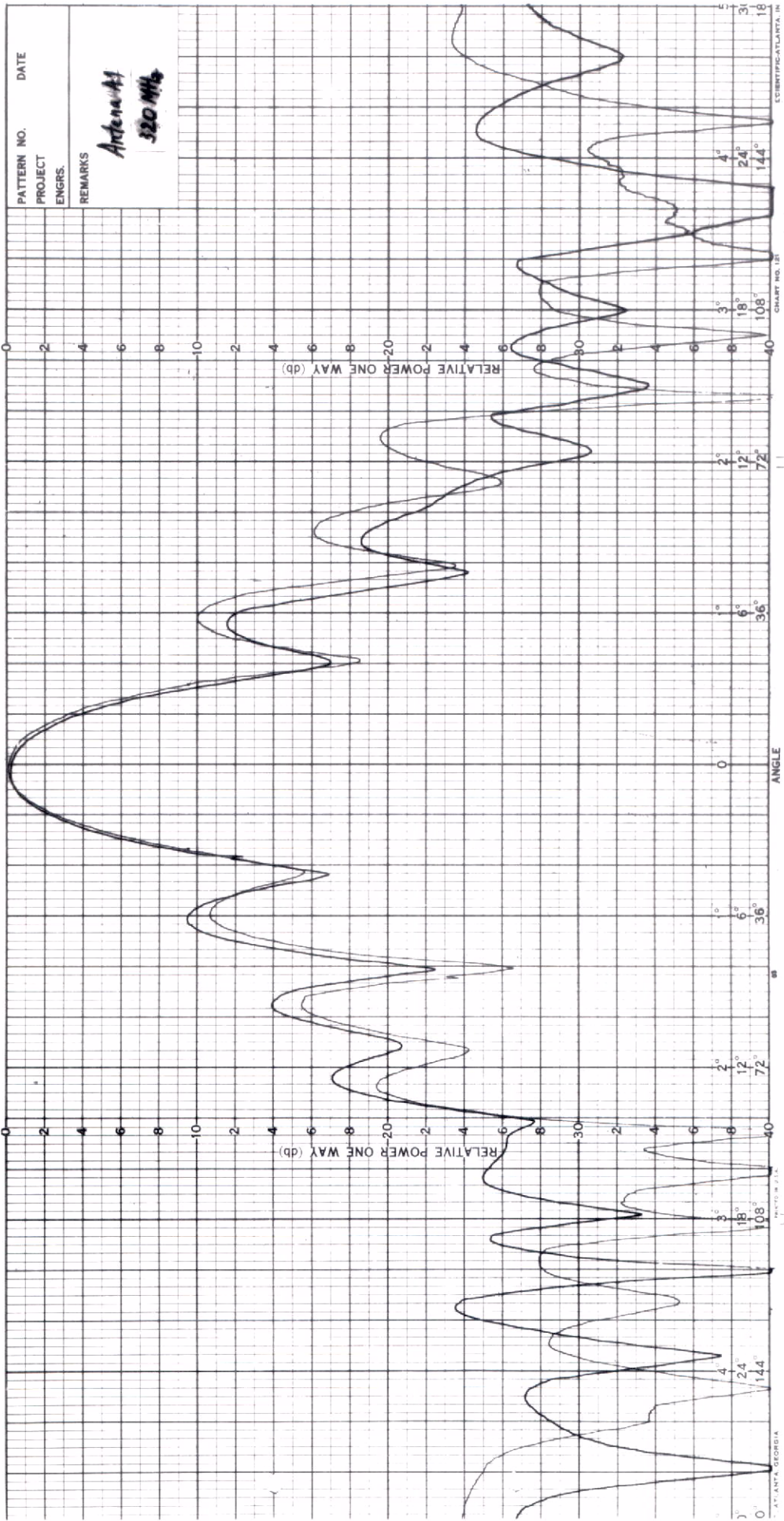
ATLANTA, GEORGIA
 PHOTO BY S.A.A.
 DRAWING NO. 121
 SCIENTIFIC ATLANTA, INC.

PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS
Antenna #1
3/10/44



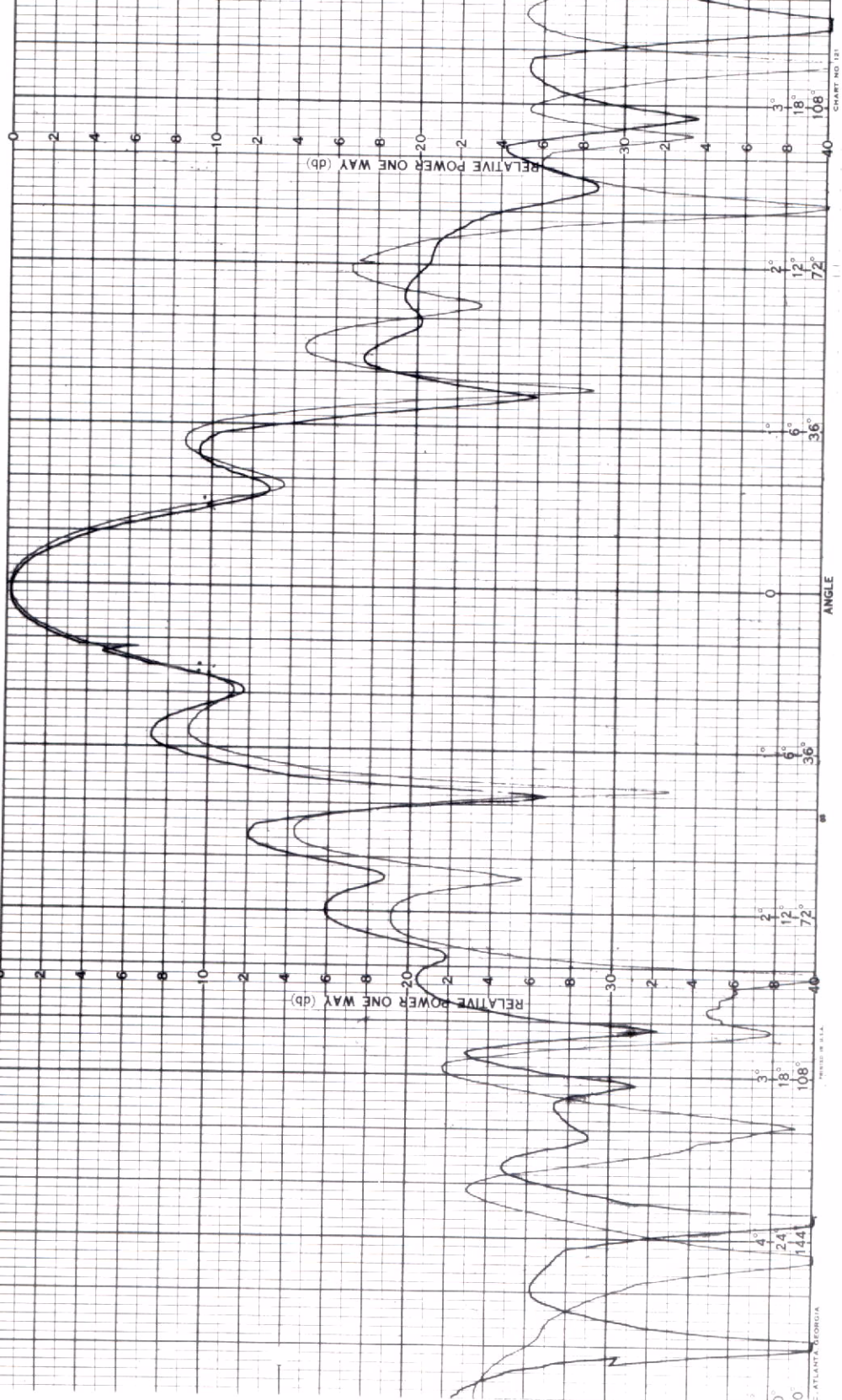
SCIENTIFIC ATLANTA, INC. CHART NO. 111

ATLANTA, GEORGIA

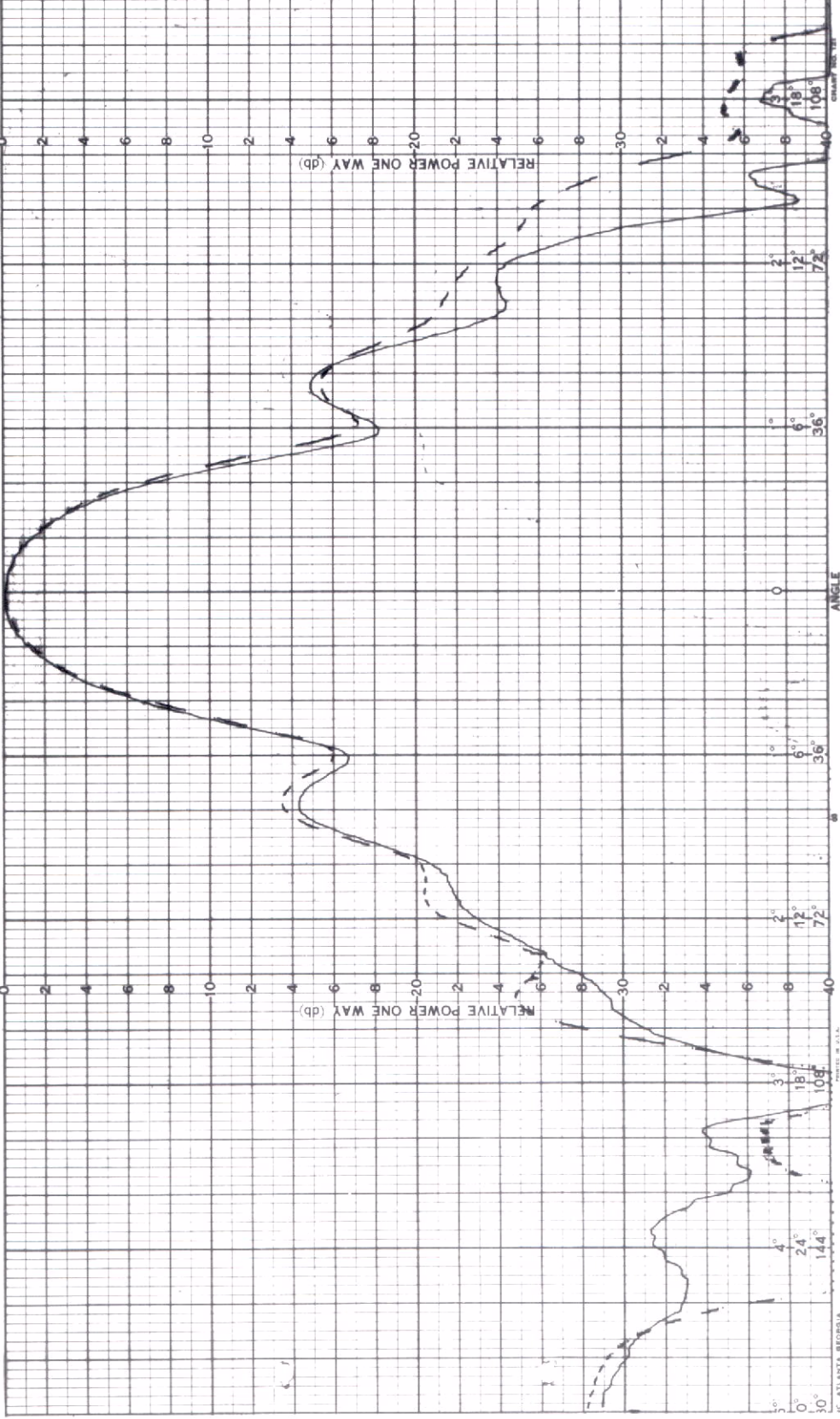


PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS
Antenna A1
320 MHz

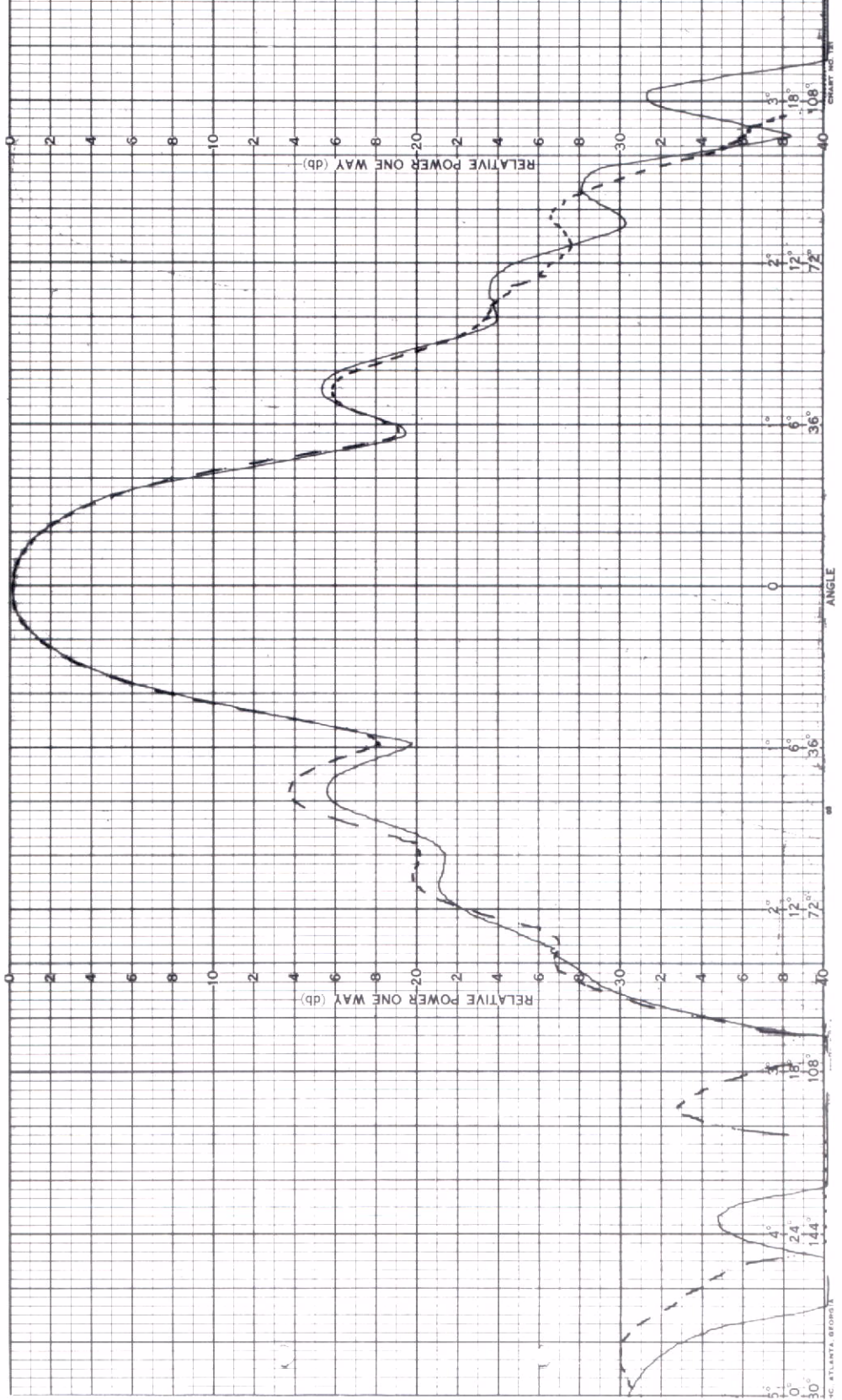
PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS
Antenna A1
330 MHz



PATTERN NO. _____ DATE: _____
 PROJECT **JM BESA**
 ENGRS. _____
 REMARKS
Antenna 2
260 MHz



PATTERN NO. _____ DATE: _____
 PROJECT Ist _____
 ENGRS. _____
 REMARKS
Antenna A2
2x0 MHz



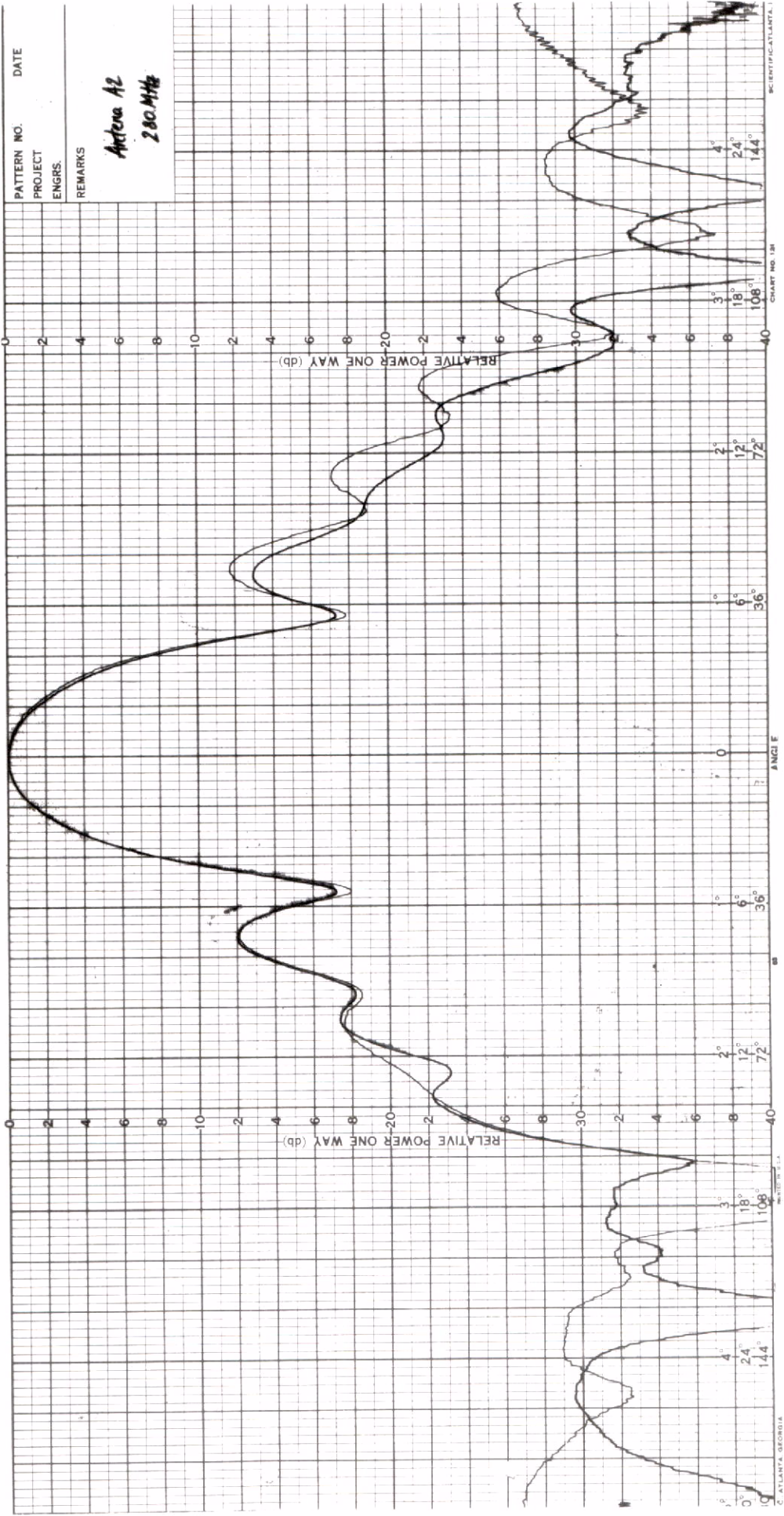


CHART NO. 188
 SCIENTIFIC ATLANTA
 ATLANTA, GEORGIA

PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS _____

Antena A2
290 MHz

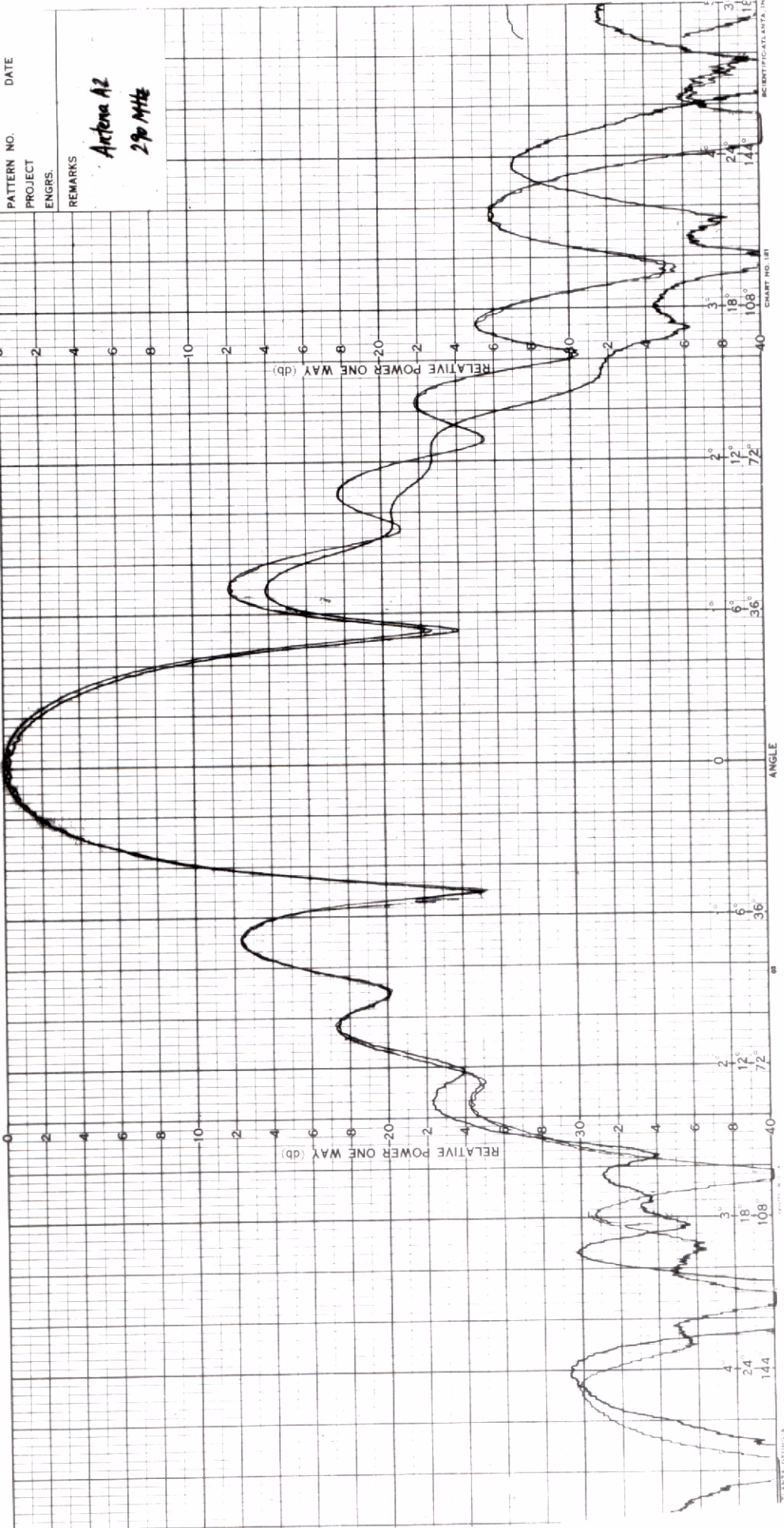
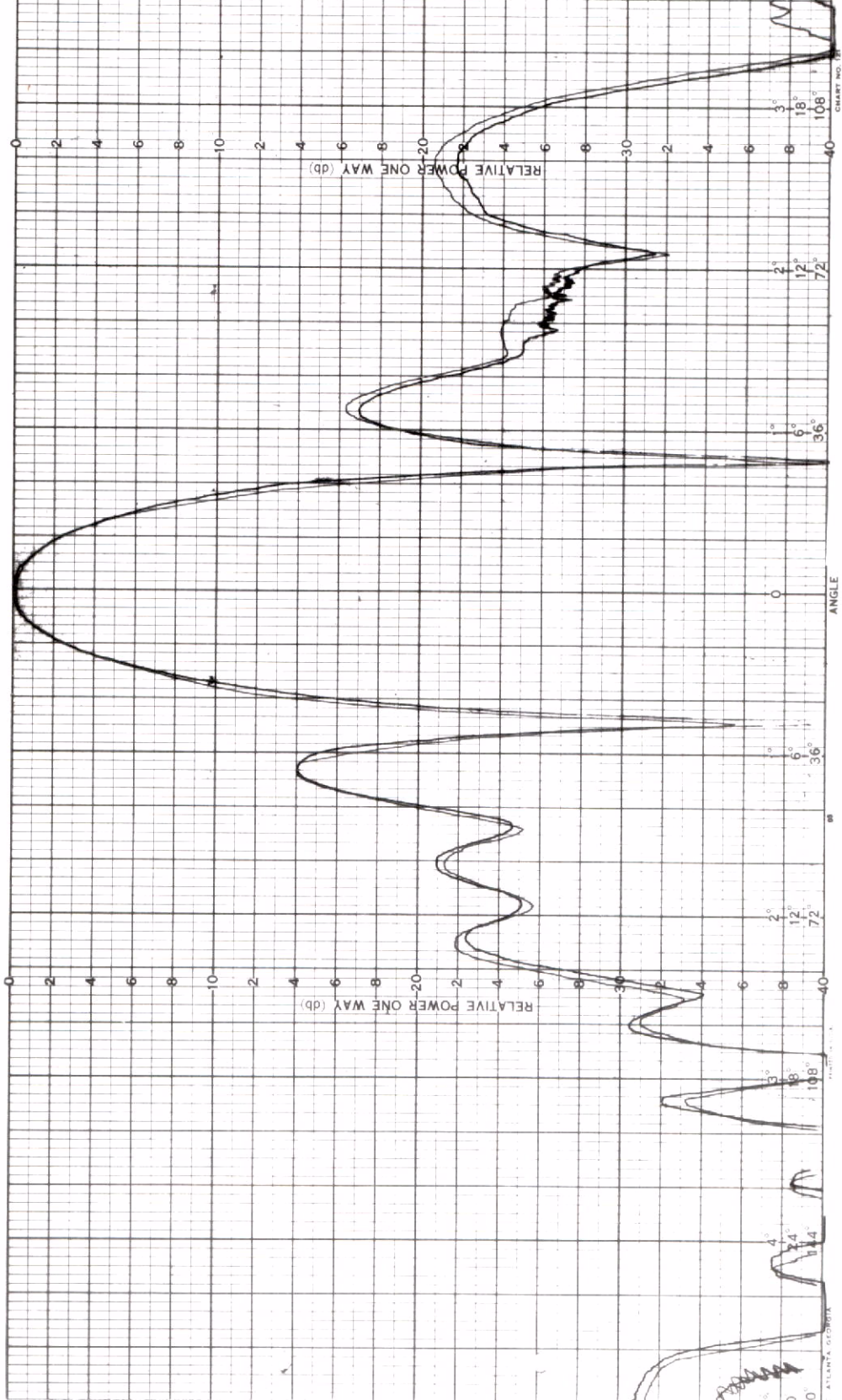


CHART NO. 181
 IDENTIFICATION IN

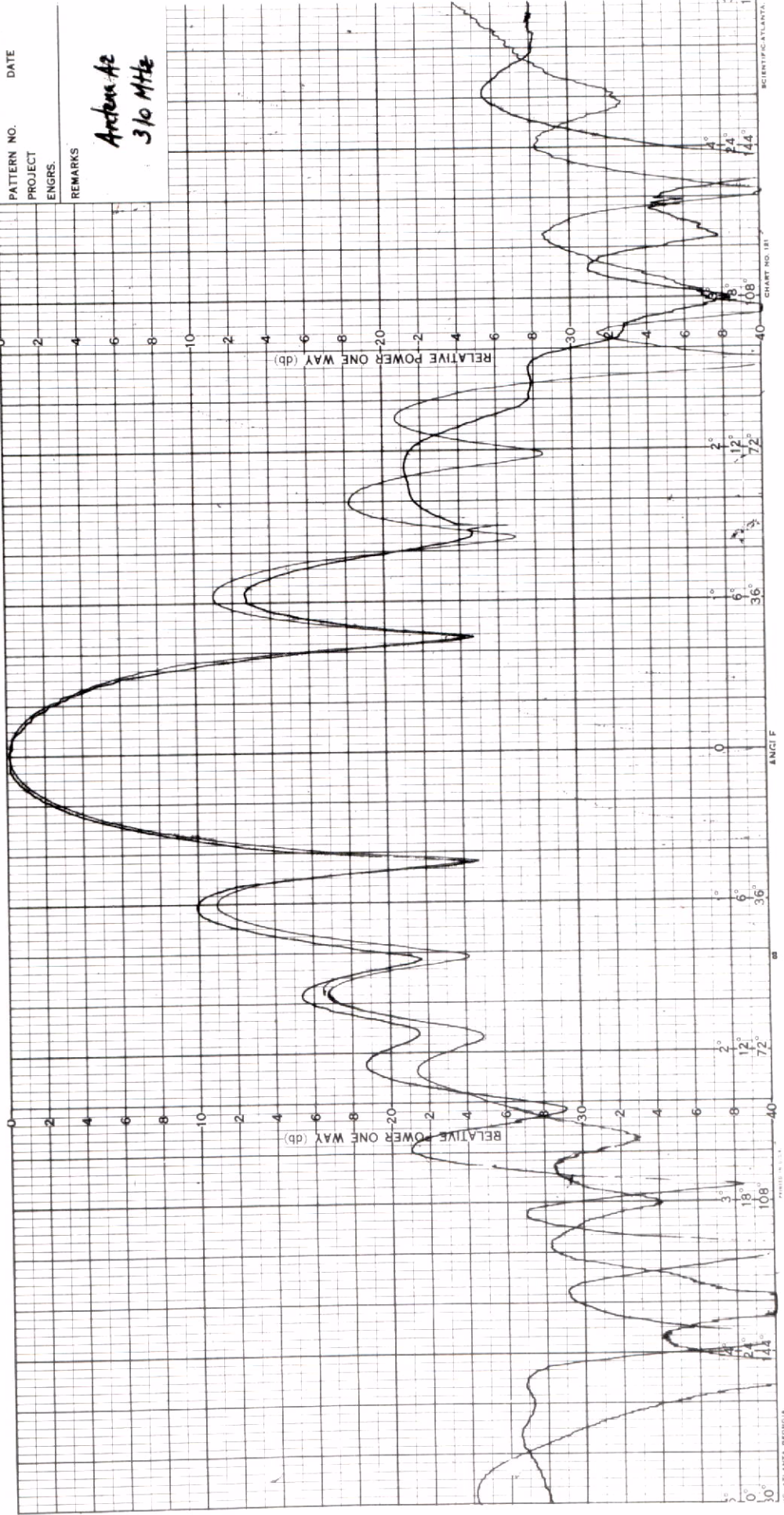
PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT ENGRS. _____
 REMARKS
Antenna A2
300 MHz



ATLANTA, GEORGIA
 CHART NO. 100
 IDENTIFICATION IN

PATTERN NO. _____ DATE _____
PROJECT _____
ENGRS. _____
REMARKS _____

Antenna A2
310 MHz



SCIENTIFIC ATLANTA
CHART NO. 181
ATLANTA, GEORGIA

PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS
Antenna A2
320MHz

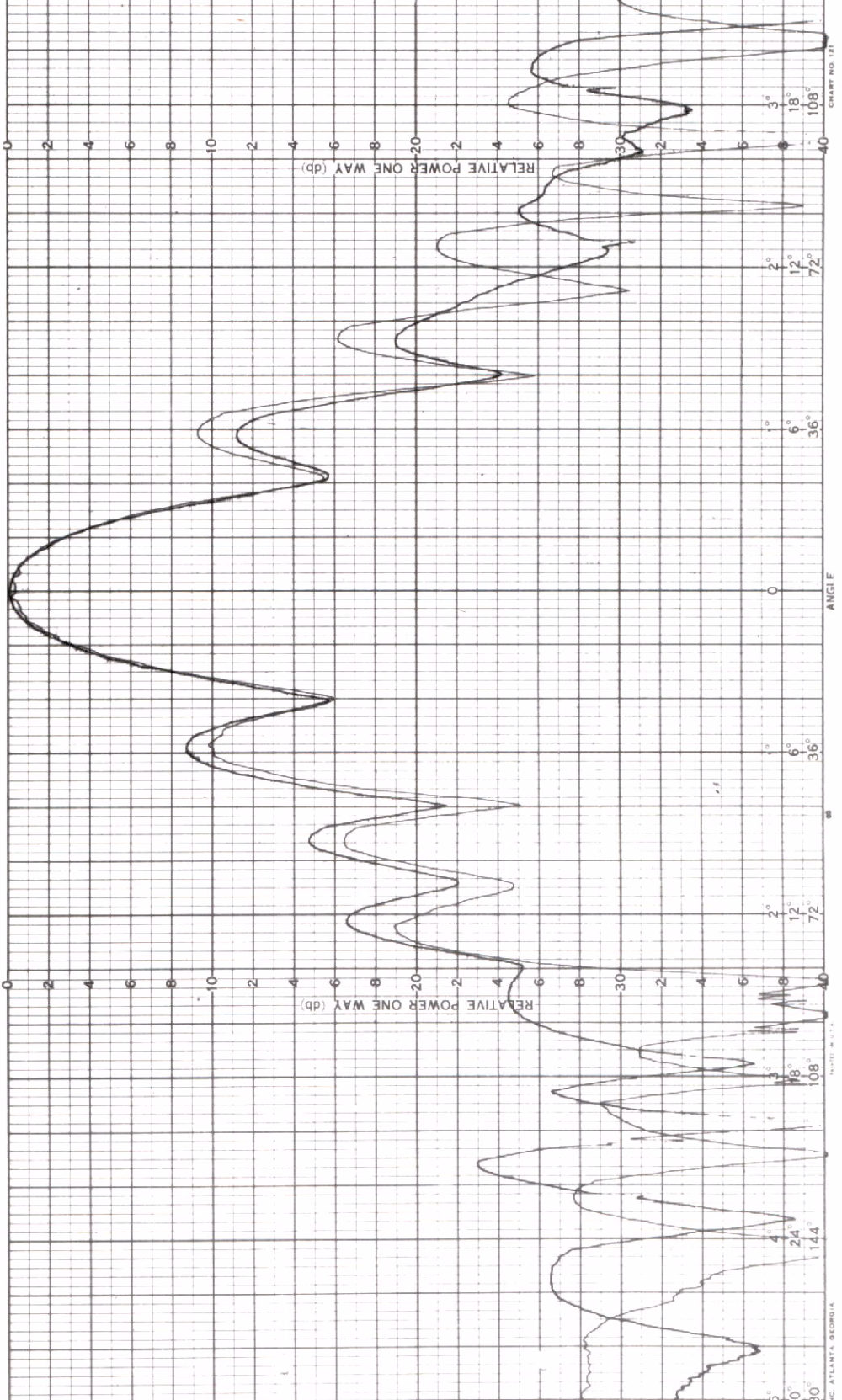


CHART NO. 131
 SCIENTIFIC ATLANTA, INC.
 ATLANTA, GEORGIA

PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT IN BELT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS
Antenna A2
330 MHz

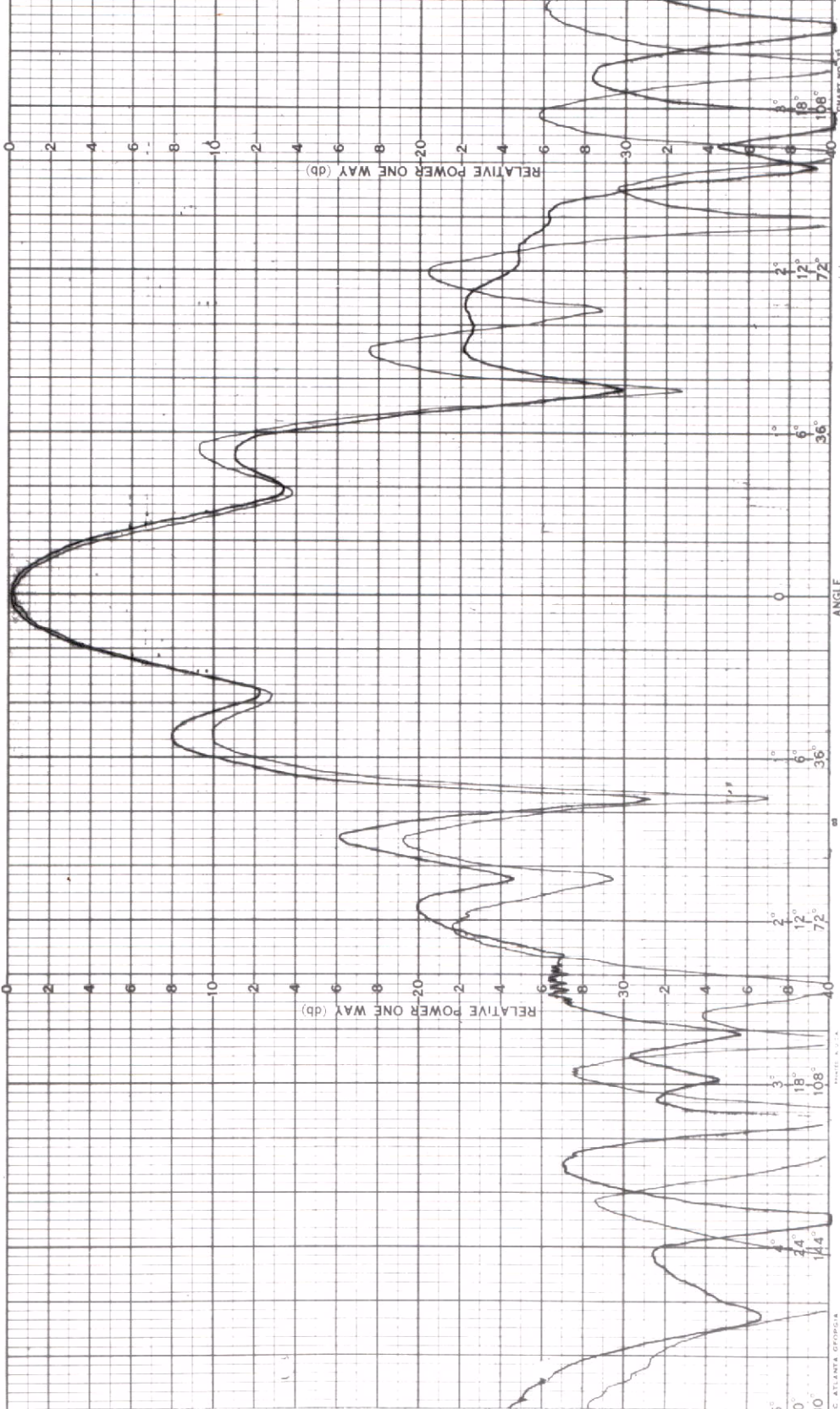
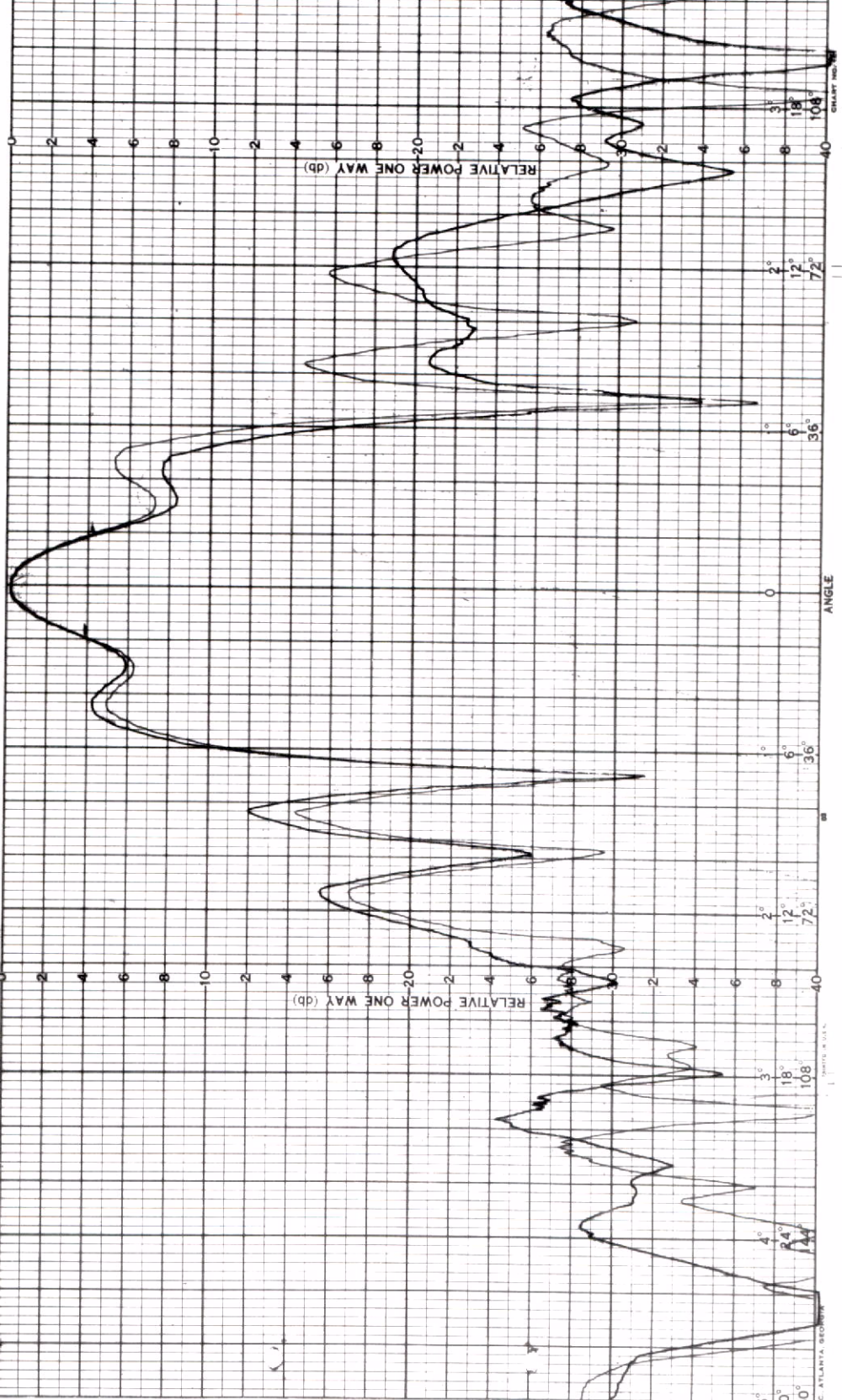


CHART NO. 11
 IDENTIFICATION: ATLANTA, IN
 MADE IN U.S.A.
 ATLANTA, GEORGIA

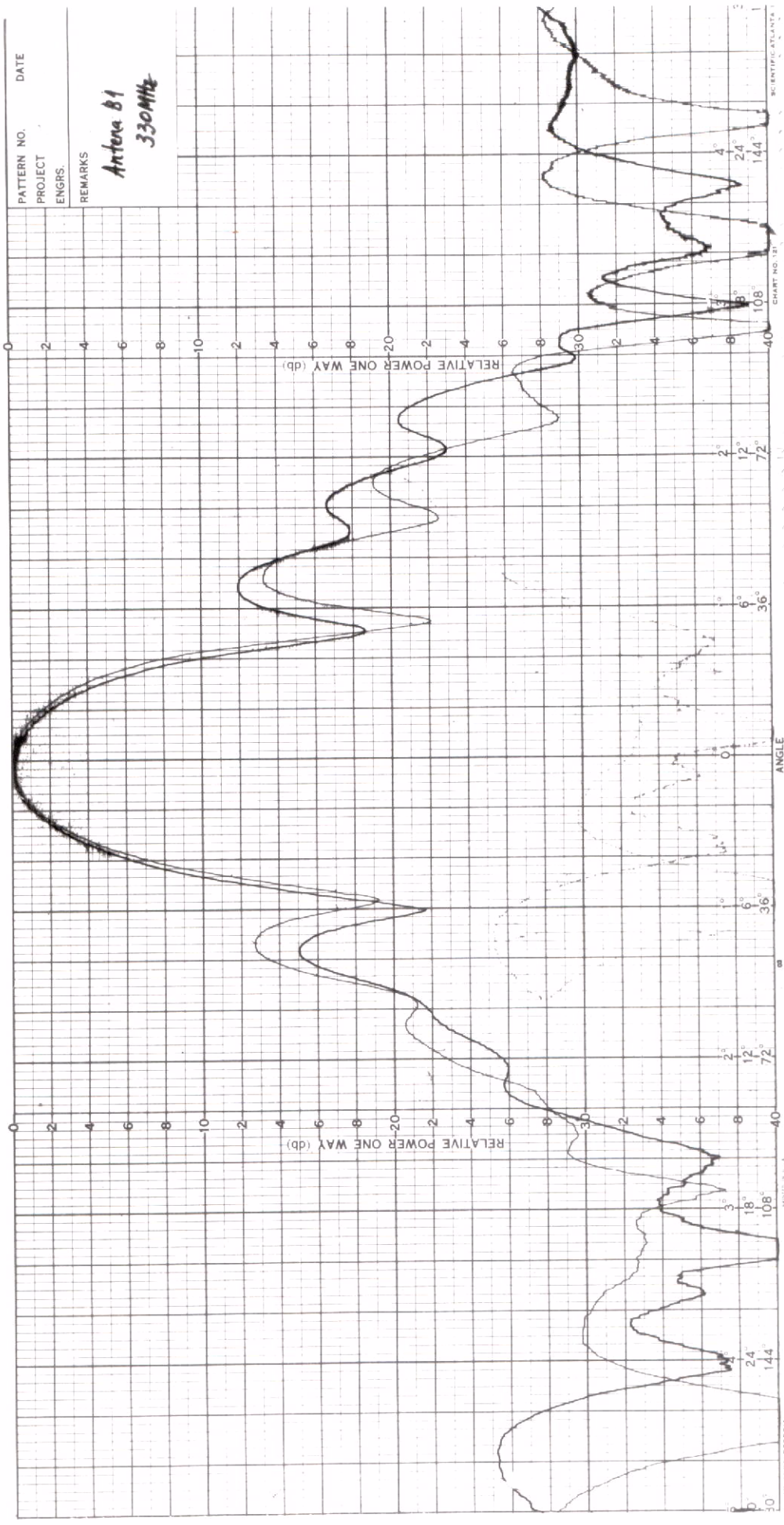
PATTERN NO. DATE 11/10/46
 PROJECT ENGINEER J. H. ...
 ENGRS.
 REMARKS
 Antenna No. 340 Mite

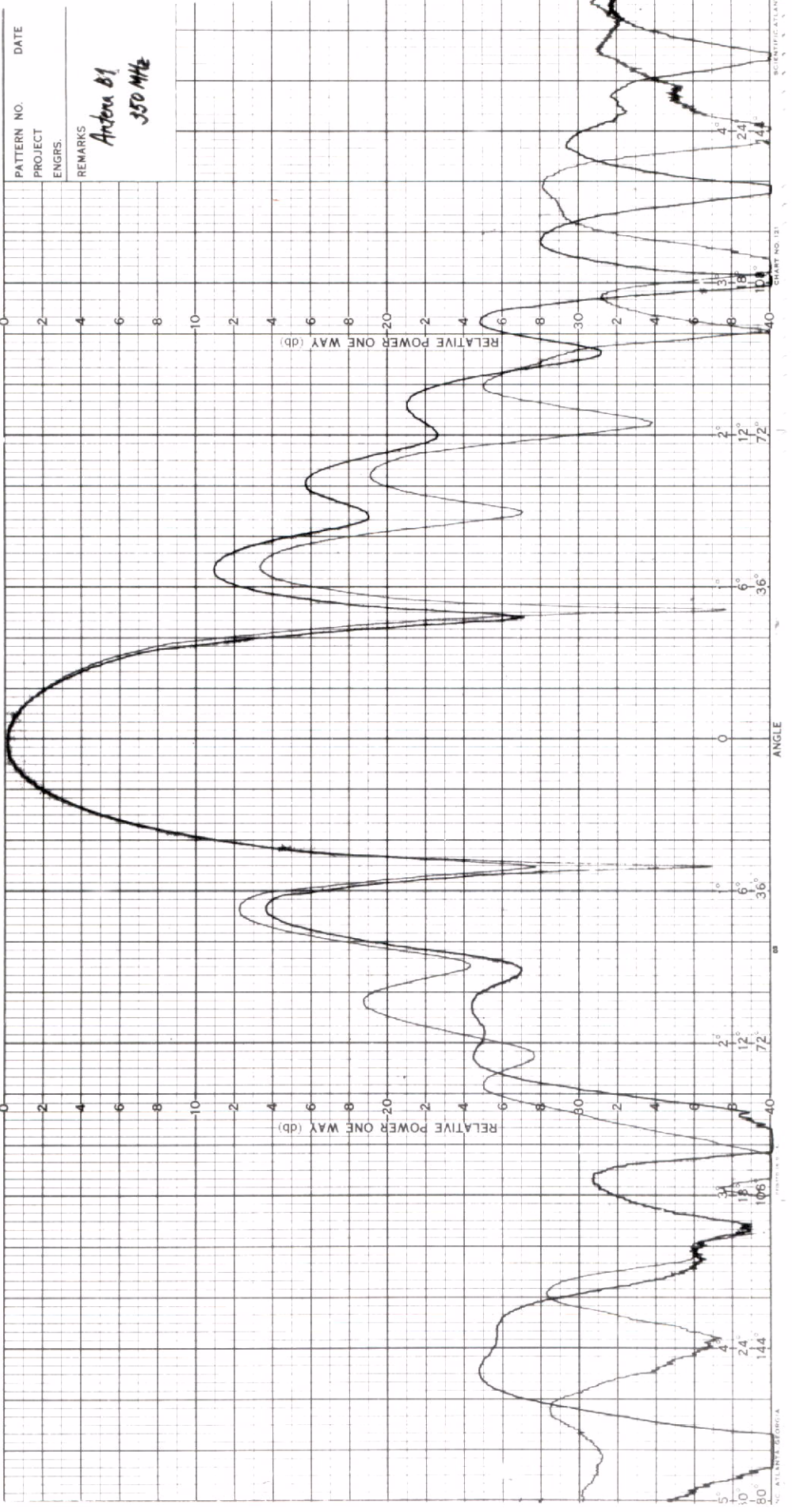


IDENTIFICATION NO. 11

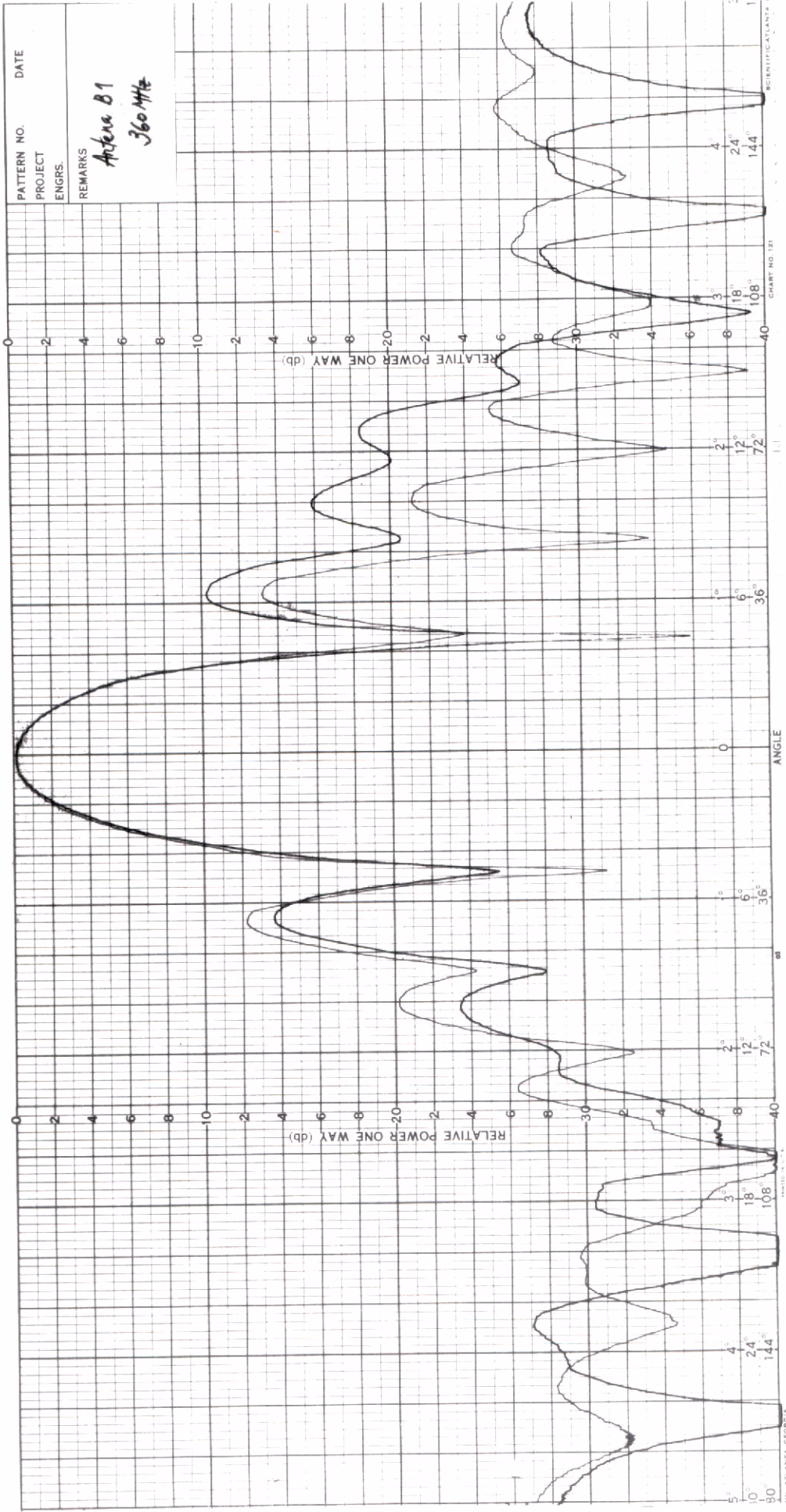
PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS _____

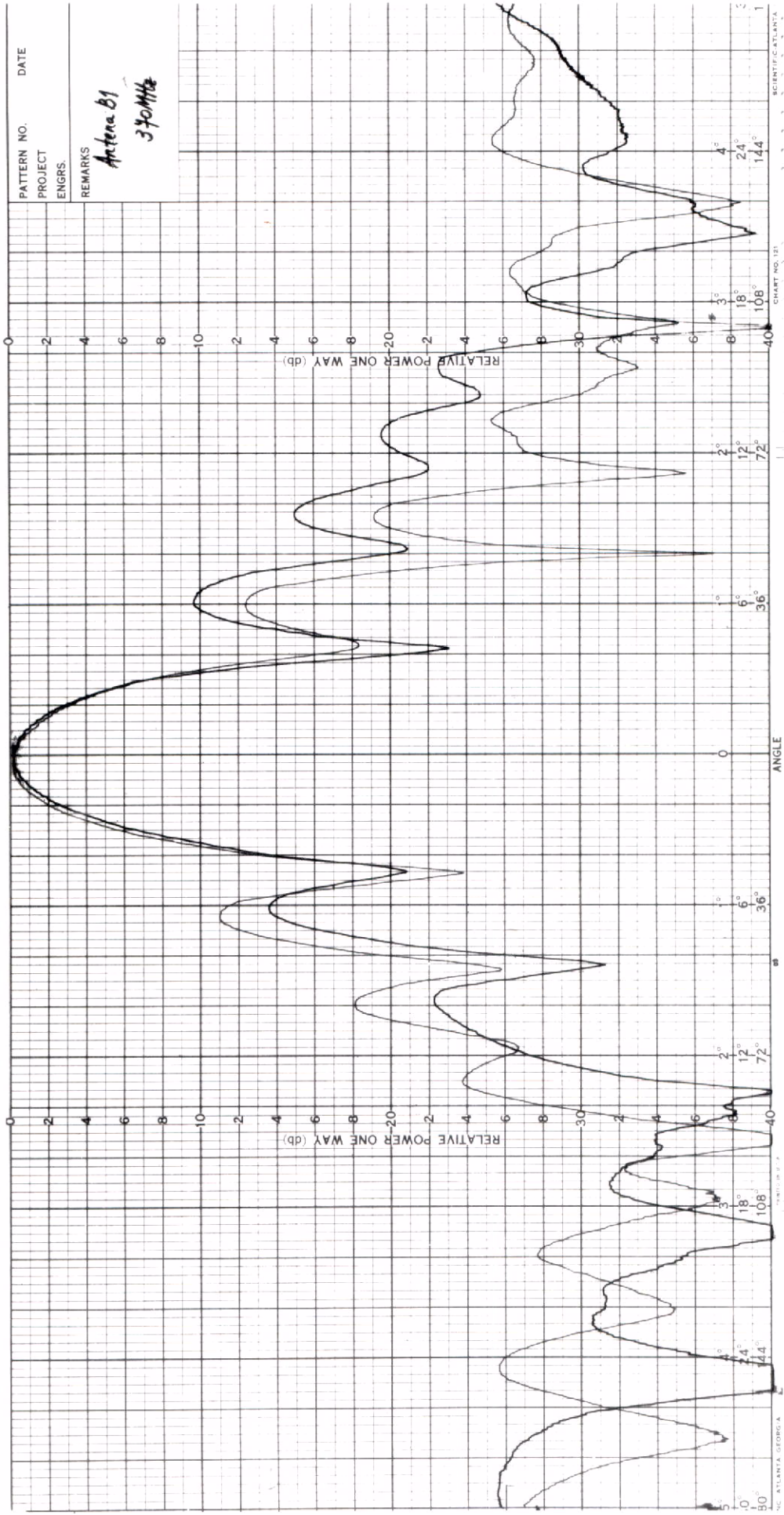
Antena B1
330MHz





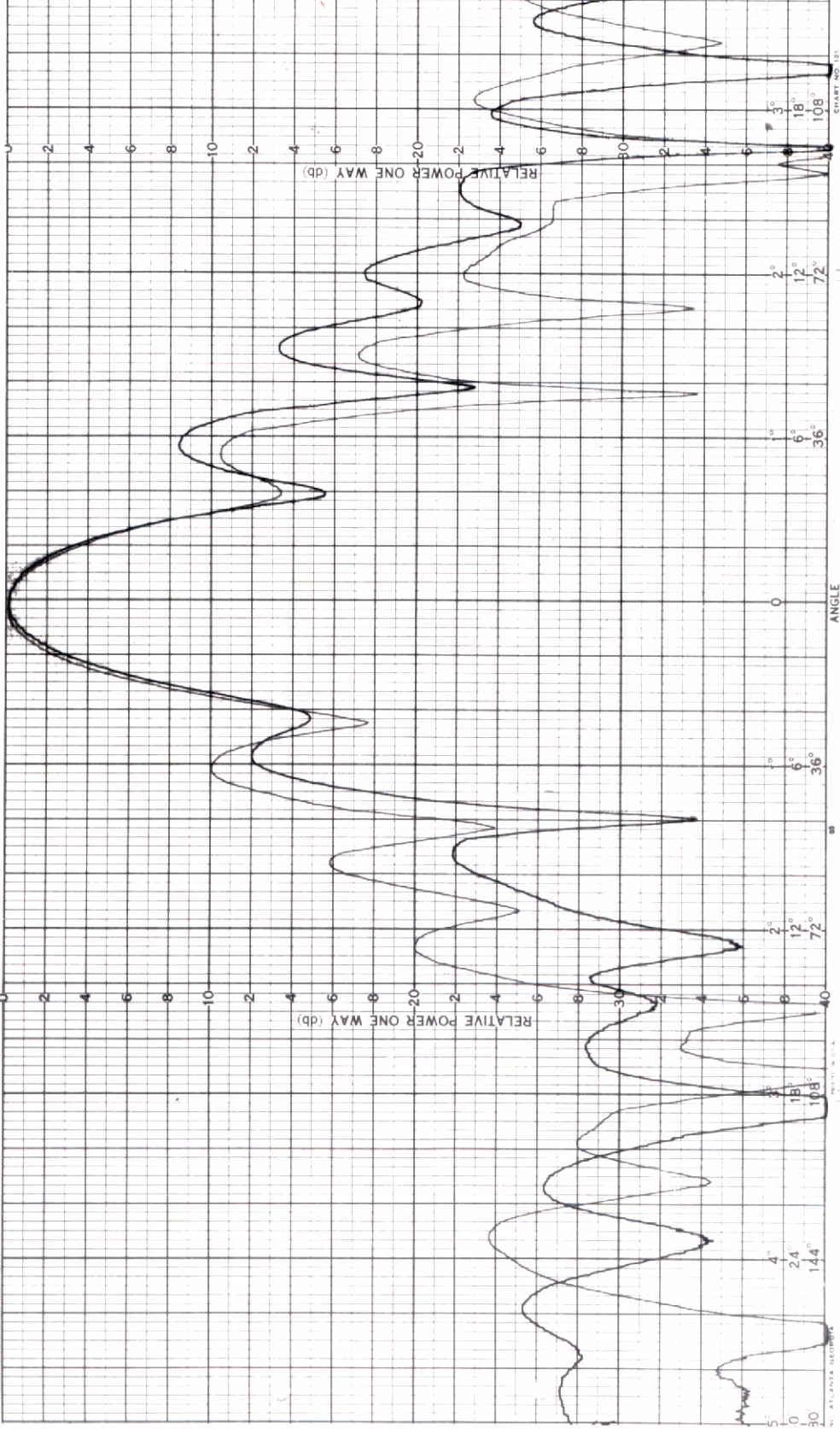
SCIENTIFIC ATLANTA
 CHART NO. 131
 MADE IN U.S.A.
 ATLANTA, GEORGIA



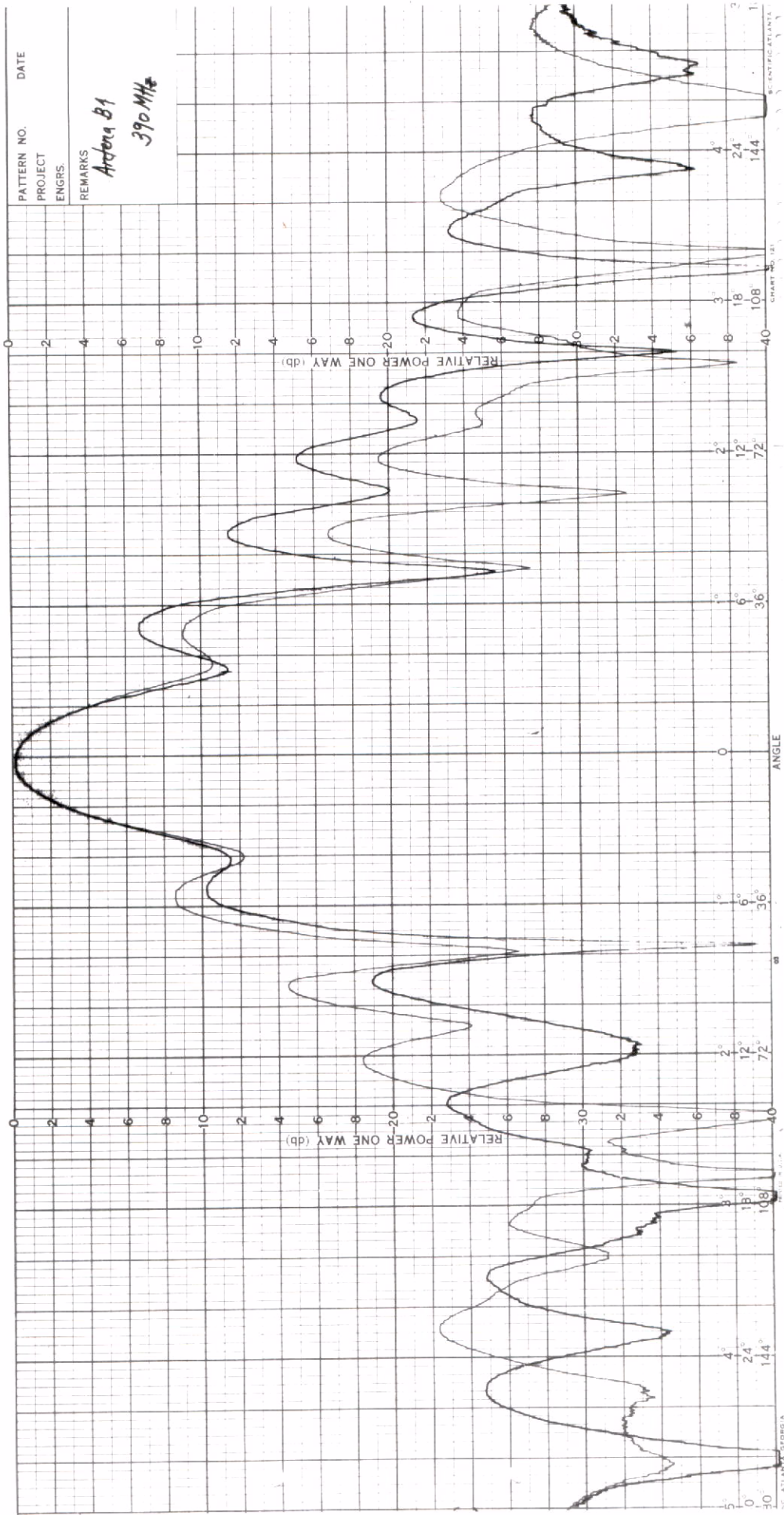


PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS _____

PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS
Antena 81
380 MHz



ATLANTA DESIGN CENTER



PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS
 Antenna B1
 390 MHz

ATLANTIC ENGINEERING CO. CHART NO. 121

PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS

Antenna B1
400 MHz

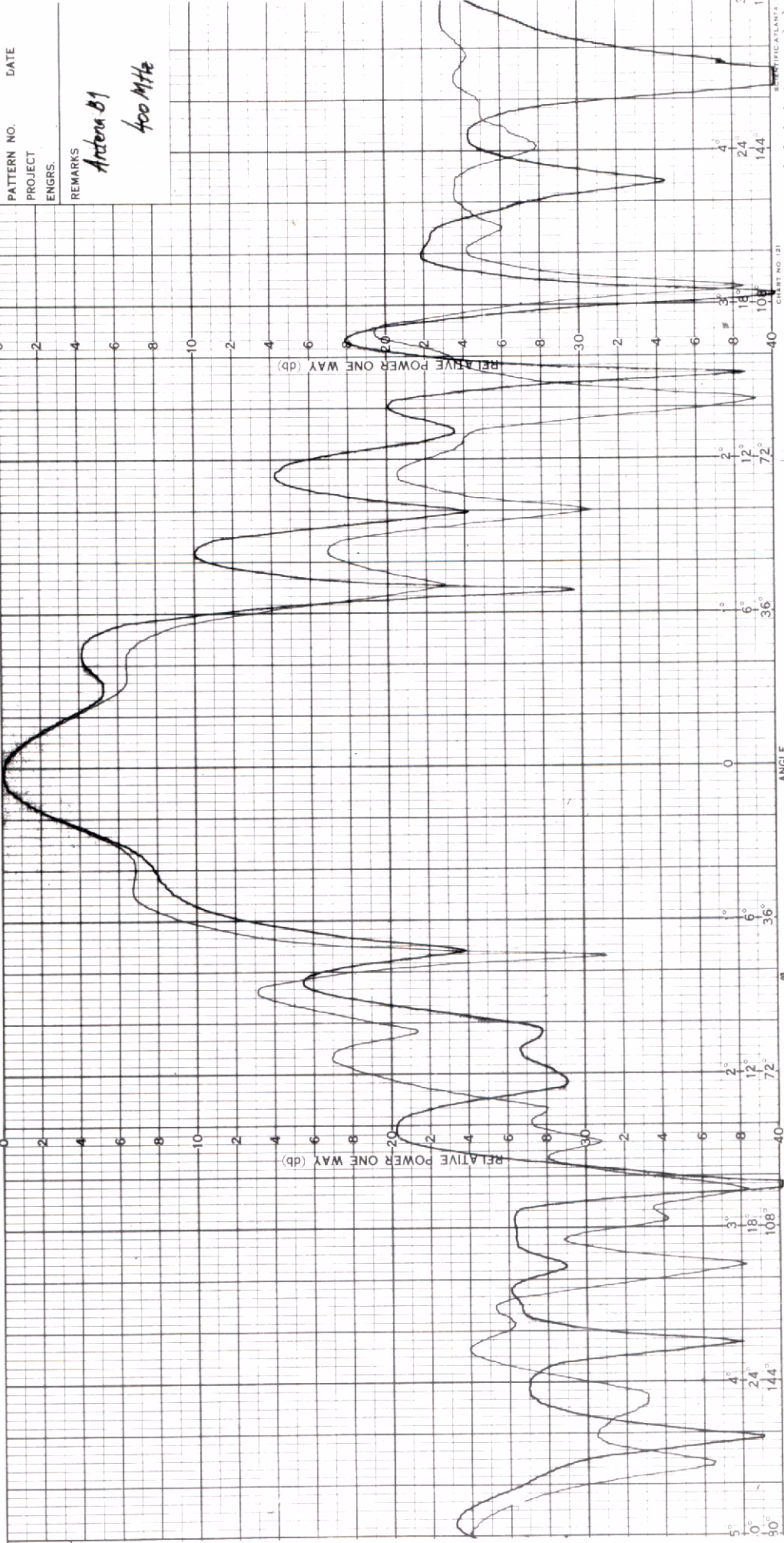
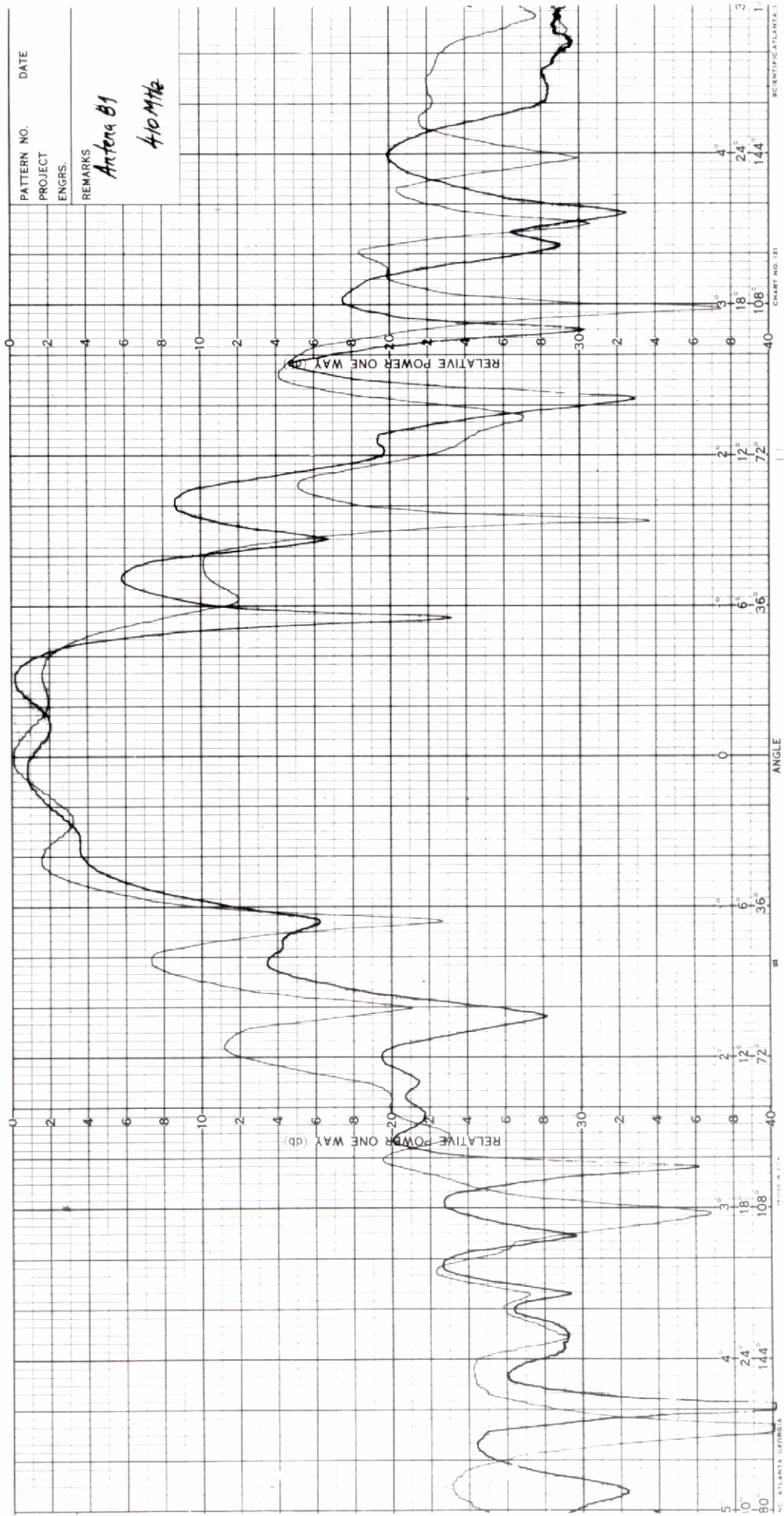


CHART NO. 131
 MADE IN ATLANTA, GEORGIA



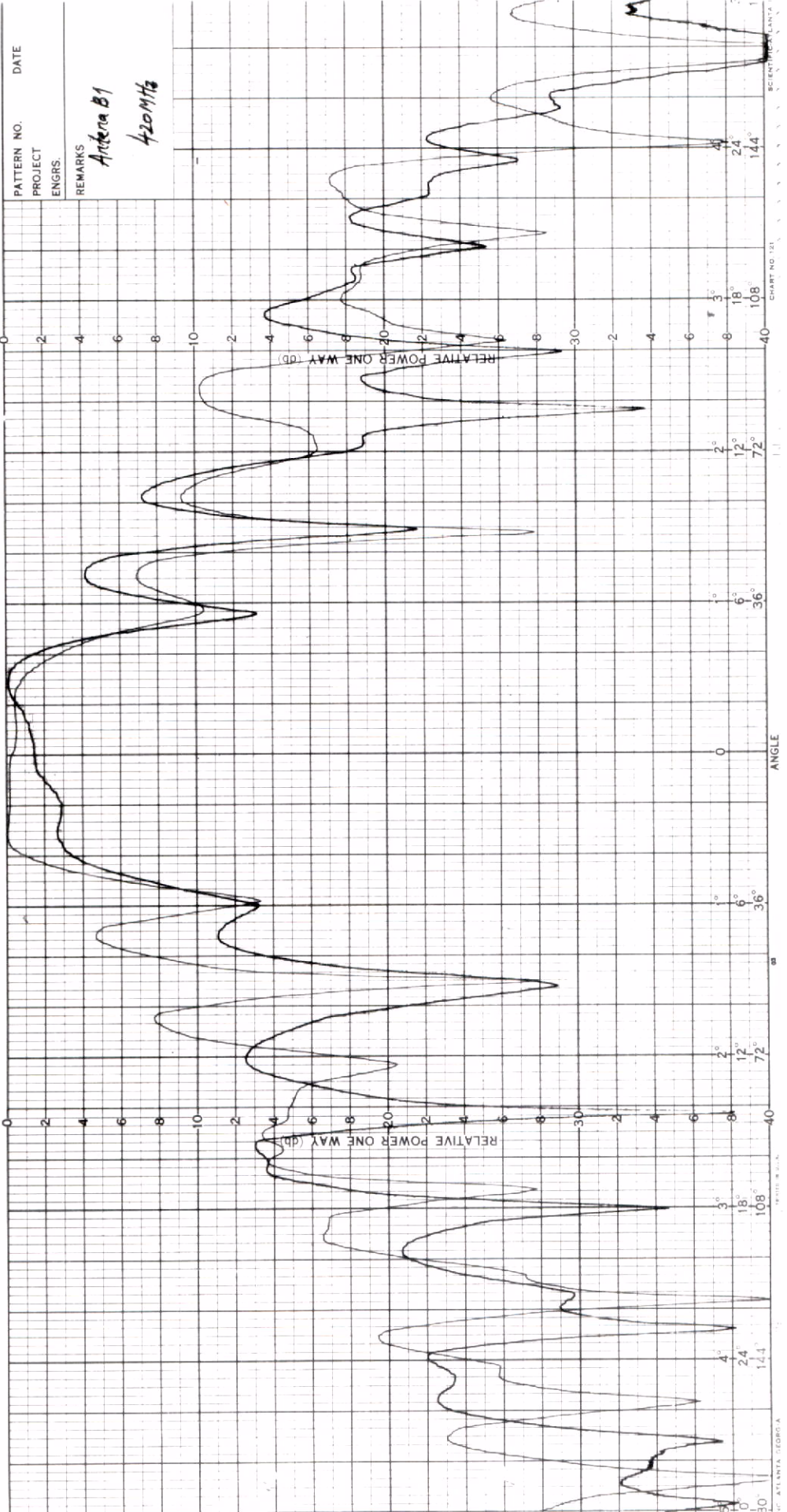
SCIENTIFIC ATLANTA, I

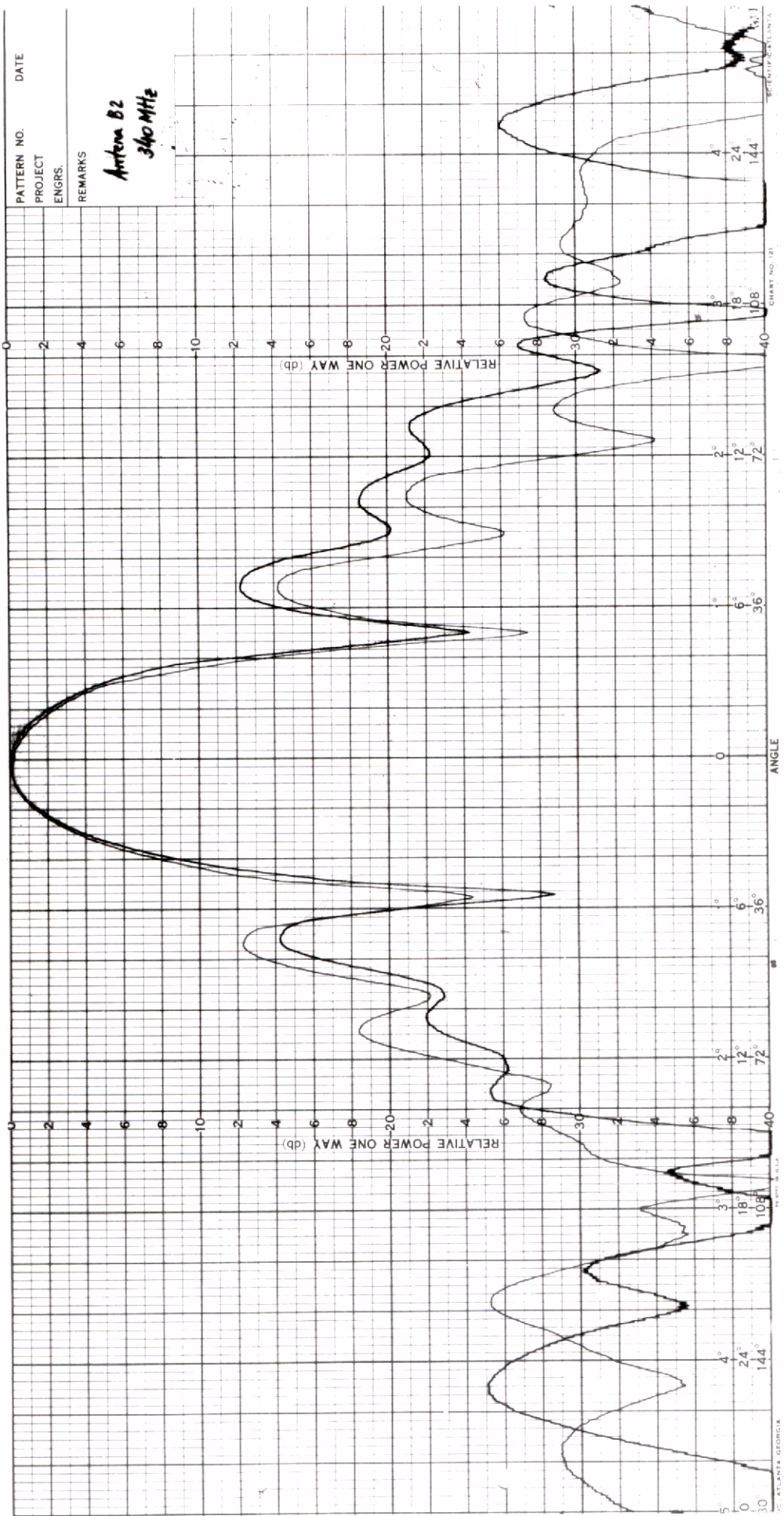
CHART NO. 131

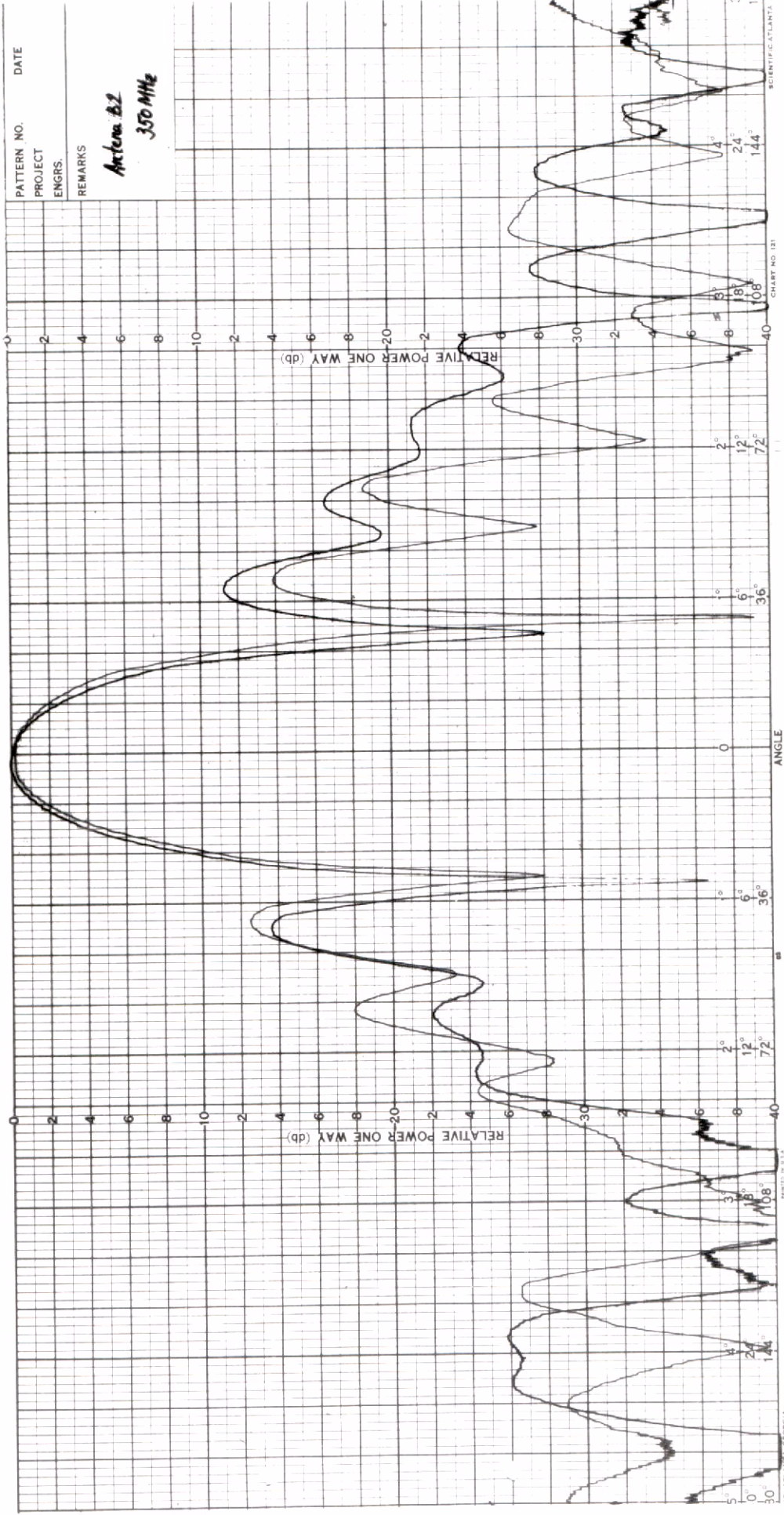
ANGLE

RELATIVE POWER ONE WAY (db)

ATLANTA, GEORGIA





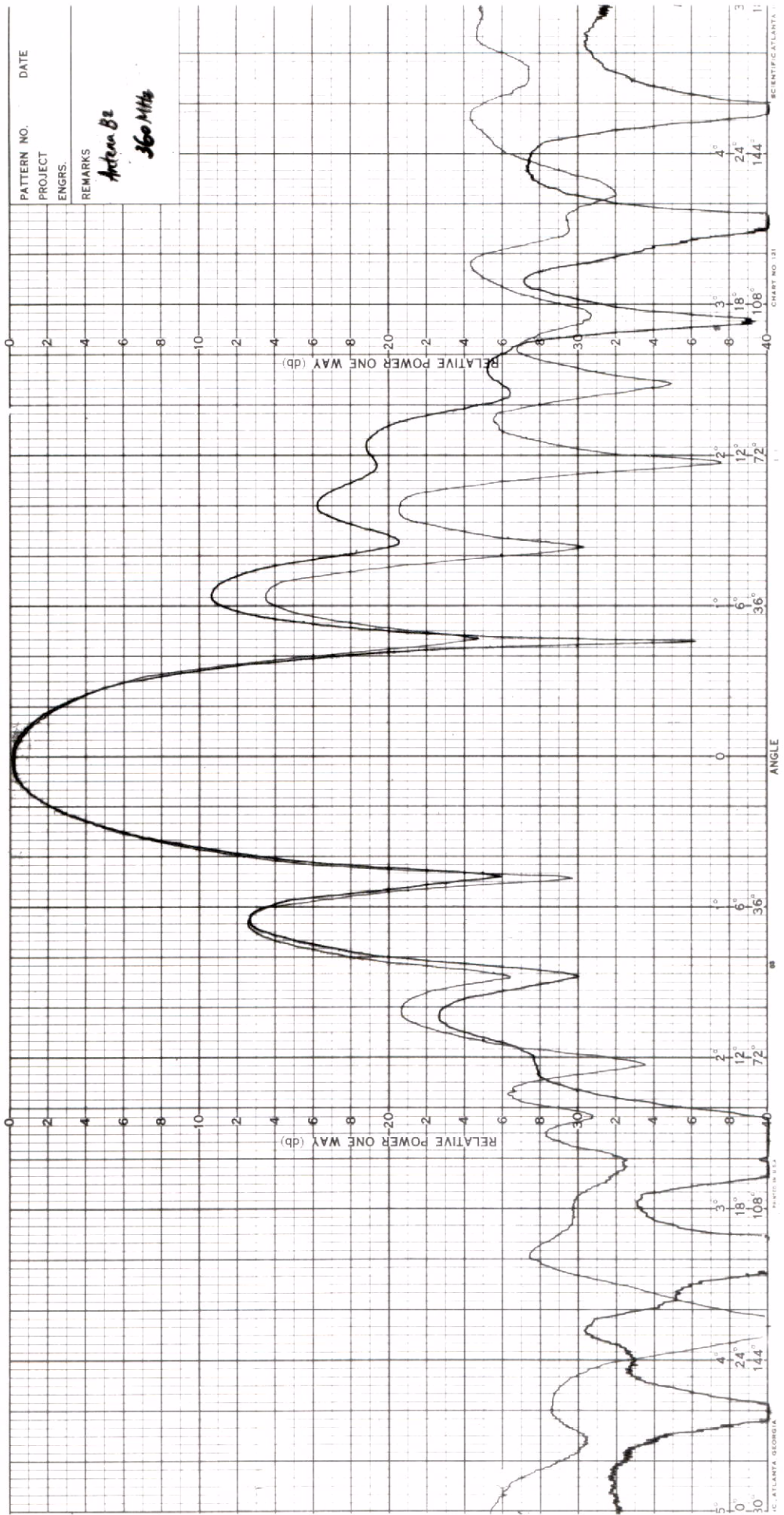


PATTERN NO. _____ DATE _____
 PROJECT _____
 ENGRS. _____
 REMARKS _____

30
0
30
36
72
108
144
180

40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40

0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40



SCIENTIFIC ATLANTA

CHART NO. 131

ANGLE

MADE IN U.S.A.

SCIENTIFIC ATLANTA GEORGIA