

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA  
MARINHA (CP-CEM/2017)

**ENGENHARIA ELÉTRICA**

**PROVA ESCRITA DISCURSIVA  
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. Respostas e desenvolvimentos a lápis não serão considerados. 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 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 a 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- ESTÁ AUTORIZADA A UTILIZAÇÃO CALCULADORA PADRÃO NÃO CIENTÍFICA.

**NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR**

<b>RUBRICA DO PROFESSOR</b>	<b>ESCALA DE</b>	<b>NOTA</b>	<b>USODA DE nsM</b>
	<b>000 A 080</b>		

CAMPOS PREENCHIDOS  
PELOS CANDIDATOS

CONCURSO: CP-CEM/2017  
NOME DO CANDIDATO:

<b>Nº DA INSCRIÇÃO</b>	<b>DV</b>	<b>ESCALA DE</b>	<b>NOTA</b>	<b>USODA DE nsM</b>
		<b>000 A 080</b>		

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

As características fundamentais de uma máquina síncrona podem ser determinadas por um par de ensaios, um feito com os terminais de armadura a vazio (em circuito aberto), e o outro com os terminais de armadura em curto-circuito. As medidas apresentadas na tabela a seguir foram obtidas dos resultados de ensaios a vazio e em curto-circuito realizados em um turbogerador trifásico ligado em Y, de quatro polos, 18,74 MVA, 13,8 kV e 60 Hz, operando com velocidade síncrona.

Característica a Vazio					
Corrente de Campo (A)	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Tensão de Linha (kV)	11,9	13,8	16,0	16,9	17,9
Tensão na Linha de Entreferro (kV)	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5

Característica de Curto-Circuito					
Corrente de Campo (A)	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Corrente de Armadura (A)	490	588	686	784	882

Sendo assim, calcule:

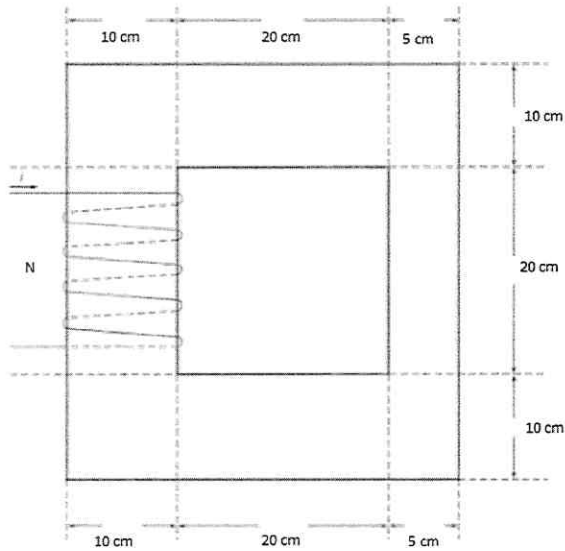
- a) a relação de curto-circuito (RCC). (2 pontos)
- b) o valor da reatância síncrona saturada em pu (por unidade) e em ohms por fase. (3 pontos)
- c) o valor da reatância síncrona não saturada em pu (por unidade) e em ohms por fase. (3 pontos)

Continuação da 1ª questão

Continuação da 1ª questão

## 2ª QUESTÃO (8 pontos)

Analise a figura a seguir.



O núcleo de material ferromagnético mostrado na figura acima possui três lados com a mesma largura, e o quarto lado apresenta uma largura menor. A profundidade de todos os lados que compõem o núcleo é igual a 5 cm. As demais dimensões do núcleo são mostradas na figura.

Considere que uma bobina de 100 espiras esteja enrolada no lado esquerdo do núcleo, e que o valor da permeabilidade relativa do material magnético do núcleo seja  $\mu_r = 2000$ . Sendo assim, faça o que se pede.

- Desenhe o circuito magnético desse núcleo. (2 pontos)
- Calcule a força magnetomotriz total que será produzida por uma corrente elétrica de 1,0 A. (1 ponto)
- Calcule a relutância do circuito magnético desse núcleo. (3 pontos)
- Calcule o fluxo total no núcleo ferromagnético, que será produzido por uma corrente elétrica de 1,0 A. (2 pontos)

Dado: Permeabilidade do Vácuo:  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  H/m

Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2017

Continuação da 2ª questão

### 3ª QUESTÃO (8 pontos)

Um motor de indução trifásico possui 4 polos, rotor em gaiola de esquilo, velocidade nominal de 1770 rpm, potência no eixo do rotor de 120,0 kW e tensão nominal de 380 V / 60 Hz.

Ensaio realizado nesse motor permitiram a determinação do seguinte conjunto de perdas:

- Perdas no cobre do estator: 3,0 kW
- Perdas no núcleo: 1,7 kW
- Perdas nas barras do rotor: 6,0 kW
- Perdas mecânicas por atrito e ventilação: 2,0 kW

A partir das características nominais e dos resultados de ensaios informados, determine:

- a) o escorregamento nominal. (2 pontos)
- b) o conjugado nominal do motor. (2 pontos)
- c) a potência ativa nos terminais do motor. (2 pontos)
- d) o rendimento do motor. (2 pontos)



Continuação da 3ª questão

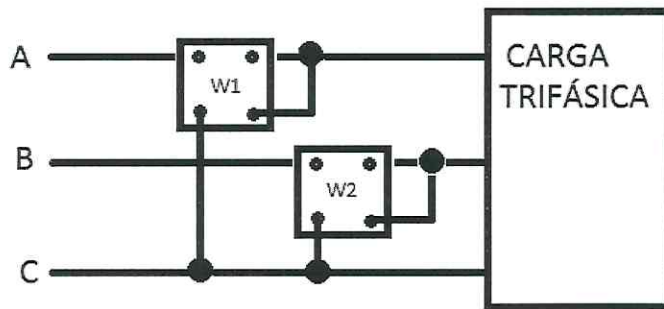
Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2017

#### 4ª QUESTÃO (8 pontos)

Analise a figura a seguir.



A figura acima apresenta um circuito trifásico a três fios, equilibrado, com tensão entre fases  $V = 380 \text{ V}$ . Os dois wattímetros utilizados nas fases A e B indicaram as potências  $W1 = 3800 \text{ W}$  e  $W2 = 1900 \text{ W}$ , respectivamente. Sendo assim, faça o que se pede.

- Determine o valor da potência ativa da carga. (2 pontos)
- Determine o valor do fator de potência da carga. (3 pontos)
- Considerando as combinações possíveis de um circuito trifásico: três fios equilibrado, três fios desequilibrado, quatro fios equilibrado e quatro fios desequilibrado, determine em qual(is) combinação(ões) a medição da potência ativa da carga NÃO pode ser feita com o uso de dois wattímetros. (3 pontos)

Continuação da 4ª questão

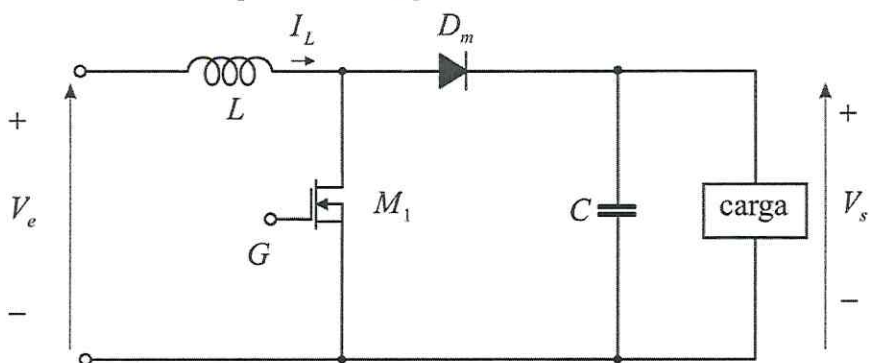
Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2017

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Analise a figura a seguir.



Considere o conversor estático CC/CC esquematizado na figura acima, com  $V_e = 12 \text{ V}$ ,  $L = 1 \text{ mH}$ ,  $C = 1 \text{ mF}$ , frequência de chaveamento de  $f = 10 \text{ kHz}$  e ciclo de trabalho de 50%. Sendo assim, responda às questões a seguir.

- Como é chamado esse tipo de conversor? (1 ponto)
- Qual o valor da tensão de saída,  $V_s$ ? (3 pontos)
- Qual o valor da ondulação de pico a pico da corrente do indutor? (4 pontos)

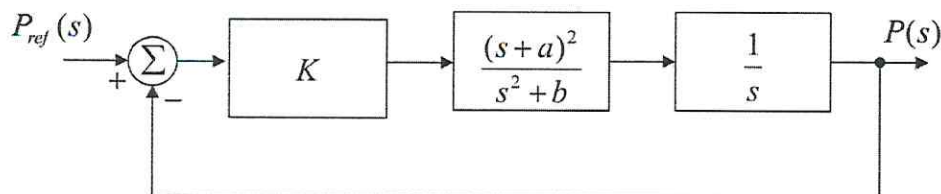
Continuação da 5ª questão

Continuação da 5ª questão



### 6ª QUESTÃO (8 pontos)

Analise a figura a seguir.



Com base na figura acima e sabendo que  $a = 1$  e  $b = 0,09$ , faça o que se pede.

- Determine para quais valores de ganho  $K$  o sistema em malha fechada é estável. (3 pontos)
- Calcule o erro estacionário do sistema a uma excitação em degrau unitário. Considere  $K = 2$ . (2 pontos)
- Calcule o coeficiente de erro estático de velocidade  $K_v$ . Considere  $K = 9$ . (3 pontos)

Continuação da 6ª questão

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2017

**7ª QUESTÃO (8 pontos)**

Um transformador monofásico de 150 kVA, 60 Hz, 13800:220 V, é submetido a dois ensaios. As seguintes medições foram obtidas:

Ensaio em Curto-Circuito. Alimentado pelo lado de alta.	Ensaio em Vazio. Alimentado pelo lado de baixa.
$V_{cc} = 276 \text{ V}$	$V_0 = 220 \text{ V}$
$I_{cc} = 10,86 \text{ A}$	$I_0 = 16,3 \text{ A}$
$P = 1800 \text{ W}$	$P = 980 \text{ W}$

Com base nessas informações, calcule:

- os módulos da impedância, da resistência, e da reatância equivalentes do transformador referidos ao lado de alta tensão. (2 pontos)
- os módulos das correntes elétricas na resistência de magnetização ( $I_{rm}$ ) e na reatância de magnetização ( $I_{xm}$ ). (2 pontos)
- o rendimento do transformador, considerando que esse esteja operando com tensão e carga nominais, e que o fator de potência da carga seja unitário. (2 pontos)
- a regulação de tensão na condição de operação descrita no item C. (2 pontos)

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2017

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2017

**8ª QUESTÃO (8 pontos)**

Analise as tabelas a seguir.

Tabela I - Capacidade de condução de corrente em função da seção nominal

Modo C de instalação, XLPE Temperatura do condutor: 90°C		
Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Capacidade de Condução de Corrente (A)	
	2 condutores	3 condutores
1,5	24	22
2,5	33	30
4,0	45	40
6,0	58	52
10,0	80	71
16,0	107	96

Tabela II - Fator de correção, para temperatura ambiente diferente de 30°C

Temperatura ambiente (°C)	Isolação	
	PVC	XLPE
15	1,17	1,12
25	1,12	1,08
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91

Tabela III - Fator de Agrupamento

Número de circuitos agrupados	Fator de agrupamento
2	0,80
3	0,72
4	0,68

### Continuação da 8ª questão

Tabela IV - Queda de tensão unitária em função da seção nominal

Modo C de instalação XLPE		
Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Queda de Tensão Unitária em V/(A.Km) Cos $\phi = 0,8$	
	Circuito Monofásico	Circuito Trifásico
1,5	23,50	20,30
2,5	14,60	12,70
4,0	9,10	7,90
6,0	6,10	5,30
10,0	3,60	3,20
16,0	2,34	2,03

Um prédio possui um sistema de bombeamento composto por duas bombas acionadas por motores elétricos de indução trifásicos. Os motores das bombas são alimentados em 220 V, 60 Hz, com potências de 10 cv e 15 cv cada. Ambos possuem rendimento de 90%, fator de potência 0,8 indutivo, e serão instalados em circuitos independentes, porém no mesmo eletroduto. Sendo assim, faça o que se pede.

- Utilizando as tabelas I, II e III, dimensione a seção nominal mínima dos condutores de alimentação dos motores, de acordo com o critério de capacidade de condução de corrente, supondo que o condutor seja de cobre com cobertura em XLPE, e a temperatura ambiente seja de 40°C. (4 pontos)
- Utilizando a tabela IV, dimensione a seção nominal mínima dos condutores de alimentação dos motores, de acordo com o critério de queda de tensão, sabendo que os circuitos possuem 20 metros de comprimento e que a máxima queda de tensão suportada é de 2%. (4 pontos)

Dado:

$$1 \text{ cv} = 736 \text{ W}$$



Continuação da 8ª questão

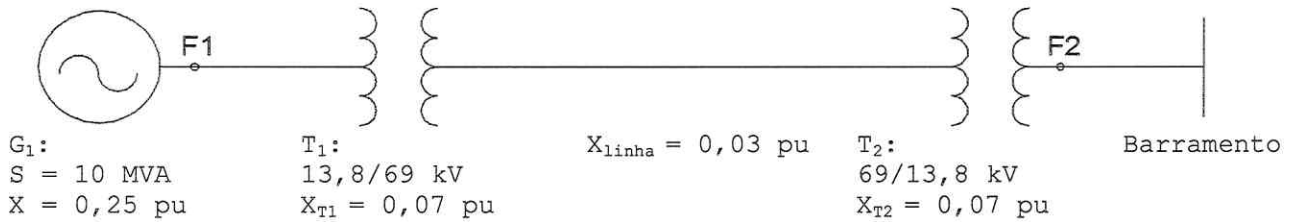
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2017

Continuação da 8ª questão

### 9ª QUESTÃO (8 pontos)

Observe a figura a seguir.

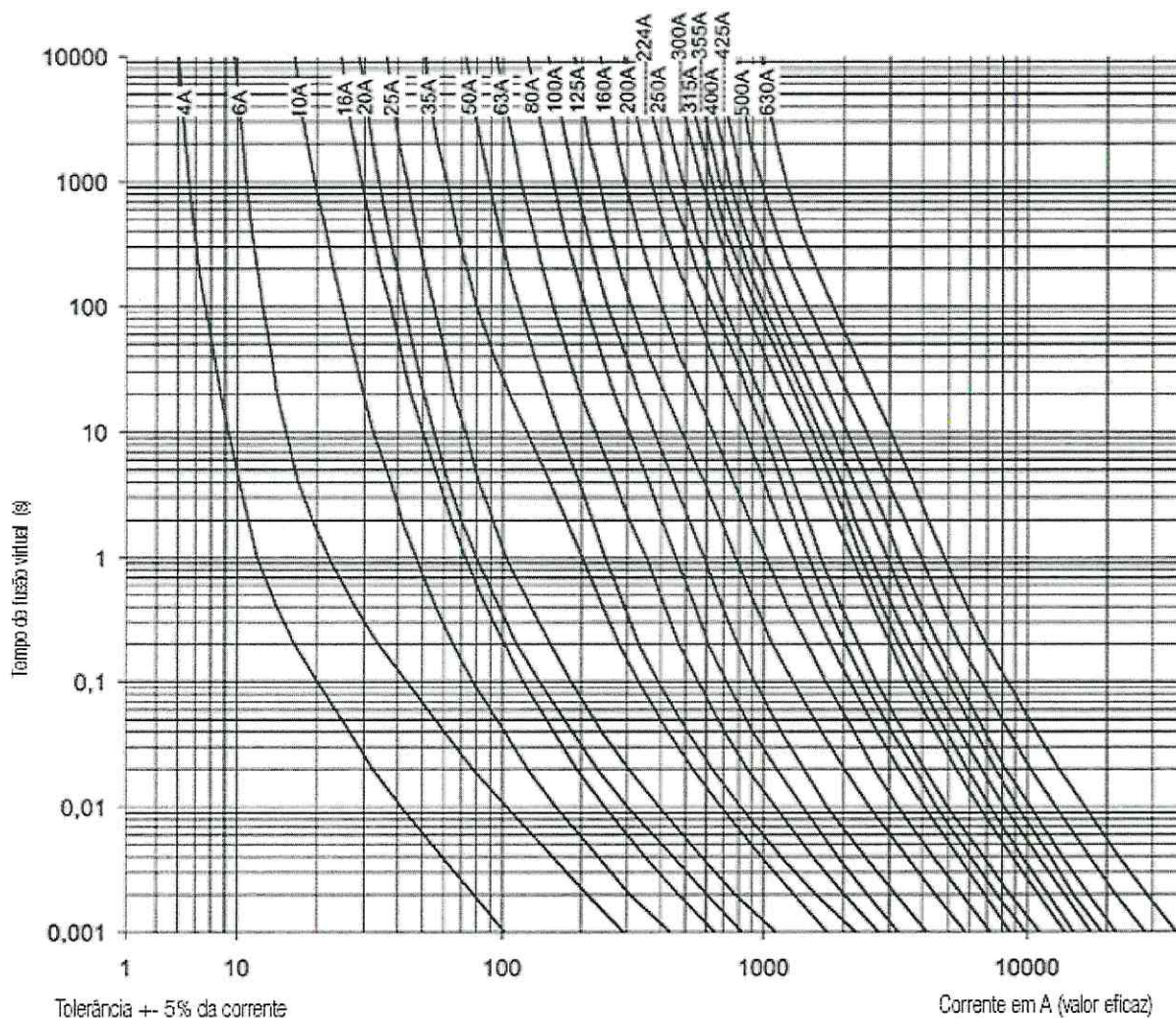


O sistema elétrico trifásico mostrado na figura acima possui apenas uma fonte de alimentação ( $G_1$ ). A potência base é de 10 MVA, e todas as reatâncias já se encontram referidas a essa base. Sendo assim, faça o que se pede.

- Determine o valor da corrente de curto-circuito trifásico, se ocorrer uma falta em F1. (3 pontos)
- Determine o valor da corrente de curto-circuito trifásico, se ocorrer uma falta em F2. (3 pontos)
- Suponha que um motor trifásico de 13,8 kV e 2500 kVA seja alimentado por meio do barramento mostrado na figura acima. Esse motor possui um tempo de partida de 10 s, uma corrente de partida igual a 7,2 vezes a corrente nominal e é protegido por um fusível. Com essas informações determine o menor valor nominal da corrente do fusível que pode ser utilizado para proteção do motor, em condição de partida direta, utilizando o gráfico a seguir. (2 pontos)

Continuação da 9ª questão

Gráfico do tempo de fusão do fusível (em segundos) em função da corrente elétrica (em ampéres)



Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2017

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2017

**10ª QUESTÃO (8 pontos)**

Um motor de corrente contínua, com resistência do circuito de armadura de  $0,2 \Omega$  e constante de força eletromotriz de  $1,43 \text{ V.s/rad}$  é alimentado com um degrau de tensão de  $75 \text{ Vcc}$ . Uma carga mecânica aplicada ao eixo do motor exerce um conjugado constante de  $20 \text{ N.m}$  em qualquer rotação. Sendo assim, faça o que se pede.

- a) Determine a corrente inicial da armadura. (2 pontos)
- b) Determine a rotação final do motor, em rpm, após o transitório da partida. (2 pontos)
- c) Determine a potência mecânica fornecida à carga. (2 pontos)
- d) Calcule a corrente e o rendimento do motor em carga. (2 pontos)

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2017



Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2017

## TABELA DE SENO E COSENO

angulo(o)	seno	coseno		ângulo(o)	seno	coseno
0	0,000	1,000		46	0,719	0,695
1	0,017	1,000		47	0,731	0,682
2	0,035	0,999		48	0,743	0,669
3	0,052	0,999		49	0,755	0,656
4	0,070	0,998		50	0,766	0,643
5	0,087	0,996		51	0,777	0,629
6	0,105	0,995		52	0,788	0,616
7	0,122	0,993		53	0,799	0,602
8	0,139	0,990		54	0,809	0,588
9	0,156	0,988		55	0,819	0,574
10	0,174	0,985		56	0,829	0,559
11	0,191	0,982		57	0,839	0,545
12	0,208	0,978		58	0,848	0,530
13	0,225	0,974		59	0,857	0,515
14	0,242	0,970		60	0,866	0,500
15	0,259	0,966		61	0,875	0,485
16	0,276	0,961		62	0,883	0,469
17	0,292	0,956		63	0,891	0,454
18	0,309	0,951		64	0,899	0,438
19	0,326	0,946		65	0,906	0,423
20	0,342	0,940		66	0,914	0,407
21	0,358	0,934		67	0,920	0,391
22	0,375	0,927		68	0,927	0,375
23	0,391	0,921		69	0,934	0,358
24	0,407	0,914		70	0,940	0,342
25	0,423	0,906		71	0,946	0,326
26	0,438	0,899		72	0,951	0,309
27	0,454	0,891		73	0,956	0,292
28	0,469	0,883		74	0,961	0,276
29	0,485	0,875		75	0,966	0,259
30	0,500	0,866		76	0,970	0,242
31	0,515	0,857		77	0,974	0,225
32	0,530	0,848		78	0,978	0,208
33	0,545	0,839		79	0,982	0,191
34	0,559	0,829		80	0,985	0,174
35	0,574	0,819		81	0,988	0,156
36	0,588	0,809		82	0,990	0,139
37	0,602	0,799		83	0,993	0,122
38	0,616	0,788		84	0,995	0,105
39	0,629	0,777		85	0,996	0,087
40	0,643	0,766		86	0,998	0,070
41	0,656	0,755		87	0,999	0,052
42	0,669	0,743		88	0,999	0,035
43	0,682	0,731		89	1,000	0,017
44	0,695	0,719		90	1,000	0,000
45	0,707	0,707				