

MARINHA DO BRASIL  
SERVIÇO DE SELEÇÃO DO PESSOAL DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA  
MARINHA (CP-CEM/2022)

**ENGENHARIA ELÉTRICA**

**INSTRUÇÕES GERAIS**

- 1- A duração da prova será de **05 horas** e o tempo não será prorrogado. Ao término da prova, entregue o caderno ao Fiscal sem retirar os grampos de nenhuma folha.
- 2- Responda às questões utilizando caneta esferográfica azul ou preta. Não serão consideradas respostas e desenvolvimento da questão a lápis. Confira o número de páginas de cada parte da prova.
- 3- Só comece a responder à prova ao ser dada a ordem para iniciá-la, interrompendo a sua execução no momento em que for determinado.
- 4- O candidato deverá preencher os campos:  
- NOME DO CANDIDATO; NÚMERO DA INSCRIÇÃO e DV.
- 5- Iniciada a prova, não haverá mais esclarecimentos. O candidato somente poderá deixar o seu lugar, devidamente autorizado pelo Supervisor/Fiscal, para se retirar definitivamente do recinto de prova ou, nos casos a seguir especificados, devidamente acompanhado por militar designado para esse fim: atendimento médico por pessoal designado pela Marinha do Brasil; fazer uso de banheiro e casos de força maior, comprovados pela supervisão do certame, sem que aconteça saída da área circunscrita para a realização da prova.  
Em nenhum dos casos haverá prorrogação do tempo destinado à realização da prova e, em caso de retirada definitiva do recinto de prova, esta será corrigida até onde foi solucionada.
- 6- A solução deve ser apresentada nas páginas destinadas a cada questão.
- 7- Não é permitida a consulta a livros ou apontamentos.
- 8- A prova não poderá conter qualquer marca identificadora ou assinatura, o que implicará atribuição de nota zero.
- 9- Será eliminado sumariamente do concurso e as suas provas não serão levadas em consideração o candidato que:
  - a) der ou receber auxílio para a execução de qualquer prova;
  - b) utilizar-se de qualquer material não autorizado;
  - c) desrespeitar qualquer prescrição relativa à execução das provas;
  - d) escrever o nome ou introduzir marcas identificadoras noutro lugar que não o determinado para esse fim; e
  - e) cometer ato grave de indisciplina.
- 10- É PERMITIDA A UTILIZAÇÃO DE CALCULADORA PADRÃO NÃO CIENTÍFICA.

**NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR**

RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA			USO DO SSPM
	000 A 080				

CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS	CONCURSO: CP-CEM/2022				
	NOME DO CANDIDATO:				
	Nº DA INSCRIÇÃO		DV	ESCALA DE	NOTA
			000 A 080		

**CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)**

**1ª QUESTÃO (8 pontos)**

Um transformador monofásico tem os seguintes dados construtivos:

Lado 1: Número de espiras  $N_1 = 325$

Lado 2: Número de espiras  $N_2 = 18$

O referido transformador foi submetido a ensaios em vazio e em curto circuito, na frequência de 60 Hz, conforme as recomendações das normas vigentes. Os resultados são apresentados abaixo:

Ensaio em vazio Realizado pelo Lado 2		Ensaio em curto circuito Realizado pelo Lado 1	
$V_o =$	440 V	$V_{cc} =$	440 V
$I_o =$	190 A	$I_{cc} =$	316 A
$W_o =$	17,5 kW	$W_{cc} =$	25,0 kW

Sendo assim, de acordo com os dados apresentados, faça o que se pede nos itens abaixo.

- a) Determine as tensões nominais do referido transformador bem como sua relação de transformação. Justifique. (2 pontos)
- b) Determine as correntes nominais do transformador bem como sua potência aparente nominal. (2 pontos)
- c) Calcule a impedância série equivalente complexa do transformador, em valor porcentual. (2 pontos)
- d) Sabendo que três transformadores idênticos aos do enunciado formarão um banco trifásico abaixador de tensão, com conexão  $Yd11$ , determine a potência nominal, as tensões de linha nominais do banco formado e a defasagem introduzida por tal ligação. (2 pontos)

Continuação da 1ª questão

Continuação da 1ª questão

## 2ª QUESTÃO (8 pontos)

Um turbo - gerador de 4 polos, 6 MVA - 6,6 kV - 60 Hz -  $\cos\phi = 0,9$  tem disponíveis alguns resultados de teste, a saber:

corrente de excitação = 80 Acc, requerida para gerar a tensão nominal em vazio, *acionado a 1800 RPM*; e

corrente de excitação = 50 Acc, requerida para produzir uma corrente de curto circuito trifásico de 400 A, *acionado a 1500 RPM*.

Sendo assim, de acordo com os dados apresentados, faça o que se pede nos itens a seguir.

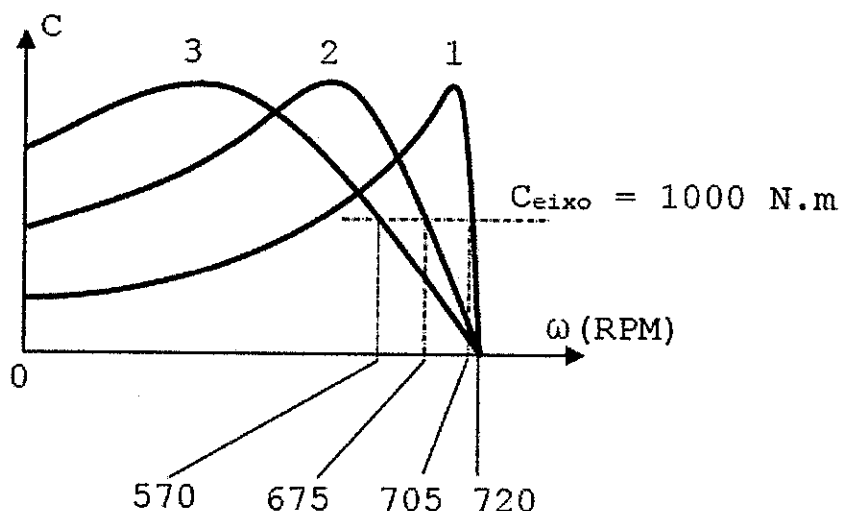
- a) Determine a reatância síncrona da máquina, em valor por unidade (p.u.). Justifique o procedimento adequadamente. (2 pontos)
- b) Determine a corrente de excitação necessária para a máquina operar conectada ao sistema elétrico, fornecendo carga nominal com rede indutiva. (3 pontos)
- c) Desenhe o diagrama fasorial da máquina síncrona para a condição nominal e calcule o valor aproximado do ângulo de carga da máquina. (2 pontos)
- d) Determine a corrente de curto circuito permanente, para falha trifásica nos terminais da máquina, a partir da condição de carga nominal. (1 ponto)

Continuação da 2ª questão

Continuação da 2ª questão

### 3ª QUESTÃO (8 pontos)

Um motor assíncrono trifásico, de rotor bobinado, é alimentado em 380 V - 60 Hz. As suas curvas características são mostradas na figura abaixo. O torque da carga no eixo é constante e igual a 1000 N.m.



Sendo assim, de acordo com os dados apresentados, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Determine o número de polos desse motor. (1 ponto)
- Calcule o escorregamento no ponto de operação da curva característica "1". (1 ponto)
- Considerando o valor da resistência rotórica da curva "1" igual a " $R_1$ ", determine os valores das resistências externas inseridas no rotor para as curvas "2" e "3". Justifique. (2 pontos)
- Para a curva "3", calcule a potência mecânica desenvolvida no eixo, a potência transferida ao rotor e a perda Joule dissipada na resistência rotórica. (2 pontos)
- Considerando o valor da resistência rotórica da curva "1" igual a " $R_1$ ", determine o valor da resistência externa a ser inserida no rotor, para que o torque desenvolvido no eixo, de 1000 N.m, se manifeste na condição de partida do motor. (2 pontos)



Continuação da 3ª questão

Continuação da 3ª questão

#### 4ª QUESTÃO (8 pontos)

Duas barras de cobre paralelas, com diâmetro 25mm e comprimento 10m, afastadas entre si de 20cm, conduzem alimentação para uma célula de eletrólise, a partir de um retificador com tensão nominal 100Vcc, e a corrente nominal de operação do sistema é de 2,5 kA.

Dados:

resistência interna do retificador = 1200  $\mu\Omega$ ;

resistividade do cobre =  $1,72 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ ; e

permeabilidade magnética do vácuo =  $4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$  H/m

Sendo assim, de acordo com os dados apresentados, faça o que se pede nos itens a seguir.

- a) Determine a densidade de corrente em  $A/mm^2$  e as perdas por condução nas barras, na condição de operação normal. (1 ponto)
- b) Determine a corrente de curto circuito resultante, no caso de falha interna na célula de eletrólise. (1 ponto)
- c) Determine a força mecânica por metro de comprimento, que solicita as barras de cobre no curto circuito e indique se essa força provoca atração ou repulsão entre as barras. (3 pontos)
- d) Calcule a magnitude do campo magnético resultante num ponto localizado no plano das barras, na posição central entre as mesmas, quando da ocorrência do curto circuito. (3 pontos)

Continuação da 4ª questão

Continuação da 4ª questão

### 5ª QUESTÃO (8 pontos)

Um motor universal utilizado para o acionamento de uma furadeira manual de duas velocidades tem os seguintes dados:

tensão da linha de alimentação: 110Vac - 60 Hz;

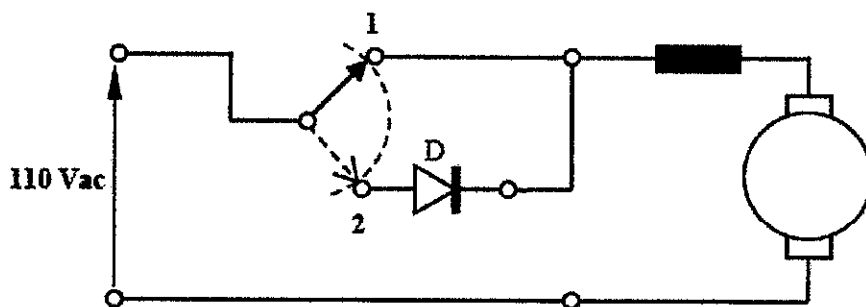
fator de potência do motor: 0,8 indutivo;

torque nominal do motor: 0,38 N.m;

constante de torque: 0,127 N.m/A e

impedância de armadura e campo:  $(5 + j.20)\Omega$ .

A comutação da velocidade é feita por meio de uma chave que insere ou retira um retificador monofásico de meia onda, constituído de um único diodo D, conforme a figura.



Sendo assim, de acordo com os dados apresentados, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Esboce a forma de onda da tensão nos terminais do motor, com a chave na posição 2. (2 pontos)
- Determine o valor médio da tensão retificada resultante sobre o motor, com a chave na posição 2. (2 pontos)
- Determine a rotação do motor, em RPM, com a chave na posição 2. (2 pontos)
- Determine a rotação do motor, em RPM, com a chave na posição 1. (2 pontos)

Continuação da 5ª questão

Continuação da 5ª questão



Continuação da 5ª questão

**6ª QUESTÃO (8 pontos)**

Um ramal de ligação alimenta uma residência com 3 condutores, sendo 2 de fase e um de neutro do centro do enrolamento do secundário do transformador da rede elétrica.

As tensões são as seguintes:

$$V_{ab} = 220/\underline{0^\circ} \text{ V}, V_{an} = 110/\underline{0^\circ} \text{ V e } V_{bn} = 110/\underline{180^\circ} \text{ V}$$

As cargas da casa são resistivas com os seguintes valores

$$P_{ab} = 4400 \text{ W}, P_{an} = 2200 \text{ W e } P_{bn} = 2200 \text{ W}$$

Sendo assim, determine:

- as correntes nas cargas monofásicas; (2 pontos)
- a corrente na carga bifásica; (2 pontos)
- as correntes totais no ramal de ligação nos 3 condutores (2 fase e o neutro), considerando que as cargas são simultâneas; e (2 pontos)
- determine a bitola dos condutores dos circuitos bifásicos e monofásicos, a partir da tabela de capacidade de corrente da NBR5410 apresentada abaixo, considerando fator de agrupamento 0,8 e fator de correção térmica igual 1 e modo de instalação B2 .(2 pontos).

**Tabela 36 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D**

Condutores: cobre e alumínio  
 Isolação: PVC  
 Temperatura no condutor: 70°C  
 Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52

Tabela 2 - Reprodução parcial da Tabela 36 da NBR 5410:2004.

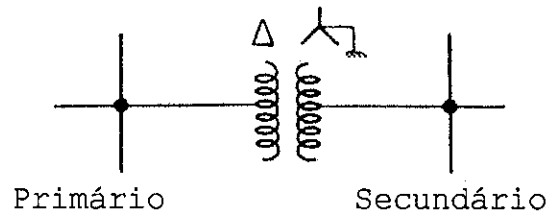
Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2022

**7ª QUESTÃO (8 pontos)**

Dado um transformador trifásico de 10 MVA, de 138 para 13,8 kV, ligado em delta no primário e estrela aterrada no secundário, conforme o diagrama a seguir, com as seguintes impedâncias em valores pu de:



Dados:

$$z_+ = z_- = 5\%; \text{ e } z_0 = 10\%$$

Para um curto monofásico na fase A no secundário.

Sendo assim, de acordo com os dados apresentados, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Desenhe os circuitos de componentes simétricas; (2 pontos)
- Desenhe a associação dos circuitos para o curto monofásico da fase A no secundário. (2 pontos)
- Calcule as correntes de curto-circuito das componentes simétricas em valores pu no secundário; (2 pontos)
- Calcule as correntes em valores pu das componentes simétricas no primário. (2 pontos)

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2022

**8ª QUESTÃO (8 pontos)**

Dado um motor trifásico de indução com 30 CV, em 440 V, fator de potência 0,85 e rendimento 0,9, determine:

Dado: 1 CV = 746 W

- a) a corrente nominal do motor; (2 pontos)
- b) a potência ativa e reativa nominais do motor; e (2 pontos)
- c) a bitola do cabo, pelo critério de corrente e o de tensão, utilizando a tabela a seguir, para uma queda máxima de tensão de 2% para um cabo de 100 m de cobre, com cobertura de XLPE unipolares instalados no modo F em trifólio, com temperatura ambiente de 30° C e fator de agrupamento 1,0. (4 pontos)

**Tabela 39 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F e G**  
**Condutores: cobre e alumínio**  
**Isolação: EPR ou XLPE**  
**Temperatura no condutor: 90°C**  
**Temperatura ambiente de referência: 30°C**

Seções nominais dos condutores mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares <sup>1)</sup>				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<b>Cobre</b>							
0,5	13	12	13	10	10	15	12
0,75	17	15	17	13	14	19	16
1	21	18	21	16	17	23	19
1,5	26	23	27	21	22	30	25
2,5	36	32	37	29	30	41	35
4	49	42	50	40	42	56	48
6	63	54	65	53	55	73	63
10	86	75	90	74	77	101	88

Tabela 5 - Reprodução parcial da Tabela 39 da NBR 5410:2004.

Continuação da 8ª questão

Tabela 2.26 -- Queda de tensão unitária, em Volts/Ampère\*km, condutores com isolamento EPR.





Seção Nominal (mm <sup>2</sup> )	Cabos unipolares				Cabos Tripolares Cabos Quadripolares	
						
	FP = 0,80	FP = 0,90	FP = 0,80	FP = 0,90	FP = 0,80	FP = 0,90
1,5	21,54	24,16	21,52	24,15	21,49	24,12
2,5	13,25	14,84	13,23	14,82	13,20	14,80
4	8,30	9,27	8,28	9,26	8,26	9,23
6	5,59	6,22	5,57	6,21	5,55	6,20
10	3,38	3,74	3,36	3,72	3,33	3,71
16	2,17	2,38	2,15	2,37	2,13	2,35
25	1,42	1,54	1,40	1,53	1,38	1,51

Tabela reproduzida da norma NBR5410

Continuação da 8ª questão

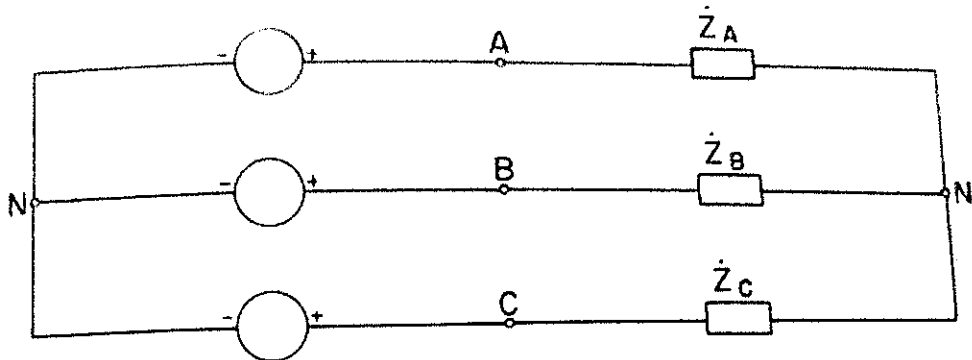
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2022



9ª QUESTÃO (8 pontos)

Dada uma carga trifásica desequilibrada ligada em estrela, conforme o diagrama a seguir, determine:



Dados:

$V_{an} = 127/\underline{0^\circ}$  V - sequência positiva;

$Z_{an'} = 10 \Omega$ ;

$Z_{bn'} = 10 \Omega$ ; e

$Z_{cn'} = 5 \Omega$ .

a) o valor de  $V_{N'N}$ ; (2 pontos)

b) as correntes  $I_A$ ,  $I_B$  e  $I_C$ ; e (3 pontos)

c) as potências ativas, reativas e aparentes  $I_A$ ,  $I_B$  e  $I_C$  por fase.  
(3 pontos)

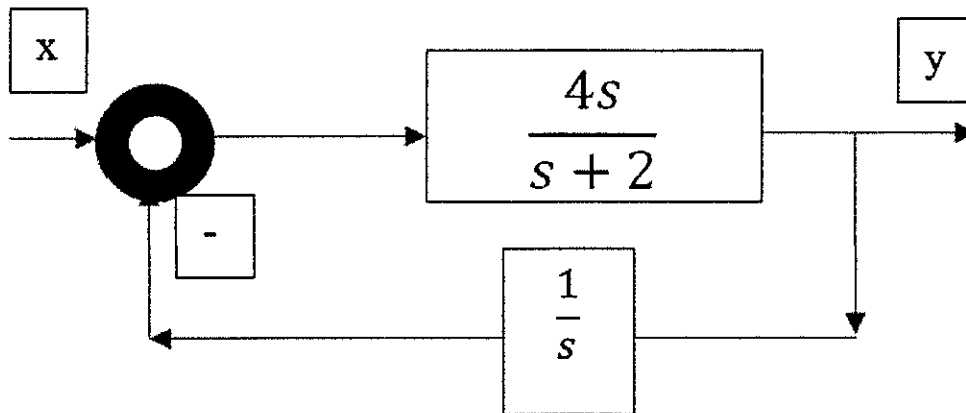
Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2022

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Dado o diagrama a seguir da função de transferência, determine:



- a) a função de transferência; (4 pontos)
- b) os polos e zeros; (1 ponto)
- c) se o sistema é estável; e (1 ponto)
- d) a resposta para um degrau unitário. (2 pontos)

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2022

TABELA SENO COSSENO E TANGENTE

Ângulo	Sen	Cos	Tg	Ângulo	Sen	Cos	Tg
1°	0,0175	0,9998	0,0175	46°	0,7193	0,6947	1,0355
2°	0,0349	0,9994	0,0349	47°	0,7314	0,682	1,0724
3°	0,0523	0,9986	0,0524	48°	0,7431	0,6691	1,1106
4°	0,0698	0,9976	0,0699	49°	0,7547	0,6561	1,1504
5°	0,0872	0,9962	0,0875	50°	0,766	0,6428	1,1918
6°	0,1045	0,9945	0,1051	51°	0,7771	0,6293	1,2349
7°	0,1219	0,9925	0,1228	52°	0,788	0,6157	1,2799
8°	0,1392	0,9903	0,1405	53°	0,7986	0,6018	1,327
9°	0,1564	0,9877	0,1584	54°	0,809	0,5878	1,3764
10°	0,1736	0,9848	0,1763	55°	0,8192	0,5736	1,4281
11°	0,1908	0,9816	0,1944	56°	0,829	0,5592	1,4826
12°	0,2079	0,9781	0,2126	57°	0,8387	0,5446	1,5399
13°	0,225	0,9744	0,2309	58°	0,848	0,5299	1,6003
14°	0,2419	0,9703	0,2493	59°	0,8572	0,515	1,6643
15°	0,2588	0,9659	0,2679	60°	0,866	0,5	1,7321
16°	0,2756	0,9613	0,2867	61°	0,8746	0,4848	1,804
17°	0,2924	0,9563	0,3057	62°	0,8829	0,4695	1,8807
18°	0,309	0,9511	0,3249	63°	0,891	0,454	1,9626
19°	0,3256	0,9455	0,3443	64°	0,8988	0,4384	2,0503
20°	0,342	0,9397	0,364	65°	0,9063	0,4226	2,1445
21°	0,3584	0,9336	0,3839	66°	0,9135	0,4067	2,246
22°	0,3746	0,9272	0,404	67°	0,9205	0,3907	2,3559
23°	0,3907	0,9205	0,4245	68°	0,9272	0,3746	2,4751
24°	0,4067	0,9135	0,4452	69°	0,9336	0,3584	2,6051
25°	0,4226	0,9063	0,4663	70°	0,9397	0,342	2,7475
26°	0,4384	0,8988	0,4877	71°	0,9455	0,3256	2,9042
27°	0,454	0,891	0,5095	72°	0,9511	0,309	3,0777
28°	0,4695	0,8829	0,5317	73°	0,9563	0,2924	3,2709
29°	0,4848	0,8746	0,5543	74°	0,9613	0,2756	3,4874
30°	0,5	0,866	0,5774	75°	0,9659	0,2588	3,7321
31°	0,515	0,8572	0,6009	76°	0,9703	0,2419	4,0108
32°	0,5299	0,848	0,6249	77°	0,9744	0,225	4,3315
33°	0,5446	0,8387	0,6494	78°	0,9781	0,2079	4,7046
34°	0,5592	0,829	0,6745	79°	0,9816	0,1908	5,1446
35°	0,5736	0,8192	0,7002	80°	0,9848	0,1736	5,6713
36°	0,5878	0,809	0,7265	81°	0,9877	0,1564	6,3138
37°	0,6018	0,7986	0,7536	82°	0,9903	0,1392	7,1154
38°	0,6157	0,788	0,7813	83°	0,9925	0,1219	8,1443
39°	0,6293	0,7771	0,8098	84°	0,9945	0,1045	9,5144
40°	0,6428	0,766	0,8391	85°	0,9962	0,0872	11,4301
41°	0,6561	0,7547	0,8693	86°	0,9976	0,0698	14,3007
42°	0,6691	0,7431	0,9004	87°	0,9986	0,0523	19,0811
43°	0,682	0,7314	0,9325	88°	0,9994	0,0349	28,6363
44°	0,6947	0,7193	0,9657	89°	0,9998	0,0175	57,29
45°	0,7071	0,7071	1	90°	1	0	-











