



ENGENHARIA DE RADIOFREQUÊNCIA

Datasheet Técnico

APTM SmartBeam — conceito preliminar

Modelo: APTM-SB-19-20-20-A3

Categoria: Telecomunicações e MIMO

Fonte: Preliminar de engenharia

Revisão/Data: não declarada · não declarada

Publicação: versão 1.1



VALIDAÇÃO ON-LINE

EFTX-DS-TELECOM-MIMO-APTSM-SMARTBEAM

Escaneie ou acesse a URL. Para autenticar esta cópia digital, envie o arquivo completo ao validador; páginas ou QR copiados para outro documento serão recusados.

Validar em:

<https://antennacomposer.com.br/validar/EFTX-DS-TELECOM-MIMO-APTSM-SMARTBEAM/1.1>



Painel MIMO direcionável com controle remoto AISG 3.0

Descrição geral

O APTM-SB-19-20-20-A3 é um conceito de evolução da família APTM, baseado no modelo direcional de aproximadamente 19 dBi e 20° x 20°. A arquitetura proposta combina polarização dual, MIMO 2x2 e direcionamento eletrônico bidimensional. O beam tilt pode ser programado de -12° a +12°, enquanto o bearing horizontal pode ser deslocado de -60° a +60°. O controle remoto utiliza interface AISG 3.0. Os valores deste documento são metas preliminares de engenharia e devem ser confirmados por protótipo, ensaios e validação de interoperabilidade.



Imagem de referência da família APTM - configuração SmartBeam conceitual

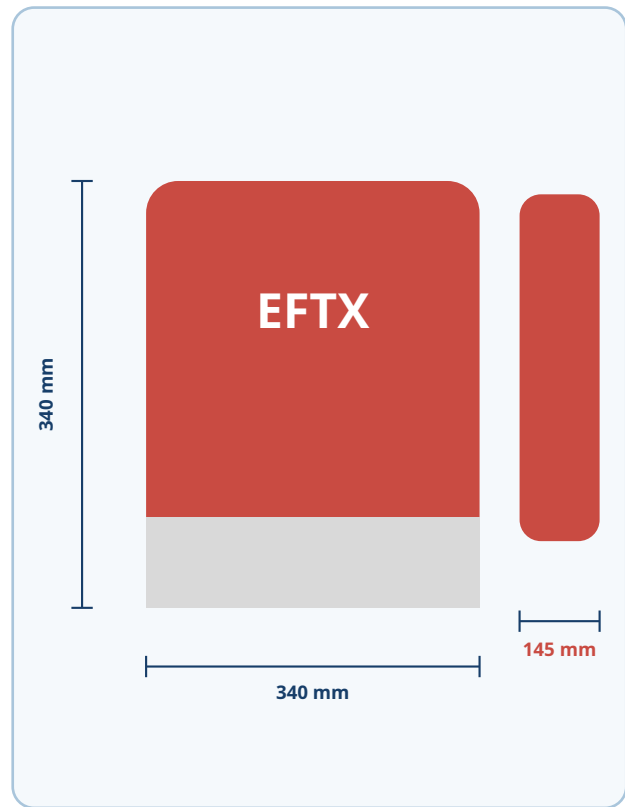
Especificações preliminares

Parâmetro	Especificação preliminar
Modelo	APTM-SB-19-20-20-A3
Aplicação	Telemetria, enlaces direcionais e cobertura setorial reconfigurável
Faixa de frequência	5090 a 5250 MHz (Banda C)
Polarização	Slant ±45° ou H/V; MIMO 2x2
Ganho nominal	19.0 dBi no boresight
HPBW nominal	20° horizontal x 20° vertical, estado central
Bearing programável	-60° a +60° em relação ao eixo mecânico
Beam tilt programável	-12° a +12°; positivo definido como downtilt
Impedância	50 Ω
Portas RF	4 x N fêmea: P1 ±45° e P2 ±45°
Interface de controle	AISG v3.0, RS-485, alimentação 10 a 30 VCC
Conectores AISG	Entrada e saída para daisy chain, padrão AISG C485
VSWR	1,50 em toda a banda e estados; 1,25 típico no centro
Potência de entrada	50 W por porta, 200 W total - meta de projeto
Dimensões estimadas	340 x 340 x 145 mm (A x L x P)
Peso estimado	8.5 kg
Construção	Chassi/refletor em alumínio; radome em fibra de vidro

Status do documento: PRELIMINAR DE ENGENHARIA

Padrões, ganho, dimensões e desempenho de controle devem ser confirmados por simulação eletromagnética, protótipo e ensaios.

Dimensionamento preliminar



Arquitetura do array

Array planar dual-polarizado de referência com 6 x 6 posições radiantes, totalizando 36 posições físicas e dois canais de polarização. O espaçamento nominal é 0.48λ (27.8 mm em 5170 MHz), selecionado para reduzir risco de lóbulos de grade dentro da faixa de varredura. A alimentação utiliza fase progressiva calibrada e taper de amplitude moderado. O apontamento horizontal e vertical é realizado eletronicamente, sem deslocamento mecânico do radome.

Item	Valor
Topologia	Array planar 6 x 6, dual-pol
Posições radiantes	36
Espaçamento	0.48λ / 27.8 mm
Taper analítico	Kaiser $\beta=2.0$
Frequência de dimensionamento	5170 MHz
Abertura ativa aproximada	139 x 139 mm
Controle	Fase e amplitude por subarray

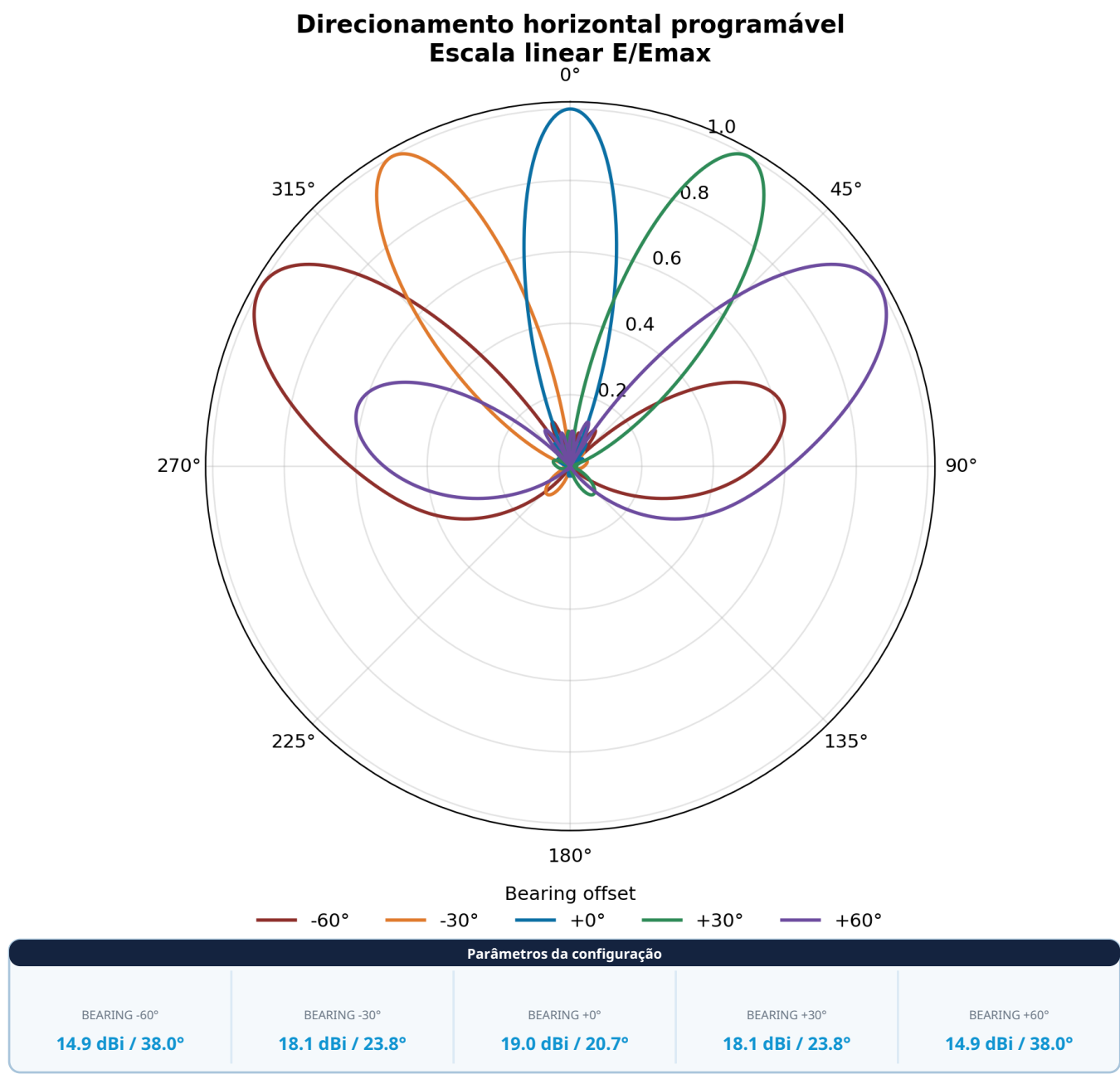
Interface AISG 3.0

A interface proposta segue a camada física e de enlace AISG v3.0 sobre barramento RS-485. A função de tilt vertical é modelada como subunidade RET. O direcionamento horizontal é implementado como extensão de aplicação do fabricante sobre AISG v3.0, usando os conceitos de bearing e azimuth offset definidos para Remote Azimuth Steering. A declaração de conformidade final depende de testes de protocolo, matriz de conformidade e interoperabilidade com o controlador utilizado.

Parâmetro de controle	Meta preliminar
Bearing offset	-60,0° a +60,0°
Beam tilt	-12,0° a +12,0°; positivo = downtilt
Resolução de comando	0,1°
Repetibilidade alvo	$\pm 0,3^\circ$
Presets locais	Até 32 posições
Feedback	Posição comandada, posição estimada e estado
Alarmes	Falha de movimento, limite, temperatura, alimentação e comunicação
Alimentação de controle	10 a 30 VCC pela interface AISG
Consumo alvo	2 W em espera; 8 W durante reposicionamento

Direcionamento horizontal - bearing programável

Diagramas de azimute



Nota: as curvas são resultados analíticos normalizados. O sistema calibra a fase para que o máximo do feixe coincida com o bearing solicitado. A largura de feixe aumenta e o ganho reduz próximo aos limites de varredura.

Tabela nominal de azimute - bearing 0°

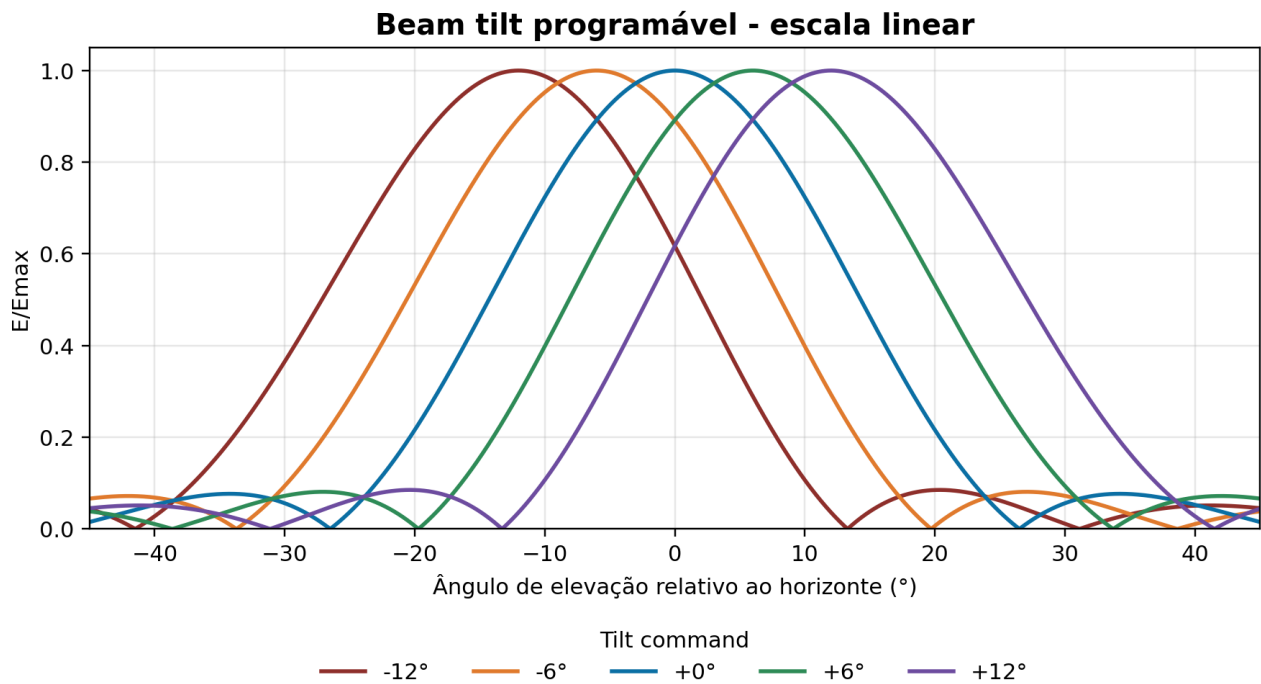
Tabela completa - Azimute

Angulo	E/Emax	Aten. dB	Angulo	E/Emax	Aten. dB	Angulo	E/Emax	Aten. dB	Angulo	E/Emax	Aten. dB	Angulo	E/Emax	Aten. dB	Angulo	E/Emax	Aten. dB
0°	1.0000	-0.00	60°	0.0402	27.92	120°	0.0117	38.67	180°	0.0250	32.04	240°	0.0117	38.67	300°	0.0402	27.92
1°	0.9969	0.03	61°	0.0400	27.96	121°	0.0111	39.07	181°	0.0254	31.91	241°	0.0121	38.35	301°	0.0400	27.97
2°	0.9876	0.11	62°	0.0395	28.06	122°	0.0105	39.56	182°	0.0262	31.63	242°	0.0125	38.09	302°	0.0394	28.09
3°	0.9723	0.24	63°	0.0388	28.22	123°	0.0098	40.14	183°	0.0269	31.41	243°	0.0127	37.90	303°	0.0384	28.32
4°	0.9512	0.43	64°	0.0378	28.44	124°	0.0091	40.84	184°	0.0274	31.24	244°	0.0130	37.75	304°	0.0369	28.66
5°	0.9245	0.68	65°	0.0367	28.70	125°	0.0082	41.67	185°	0.0278	31.13	245°	0.0131	37.66	305°	0.0349	29.14
6°	0.8927	0.99	66°	0.0354	29.02	126°	0.0073	42.68	186°	0.0279	31.08	246°	0.0132	37.61	306°	0.0324	29.78
7°	0.8563	1.35	67°	0.0340	29.37	127°	0.0064	43.90	187°	0.0279	31.08	247°	0.0132	37.61	307°	0.0293	30.65
8°	0.8156	1.77	68°	0.0325	29.76	128°	0.0054	45.42	188°	0.0277	31.15	248°	0.0131	37.64	308°	0.0257	31.80
9°	0.7713	2.26	69°	0.0310	30.18	129°	0.0043	47.34	189°	0.0273	31.27	249°	0.0130	37.71	309°	0.0215	33.37
10°	0.7239	2.81	70°	0.0294	30.64	130°	0.0032	49.91	190°	0.0267	31.47	250°	0.0129	37.80	310°	0.0166	35.58
11°	0.6741	3.43	71°	0.0278	31.12	131°	0.0021	53.67	191°	0.0259	31.73	251°	0.0127	37.93	311°	0.0112	38.98
12°	0.6225	4.12	72°	0.0262	31.63	132°	0.0009	60.55	192°	0.0249	32.06	252°	0.0125	38.08	312°	0.0053	45.50
13°	0.5697	4.89	73°	0.0247	32.16	133°	0.0002	74.36	193°	0.0238	32.47	253°	0.0122	38.25	313°	0.0011	58.95
14°	0.5163	5.74	74°	0.0231	32.71	134°	0.0013	57.70	194°	0.0225	32.97	254°	0.0120	38.44	314°	0.0080	41.94
15°	0.4630	6.69	75°	0.0217	33.28	135°	0.0024	52.46	195°	0.0210	33.56	255°	0.0117	38.65	315°	0.0152	36.34
16°	0.4104	7.74	76°	0.0203	33.85	136°	0.0034	49.35	196°	0.0194	34.25	256°	0.0114	38.87	316°	0.0227	32.87
17°	0.3589	8.90	77°	0.0190	34.44	137°	0.0044	47.19	197°	0.0177	35.05	257°	0.0111	39.09	317°	0.0304	30.35
18°	0.3090	10.20	78°	0.0177	35.02	138°	0.0053	45.59	198°	0.0159	35.99	258°	0.0108	39.32	318°	0.0380	28.40
19°	0.2613	11.66	79°	0.0166	35.61	139°	0.0060	44.39	199°	0.0140	37.09	259°	0.0105	39.55	319°	0.0455	26.83
20°	0.2161	13.31	80°	0.0155	36.19	140°	0.0067	43.48	200°	0.0120	38.38	260°	0.0103	39.77	320°	0.0527	25.56
21°	0.1737	15.20	81°	0.0145	36.76	141°	0.0072	42.80	201°	0.0101	39.92	261°	0.0100	39.98	321°	0.0594	24.53
22°	0.1344	17.43	82°	0.0136	37.31	142°	0.0076	42.34	202°	0.0081	41.79	262°	0.0098	40.17	322°	0.0653	23.71
23°	0.0985	20.13	83°	0.0128	37.84	143°	0.0079	42.06	203°	0.0062	44.14	263°	0.0096	40.34	323°	0.0702	23.07
24°	0.0659	23.62	84°	0.0121	38.33	144°	0.0080	41.97	204°	0.0043	47.26	264°	0.0095	40.48	324°	0.0739	22.63
25°	0.0369	28.65	85°	0.0115	38.79	145°	0.0079	42.07	205°	0.0025	51.94	265°	0.0093	40.58	325°	0.0761	22.37
26°	0.0115	38.80	86°	0.0109	39.21	146°	0.0076	42.37	206°	0.0008	61.73	266°	0.0093	40.65	326°	0.0766	22.31
27°	0.0104	39.63	87°	0.0105	39.58	147°	0.0072	42.90	207°	0.0008	62.20	267°	0.0093	40.66	327°	0.0751	22.48
28°	0.0289	30.78	88°	0.0101	39.90	148°	0.0065	43.71	208°	0.0022	52.99	268°	0.0093	40.62	328°	0.0714	22.93
29°	0.0441	27.12	89°	0.0098	40.17	149°	0.0057	44.87	209°	0.0036	48.97	269°	0.0094	40.53	329°	0.0651	23.73
30°	0.0561	25.03	90°	0.0096	40.38	150°	0.0047	46.52	210°	0.0047	46.52	270°	0.0096	40.38	330°	0.0561	25.03
31°	0.0651	23.73	91°	0.0094	40.53	151°	0.0036	48.97	211°	0.0057	44.87	271°	0.0098	40.17	331°	0.0441	27.12
32°	0.0714	22.93	92°	0.0093	40.62	152°	0.0022	52.99	212°	0.0065	43.71	272°	0.0101	39.90	332°	0.0289	30.78
33°	0.0751	22.48	93°	0.0093	40.66	153°	0.0008	62.20	213°	0.0072	42.90	273°	0.0105	39.58	333°	0.0104	39.63
34°	0.0766	22.31	94°	0.0093	40.65	154°	0.0008	61.73	214°	0.0076	42.37	274°	0.0109	39.21	334°	0.0115	38.80
35°	0.0761	22.37	95°	0.0093	40.58	155°	0.0025	51.94	215°	0.0079	42.07	275°	0.0115	38.79	335°	0.0369	28.65
36°	0.0739	22.63	96°	0.0095	40.48	156°	0.0043	47.26	216°	0.0080	41.97	276°	0.0121	38.33	336°	0.0659	23.62
37°	0.0702	23.07	97°	0.0096	40.34	157°	0.0062	44.14	217°	0.0079	42.06	277°	0.0128	37.84	337°	0.0985	20.13
38°	0.0653	23.71	98°	0.0098	40.17	158°	0.0081	41.79	218°	0.0076	42.34	278°	0.0136	37.31	338°	0.1344	17.43
39°	0.0594	24.53	99°	0.0100	39.98	159°	0.0101	39.92	219°	0.0072	42.80	279°	0.0145	36.76	339°	0.1737	15.20
40°	0.0527	25.56	100°	0.0103	39.77	160°	0.0120	38.38	220°	0.0067	43.48	280°	0.0155	36.19	340°	0.2161	13.31
41°	0.0455	26.83	101°	0.0105	39.55	161°	0.0140	37.09	221°	0.0060	44.39	281°	0.0166	35.61	341°	0.2613	11.66
42°	0.0380	28.40	102°	0.0108	39.32	162°	0.0159	35.99	222°	0.0053	45.59	282°	0.0177	35.02	342°	0.3090	10.20
43°	0.0304	30.35	103°	0.0111	39.09	163°	0.0177	35.05	223°	0.0044	47.19	283°	0.0190	34.44	343°	0.3589	8.90
44°	0.0227	32.87	104°	0.0114	38.87	164°	0.0194	34.25	224°	0.0034	49.35	284°	0.0203	33.85	344°	0.4104	7.74
45°	0.0152	36.34	105°	0.0117	38.65	165°	0.0210	33.56	225°	0.0024	52.46	285°	0.0217	33.28	345°	0.4630	6.69
46°	0.0080	41.94	106°	0.0120	38.44	166°	0.0225	32.97	226°	0.0013	57.70	286°	0.0231	32.71	346°	0.5163	5.74
47°	0.0011	58.95	107°	0.0122	38.25	167°	0.0238	32.47	227°	0.0002	74.36	287°	0.0247	32.16	347°	0.5697	4.89
48°	0.0053	45.50	108°	0.0125	38.08	168°	0.0249	32.06	228°	0.0009	60.55	288°	0.0262	31.63	348°	0.6225	4.12
49°	0.0112	38.98	109°	0.0127	37.93	169°	0.0259	31.73	229°	0.0021	53.67	289°	0.0278	31.12	349°	0.6741	3.43
50°	0.0166	35.58	110°	0.0129	37.80	170°	0.0267	31.47	230°	0.0032	49.91	290°	0.0294	30.64	350°	0.7239	2.81
51°	0.0215	33.37	111°	0.0130	37.71	171°	0.0273	31.27	231°	0.0043	47.34	291°	0.0310	30.18	351°	0.7713	2.26
52°	0.0257	31.80	112°	0.0131	37.64	172°	0.0277	31.15	232°	0.0054	45.42	292°	0.0325	29.76	352°	0.8156	1.77
53°	0.0293	30.65	113°	0.0132	37.61	173°	0.0279	31.08	233°	0.0064	43.90	293°	0.0340	29.37	353°	0.8563	1.35
54°	0.0324	29.78	114°	0.0132	37.61	174°	0.0279	31.08	234°	0.0073	42.68	294°	0.0354	29.02	354°	0.8927	0.99
55°	0.0349	29.14	115°	0.0131	37.66	175°	0.0278	31.13	235°	0.0082	41.67	295°	0.0367	28.70	355°	0.9245	0.68
56°	0.0369	28.66	116°	0.0130	37.75	176°	0.0274	31.24	236°	0.0091	40.84	296°	0.0378	28.44	356°	0.9512	0.43
57°	0.0384	28.32	117°	0.0127	37.90	177°	0.0269	31.41	237°	0.0098	40.14	297°	0.0388	28.22	357°	0.9723	0.24
58°	0.0394	28.09	118°	0.0125	38.09	178°	0.0262	31.63	238°	0.0105	39.56	298°	0.0395	28.06	358°	0.9876	0.11
59°	0.0400	27.97	119°	0.0121	38.35	179°	0.0254	31.91	239°	0.0111	39.07	299°	0.0400	27.96	359°	0.9969	0.03

Bearing	Fase equivalente	Ganho estimado	HPBW H
-60°	-70.75°	14.89 dBi	38.00°
-30°	-31.50°	18.06 dBi	23.80°
+0°	+0.00°	19.00 dBi	20.70°
+30°	+31.50°	18.06 dBi	23.80°
+60°	+70.75°	14.89 dBi	38.00°

Beam tilt programável

Diagramas de elevação



Parâmetros da configuração

TILT -12°
18.9 dBi / 21.2°

TILT -6°
19.0 dBi / 20.9°

TILT +0°
19.0 dBi / 20.7°

TILT +6°
19.0 dBi / 20.9°

TILT +12°
18.9 dBi / 21.2°

Convenção: tilt positivo corresponde a downtilt, ou seja, deslocamento do lóbulos principal abaixo do horizonte mecânico. Tilt negativo corresponde a uptilt.

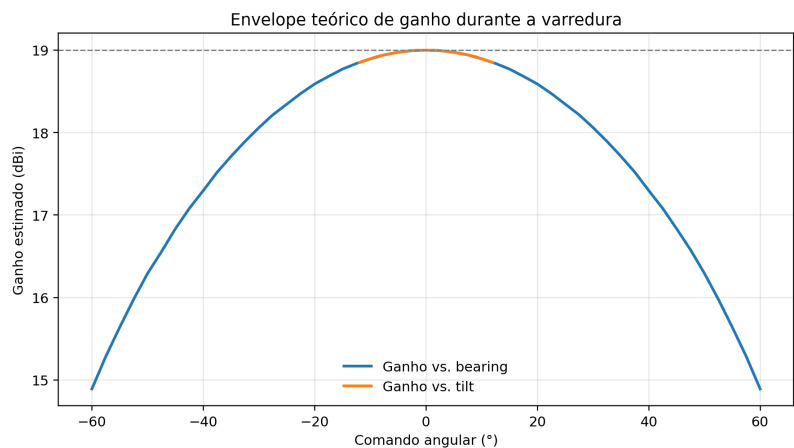


Tabela nominal de elevação - tilt 0°

Tabela completa - Elevação

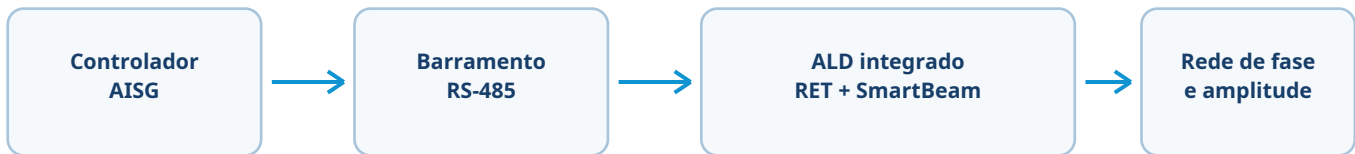
Angulo	E/Emax	Aten. dB	Angulo	E/Emax	Aten. dB	Angulo	E/Emax	Aten. dB	Angulo	E/Emax	Aten. dB
-90°	0.0096	40.38	-44°	0.0227	32.87	2°	0.9876	0.11	48°	0.0053	45.50
-89°	0.0098	40.17	-43°	0.0304	30.35	3°	0.9723	0.24	49°	0.0112	38.98
-88°	0.0101	39.90	-42°	0.0380	28.40	4°	0.9512	0.43	50°	0.0166	35.58
-87°	0.0105	39.58	-41°	0.0455	26.83	5°	0.9245	0.68	51°	0.0215	33.37
-86°	0.0109	39.21	-40°	0.0527	25.56	6°	0.8927	0.99	52°	0.0257	31.80
-85°	0.0115	38.79	-39°	0.0594	24.53	7°	0.8563	1.35	53°	0.0293	30.65
-84°	0.0121	38.33	-38°	0.0653	23.71	8°	0.8156	1.77	54°	0.0324	29.78
-83°	0.0128	37.84	-37°	0.0702	23.07	9°	0.7713	2.26	55°	0.0349	29.14
-82°	0.0136	37.31	-36°	0.0739	22.63	10°	0.7239	2.81	56°	0.0369	28.66
-81°	0.0145	36.76	-35°	0.0761	22.37	11°	0.6741	3.43	57°	0.0384	28.32
-80°	0.0155	36.19	-34°	0.0766	22.31	12°	0.6225	4.12	58°	0.0394	28.09
-79°	0.0166	35.61	-33°	0.0751	22.48	13°	0.5697	4.89	59°	0.0400	27.97
-78°	0.0177	35.02	-32°	0.0714	22.93	14°	0.5163	5.74	60°	0.0402	27.92
-77°	0.0190	34.44	-31°	0.0651	23.73	15°	0.4630	6.69	61°	0.0400	27.96
-76°	0.0203	33.85	-30°	0.0561	25.03	16°	0.4104	7.74	62°	0.0395	28.06
-75°	0.0217	33.28	-29°	0.0441	27.12	17°	0.3589	8.90	63°	0.0388	28.22
-74°	0.0231	32.71	-28°	0.0289	30.78	18°	0.3090	10.20	64°	0.0378	28.44
-73°	0.0247	32.16	-27°	0.0104	39.63	19°	0.2613	11.66	65°	0.0367	28.70
-72°	0.0262	31.63	-26°	0.0115	38.80	20°	0.2161	13.31	66°	0.0354	29.02
-71°	0.0278	31.12	-25°	0.0369	28.65	21°	0.1737	15.20	67°	0.0340	29.37
-70°	0.0294	30.64	-24°	0.0659	23.62	22°	0.1344	17.43	68°	0.0325	29.76
-69°	0.0310	30.18	-23°	0.0985	20.13	23°	0.0985	20.13	69°	0.0310	30.18
-68°	0.0325	29.76	-22°	0.1344	17.43	24°	0.0659	23.62	70°	0.0294	30.64
-67°	0.0340	29.37	-21°	0.1737	15.20	25°	0.0369	28.65	71°	0.0278	31.12
-66°	0.0354	29.02	-20°	0.2161	13.31	26°	0.0115	38.80	72°	0.0262	31.63
-65°	0.0367	28.70	-19°	0.2613	11.66	27°	0.0104	39.63	73°	0.0247	32.16
-64°	0.0378	28.44	-18°	0.3090	10.20	28°	0.0289	30.78	74°	0.0231	32.71
-63°	0.0388	28.22	-17°	0.3589	8.90	29°	0.0441	27.12	75°	0.0217	33.28
-62°	0.0395	28.06	-16°	0.4104	7.74	30°	0.0561	25.03	76°	0.0203	33.85
-61°	0.0400	27.96	-15°	0.4630	6.69	31°	0.0651	23.73	77°	0.0190	34.44
-60°	0.0402	27.92	-14°	0.5163	5.74	32°	0.0714	22.93	78°	0.0177	35.02
-59°	0.0400	27.97	-13°	0.5697	4.89	33°	0.0751	22.48	79°	0.0166	35.61
-58°	0.0394	28.09	-12°	0.6225	4.12	34°	0.0766	22.31	80°	0.0155	36.19
-57°	0.0384	28.32	-11°	0.6741	3.43	35°	0.0761	22.37	81°	0.0145	36.76
-56°	0.0369	28.66	-10°	0.7239	2.81	36°	0.0739	22.63	82°	0.0136	37.31
-55°	0.0349	29.14	-9°	0.7713	2.26	37°	0.0702	23.07	83°	0.0128	37.84
-54°	0.0324	29.78	-8°	0.8156	1.77	38°	0.0653	23.71	84°	0.0121	38.33
-53°	0.0293	30.65	-7°	0.8563	1.35	39°	0.0594	24.53	85°	0.0115	38.79
-52°	0.0257	31.80	-6°	0.8927	0.99	40°	0.0527	25.56	86°	0.0109	39.21
-51°	0.0215	33.37	-5°	0.9245	0.68	41°	0.0455	26.83	87°	0.0105	39.58
-50°	0.0166	35.58	-4°	0.9512	0.43	42°	0.0380	28.40	88°	0.0101	39.90
-49°	0.0112	38.98	-3°	0.9723	0.24	43°	0.0304	30.35	89°	0.0098	40.17
-48°	0.0053	45.50	-2°	0.9876	0.11	44°	0.0227	32.87	90°	0.0096	40.38
-47°	0.0011	58.95	-1°	0.9969	0.03	45°	0.0152	36.34			
-46°	0.0080	41.94	0°	1.0000	-0.00	46°	0.0080	41.94			
-45°	0.0152	36.34	1°	0.9969	0.03	47°	0.0011	58.95			

Tilt	Fase equivalente	Ganho estimado	HPBW V
-12°	-12.50°	18.85 dBi	21.15°
-6°	-6.25°	18.96 dBi	20.85°
+0°	+0.00°	19.00 dBi	20.70°
+6°	+6.25°	18.96 dBi	20.85°
+12°	+12.50°	18.85 dBi	21.15°

Observações de aplicação

A combinação simultânea dos extremos de bearing e tilt deve ser limitada pelo controlador quando o ganho mínimo, a relação frente-costas ou a potência dissipada ultrapassarem os limites definidos na calibração de produção. O firmware deve disponibilizar uma máscara de estados válidos e retornar erro para comandos fora do envelope.

Arquitetura de controle



Comandos funcionais previstos

Função	Comportamento
Configuração RET	Ler limites, definir tilt, consultar posição e estado
Bearing SmartBeam	Definir offset horizontal dentro do envelope autorizado
Presets	Salvar e chamar combinações de bearing e tilt
Calibração	Aplicar tabela de correção de fase por frequência e temperatura
Monitoramento	Tensão, temperatura, comunicação e estado de posicionamento
Proteção	Rejeitar comandos fora do envelope e retornar código de falha
Inventário	UniqueID, modelo, número de série, versão de hardware e firmware

Conformidade e referências

1. AISG Base Standard v3.0.6.2 - interface entre o controlador primário e dispositivos de linha de antena, incluindo RS-485, alimentação e comportamento comum.
2. AISG-ST-RET vRET3.1.6.2 - comportamento funcional da subunidade Remote Electrical Tilt.
3. AISG-ES-RAS v2.2.0 - conceitos de azimuth bearing e azimuth offset usados como referência semântica para o controle horizontal.

DECLARAÇÃO DE MATURIDADE DO PRODUTO

Este datasheet define um conceito técnico e metas de desenvolvimento. A expressão "AISG 3.0" indica a interface de controle pretendida, mas não constitui certificação. A conformidade final requer implementação completa dos requisitos aplicáveis, testes elétricos, testes de protocolo, ensaios ambientais, validação de RF e interoperabilidade com o controlador-alvo.