

**CENTRO DE INSTRUÇÃO  
ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA  
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA  
MARINHA MERCANTE - EFOMM**

**Balanço das Cargas Elétricas do Navio**

**Por: Villaça**

**Orientador**

**Prof. CMG-Ref Éden Gonzalez Ibrahim**

**Rio de Janeiro**

**2012**

**CENTRO DE INSTRUÇÃO  
ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA  
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA  
MARINHA MERCANTE - EFOMM**

**Balanço das Cargas Elétricas do Navio**

Apresentação de monografia ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como condição prévia para a conclusão do Curso de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Máquinas (FOMQ) da Marinha Mercante.

Por: Fernando Augusto Flores Villaça

**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA**  
**CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE - EFOMM**

**AVALIAÇÃO**

PROFESSOR ORIENTADOR (trabalho escrito): \_\_\_\_\_

NOTA - \_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA (apresentação oral):

\_\_\_\_\_  
Prof. (nome e titulação)

\_\_\_\_\_  
Prof. (nome e titulação)

\_\_\_\_\_  
Prof. (nome e titulação)

NOTA: \_\_\_\_\_

DATA: \_\_\_\_\_

NOTA FINAL: \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente aos meus pais Jorge e Selma, meus irmãos Leonardo e Flávio e a minha tia Sônia e minha avó Irecê.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta monografia a meus pais e meus irmãos que sempre me apoiaram em minha vida acadêmica, e que sem eles jamais alcançaria meu objetivos.

## **RESUMO**

Esta monografia tem como objetivo esclarecer as dúvidas relativas ao funcionamento do navio, no que diz respeito às cargas elétricas. A finalidade é de mostrar através de exemplos e por interpretação destes, buscar o entendimento do que é o balanço das cargas elétricas nos navios e qual sua serventia a bordo.

O tema é de fundamental importância para os oficiais de máquinas, pois será uma ferramenta muito útil na tomada de decisões e em situações críticas, como também é um modo de conhecer melhor o ambiente de trabalho.

Palavras-chave: Balanço elétrico

## **ABSTRACT**

This monograph aims to demonstrate and clarify questions concerning the operation of the ship, regarding to electrical work. The purpose is to show by example and by their interpretation, seek to understand what the electrical load on ships is and what it uses on board. The theme is fundamental importance for the engineer, because it will be a very useful tool in making decisions and is also a way to better understand the work environment.

Keywords: Electrical Load

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	09
<b>1. O BALANÇO ELÉTRICO</b> .....	10
1.1. DEFINIÇÃO .....	10
1.2. O BALANÇO DAS CARGAS ELÉTRICAS E SEUS OBJETIVOS .....	12
1.3. CARACTERÍSTICAS DOS GERADORES .....	14
<b>2. SITUAÇÕES DE ROTINA QUE INFLUENCIAM NA CARGA</b> .....	15
2.1. OCORRÊNCIAS .....	15
2.2. ORIGENS DA VARIAÇÃO DA CARGA ELÉTRICA .....	16
2.3. NORMAS APLICADAS AO BALANÇO ELÉTRICO .....	28
<b>3. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	29
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	30



## INTRODUÇÃO

Neste trabalho será possível vislumbrar que o balanço de cargas elétricas é uma das partes mais importante do projeto de uma embarcação. É através dele que o profissional responsável pelo projeto será capaz de dimensionar a capacidade de geração de energia elétrica do navio ou embarcação. Baseando-se neste mesmo balanço o operador das máquinas poderá se basear ao tomar decisões relativas ao emprego dos grupos geradores, de acordo com a situação em que o navio se encontra.

Ao longo desta monografia estudaremos o balanço das cargas elétricas do navio Celso Furtado, que foi produzido pelo Programa de Modernização e Expansão da Frota (PROMEF) da Transpetro, empresa logística da Petrobrás, no Estaleiro Mauá, na cidade de Niterói. Para efeitos comparativos usarei o balanço do navio-tanque Maracá que realiza além das operações de carga e descarga comum aos dois navios, operações com gás inerte. Utilizando esses dois tipos de navios, procuro salientar as características comuns existentes em seus balanços elétricos e chamar atenção para suas diferenças.

# CAPÍTULO I

## O Balanço Elétrico

### 1- Definição

O balanço elétrico do navio trata-se de uma estimativa de todos os consumidores elétricos a bordo e sua demanda para que os geradores possam ser dimensionados. O plano do balanço elétrico é obtido através de uma relação dos equipamentos pertencentes ao navio ou embarcação em várias condições de funcionamento, que são utilizados a bordo dos navios. É por meio da consulta ao mesmo que é possível saber quais os equipamentos (como bombas, guinchos, iluminação e outros) deverão permanecer ligados em cada faina. O navio Celso Furtado possui o balanço de cargas representado na tabela abaixo:

Grupo	Descrição	EM MAR	EM MANOBRA	CARGA E DESCARGA	NO PORTO FUNDEADO
I	Praça de Máquinas (serviço contínuo)	335,3	308,1	219,6	81,6
II	Praça de Máquinas (serviço intermitente)	55,5	108,1	103,2	57,5
III	Praça de Máquinas (diversos)	0,8	0,8	81,1	0,8
IV	Ar condicionado / Ventilação / Aquecimento	104,6	104,0	102,9	102,9
V	Frigoríficas de Provisões (equipamentos)	16,8	16,8	16,8	16,8
VI	Frigoríficas de Carga (equipamentos)	16,8	16,8	16,8	16,8
VII	Máquinas de Convés	9,3	41,8	—	—
VIII	Cozinha / Copa	47,7	47,7	47,7	47,7
IX	Lavanderia	3,3	—	3,3	3,3
X	Oficinas	12,7	—	15,3	15,3
XI	Iluminação	24,7	77,2	140,2	140,2

XII	Equipamentos Náuticos e de Auxílio à Navegação	12,3	12,5	8,4	7,9
XIII	Instalações Diversas e/ou Especiais	—	—	119,7	—
	Carga dos geradores-KW	640,1	733,9	755,2	490,8
	Disponível-KW ( $\cos\phi=0,95$ )	1055 (60,67%)	1055 (69,56%)	1055 (71,58%)	1055 (46,52%)
	Paralelo-KW ( $\cos\phi=0,95$ )	—	1055	—	—



<b>VI</b>	Equipamentos náuticos	18,0	18,0	5,8	2,0	18,0	18,0	18,0
<b>VII</b>	Instalações diversas	—	—	—	119,7	119,7	—	91,3
<b>VIII</b>	Equipamento copa/cozinha	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
<b>IX</b>	Lavanderia	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
<b>X</b>	Maquinaria	37,0	120,0	46,2	77,5	68,3	49,6	49,6
<b>XI</b>	Oficina mecânica	4,6	4,6	6,5	4,6	4,6	4,6	4,6
<b>XII</b>	Sistema de iluminação	50,2	50,2	57,2	57,2	50,2	50,2	50,2
	Carga dos geradores-KW	726,25	823,91	337,9	905,45	1132,1	909,6	1000,9
	Disponível-KW (cosφ=0,8)	1200 (60,5%)	1200 (34,32%)	1200 (28,15%)	1200 (75,45%)	1200 (47,17%)	1200 (75,8%)	1200 (83,4%)
	Paralelo-KW (cosφ=0,8)	—	1200	—	—	1200	—	—

### 3- Características dos geradores

Para suprir a demanda de energia elétrica em todas as condições foi escolhido o GENSET 20 (6L20) da Wartsila, para o navio Celso Furtado, com capacidade de queimar tanto óleo pesado como diesel, operando com rotação de 900 RPM e potência no gerador de 1055 KW.

O navio opera com arranjo de três MCAs do mesmo modelo e mesma potência. Isto acontece pelo fato da necessidade de ter um equipamento para alternar a utilização entre um MCA e outro, e um terceiro para garantir a segurança do sistema caso algum dos motores falhem (gerador de emergência).

WÄRTSILÄ
Generating sets

## WÄRTSILÄ GENSET 20

<p><b>Main data</b></p> <p>Cylinder bore ..... 200 mm</p> <p>Piston stroke..... 280 mm</p> <p>Cylinder output..... 185, 200 kW/cyl</p> <p>Engine speed..... 900–1000 rpm</p> <p>Mean effective pressure ..... 24.6, 28.0 bar</p> <p>Piston speed..... 6.7, 9.3 m/s</p> <p>Generator voltage..... 0.4–13.8 kV</p> <p>Generator efficiency ..... 0.95–0.96</p>	<p>Fuel oil specification:</p> <p>730 cSt/50°C</p> <p>7200 sR1/100°F</p> <p>ISO 8217, category ISO-F-RMK 700</p> <p>SFOC 185–194 g/kWh</p> <p>at ISO condition</p>
--	--

Option: Common rail fuel injection.

Rated power 60 Hz				
Engine type	60 Hz		50 Hz	
	185 kW/cyl, 900 rpm		200 kW/cyl, 1000 rpm	
	Eng. kW	Gen. kW	Eng. kW	Gen. kW
4L20	740	700	800	760
6L20	1 110	1 055	1 200	1 140
8L20	1 480	1 405	1 600	1 520
9L20	1 665	1 580	1 800	1 710

Generator output based on a generator efficiency of 95%.

## **CAPÍTULO 2**

### **Situações da rotina a bordo que influenciam a carga**

#### **1- Ocorrências**

Já se pode notar que as operações praticadas nos navios são as responsáveis pela variação da demanda por energia elétrica, pois em cada operação vigente nas embarcações exige-se que determinados aparelho estejam operantes, podendo-se mantê-los ligados ou não após o término da faina, que são chamados de uso intermitente. Da mesma maneira algumas máquinas precisam permanecer ligadas todo o tempo, por isso essas máquinas são chamadas de uso contínuo. As situações que alteram o balanço do Celso Furtado foram as que se seguem:

1. Em mar
2. Em manobra
3. Em porto
4. Operação de descarga

As prioridades das manobras estão todas previstas no balanço do navio, que utiliza um gerador na maioria das suas manobras, exceto durante a limpeza dos tanques e com o navio em manobra, conforme explicado no capítulo anterior.

## 2- Origens da variação da carga elétrica

A variação da carga elétrica é, guardadas as devidas proporções, bastante semelhante à de nossas casas. Pode-se fazer uma analogia com o que acontece nelas: a demanda de energia cai quando desligamos algum eletrodoméstico (geladeira ou a TV, por exemplo) e se mantivermos esse aparelho desligado o mês inteiro veremos a diferença na conta de luz, que virá mais barata porque se reduziu a quantidade de luz consumida. Se um aparelho que não costuma ser ligado começar a ser usado, a demanda aumenta.

No navio o raciocínio é semelhante. Se na conta de luz viesse discriminado quanto cada aparelho consumiu durante o mês, ela seria um rascunho de balanço, precisando ajustar o que seria necessário diariamente e o que seria usado esporadicamente. É essa variação que delinea o porte da demanda elétrica e, conseqüentemente, a capacidade de geração de energia que deverá estar disponível para o funcionamento do navio.

Também pode influir na demanda de carga, discretamente e podendo até passar despercebido pelo operador, o chamado  $\cos \varphi$  ou fator de potência, em função do acionamento de cargas mais ou menos indutivas. Em casos extremos, especialmente nos navios frigoríficos ou porta-containers com muitos containers refrigerados, um  $\cos \varphi$  muito baixo pode resultar em máquinas acionadoras operando com sobrecarga ou em automação com funcionamento irregular, neste último caso em virtude dos harmônicos de frequência.



Serão mostrados a seguir alguns dos responsáveis pela mudança nos valores da carga, os consumidores de carga:

Legenda:

1. Quantidade
  2. Bomba KW
  3. Motor KW
  4. N° em serviço
  5. Fator de carga
  6. Potência em uso (KW)
- 
- A. Potência Máxima Requerida
  - B. Em Mar
  - C. Em Manobra
  - D. Carga E Descarga
  - E. No Porto Fundeado

## 2.1- Praça de Máquinas (diversos)

		A	B	C	D	E
		1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3
P-72	Bomba de esgoto da Praça de máquinas	1/3,6/3,8	1/0,9/3,4	1/0,9/3,4	1/0,9/3,4	1/0,9/3,4
P-90.1	Bomba de serviços gerais e de incêndio	1/31,5/35,5				
P-90.2	Bomba de lastro e incêndio	1/31,5/35,5				
U-11	Unidade hidrófora água doce	1/0,8/4,8	1/0,8/4,8	1/0,8/4,8	1/0,8/4,8	1/0,8/4,8
	Sistema esgoto sanitário	1/1,8/2	1/0,9/1,8	1/0,9/1,8		
	Soprador de fuligem da caldeira de recuperação	1/1,8/2,2				
	Soprador de fuligem da caldeira auxiliar	1/0,6/0,7				
	Subtotal		10	10	8,2	8,2
	Fator de simultaneidade		0,2	0,2	0,2	0,2
	Total		0,8	0,8	0,8	0,8

## 2.2-Frigorífica de Provisões (equipamentos)

	A	B	C	D	E
	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3
Compressor da frigorífica	2/7,8/8,7	1/0,8/7	1/0,8/7	1/0,8/7	1/0,8/7
Ventilador câmaras frigoríficas	5/0,17/1	5/0,8/9	5/0,8/9	5/0,8/9	5/0,8/9
Sistema de descongelamento	1/13,4/13,4				
Ventilador câmaras frigoríficas	2/0,1/0,1	2/0,8/0,8	2/0,8/0,8	2/0,8/0,8	2/0,8/0,8
Subtotal		16,8	16,8	16,8	16,8
Fator de simultaneidade		1	1	1	1
Total		16,8	16,8	16,8	16,8

### 2.3-Máquinas de Convés

		A	B	C	D	E
		1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3
P-65	Bomba água salg. p/lavag. p/gás inerte	1/39,7/44,1				1/0,8/35,3
F-18	Ventilador para gás inerte	1/93,8/104,2				1/0,8/83,4
F-19	Ventilador auxiliar gás inerte	1/62,6/68,8				
	Painel de controle de gás inerte	1/1/1				1/1/1
	Ar condicionado sala de controle de carga	2/-/6,5				-/0,9/5,85
	Subtotal					125,55
	Fator de simultaneidade					1
	Total					125,55

## 2.4-Lavanderia

	A	B	C	D	E
	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3
Máquina de lavar roupa (20 Kg)	1/-/0,6	1/0,9/0,5	1/0,9/0,5	1/0,9/0,5	1/0,9/0,5
Hidro extrator modelo A	1/-/0,7	1/0,9/0,6	1/0,9/0,6	1/0,9/0,6	1/0,9/0,6
Calandra rotativa	1/-/9	1/0,9/8,1	1/0,9/8,1	1/0,9/8,1	1/0,9/8,1
Secador de roupa rotativo	1/-/0,7	1/0,9/0,6	1/0,9/0,6	1/0,9/0,6	1/0,9/0,6
Máquina de lavar doméstica	1/-/0,2	1/0,9/0,2	1/0,9/0,2	1/0,9/0,2	1/0,9/0,2
Ferro elétrico	1/-/0,6	1/1/0,6	1/1/0,6	1/1/0,6	1/1/0,6
Subtotal		10,6	10,6	10,6	10,6
Fator de simultaneidade		0,3	0,3	0,3	0,3
Total		3,3	3,3	3,3	3,3

## 2.5-Máquinas de Convés

		A	B	C	D	E
		1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3
P-24	Bomba óleo lub. p/ turbob. de carga	4/2,6/2,9				4/0,9/10,4
P-25	Bomba óleo lub. p/ turbob. de lastro	1/2,6/2,9				1/0,9/2,6
P-110	Bomba óleo hidráulica para escotilha	2/5,1/5,7				1/0,9/5,1
P-207	Bomba da máquina do leme	2/93,5/104	1/0,2/21	2/0,5/104		
P-109	Bomba óleo hidráulica para sist.. carga	2/3,2/3,5				1/0,9/3,2
	Elevador social	1/3,4/3,8	1/0,3/1,1	1/0,3/1,1	1/0,3/1,1	1/0,3/1,1
	Guindaste de provisão	1/16,2/18			1/0,9/16,2	1/0,9/16,2
	Proteção catódica ré	1/-/10,3	1/1/10,3	1/1/10,3	1/1/10,3	1/1/10,3
	Proteção catódica avante	1/-/4,6	1/1/4,6	1/1/4,6	1/1/4,6	1/1/4,6
	Sistema anti-incrustação	1/-/14			1/1/14	1/1/14
	Painel de controle de carga	1/-/10				1/1/10
	Subtotal					
	Fator de simultaneidade					

	Total		9,3	41,8		
--	-------	--	-----	------	--	--

## 2.6-Oficinas

		A	B	C	D	E
		1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3
W-1	Torno	1/3,7/4,1	1/0,9/3,7	1/0,9/3,7	1/0,9/3,7	1/0,9/3,7
W-3	Furadeira	1/0,9/1	1/0,9/0,9	1/0,9/0,9	1/0,9/0,9	1/0,9/0,9
W-5	Máquina esmerilhadora dupla	1/0,9/1	1/0,9/0,9	1/0,9/0,9	1/0,9/0,9	1/0,9/0,9
W-8	Máquina fresadora	1/0,2/0,2	1/0,9/0,2	1/0,9/0,2	1/0,9/0,2	1/0,9/0,2
W-15	Plaina	1/1,9/2,1	1/0,9/1,9	1/0,9/1,9	1/0,9/1,9	1/0,9/1,9
W-11	Trafo para solda elétrica	1/-/9,6			1/1/9,6	
	Painel teste do eletricista	1/-/7,5	1/1/7,5	1/1/7,5	1/1/7,5	1/1/7,5
	Ponte rolante	1/7,1/7,9	1/0,9/7,1	1/0,9/7,1	1/0,9/7,1	1/0,9/7,1
	Retifica elétrica	1/-/0,6	1/1/0,6	1/1/0,6	1/1/0,6	1/1/0,6
	Subtotal		22,8	8,8	32,4	32,4
	Fator de simultaneidade		0,6	0,6	0,6	0,6
	Total		12,7	4,6	15,3	15,3



## 2.7-Iluminação

	A	B	C	D	E
	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3
Iluminação interna	3/-/50 KVA	-/-/19	-/-/72	-/-/112	-/-/112
Iluminação de convés	1/-/25 KVA			-/-/23	-/-/23
Iluminação castelo de proa	1/-/8 KVA	-/-/3	-/-/2,5	-/-/2,5	-/-/2,5
Carregador de baterias	2/-/2,7 KVA	-/-/2,7	-/-/2,7	-/-/2,7	-/-/2,7
Subtotal		24,7	77,2	140,2	140,2
Fator de simultaneidade		1	1	1	1
Total		24,7	77,2	140,2	140,2

## 2.8-Instalações Diversas e/ou Especiais

		A	B	C	D	E
		1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3
P-24	Bomba óleo lub. p/ turbob. de carga	4/2,6/2,9				4/0,9/10,4
P-25	Bomba óleo lub. p/ turbob. de lastro	1/2,6/2,9				1/0,9/2,6
P-110	Bomba óleo hidráulica para escotilha	2/5,1/5,7				1/0,9/5,1
P-207	Bomba da máquina do leme	2/93,5/104	1/0,2/21	2/0,5/104		
P-109	Bomba óleo hidráulica para sist.. carga	2/3,2/3,5				1/0,9/3,2
	Elevador social	1/3,4/3,8	1/0,3/1,1	1/0,3/1,1	1/0,3/1,1	1/0,3/1,1
	Guindaste de provisão	1/16,2/18			1/0,9/16,2	1/0,9/16,2
	Proteção catódica ré	1/-/10,3	1/1/10,3	1/1/10,3	1/1/10,3	1/1/10,3
	Proteção catódica avante	1/-/4,6	1/1/4,6	1/1/4,6	1/1/4,6	1/1/4,6
	Sistema anti-incrustação	1/-/14			1/1/14	1/1/14
	Painel de controle de carga	1/-/10				1/1/10
	Subtotal				119,7	
	Fator de simultaneidade				1	

	Total				119,7	
--	-------	--	--	--	-------	--

Ao contrário do que podem pensar, algumas situações não estão previstas no balanço das cargas elétricas, como um incêndio. A amarração também não consta no balanço do Celso Furtado. Ambos têm planos próprios e independentes.

### **3- Normas aplicadas ao balanço elétrico**

Os critérios utilizados para saber a quantidade de geradores que o navio precisará ter afim de satisfazer os consumidores elétricos abordo são os estabelecidos pela Convenção SOLAS, que de maneira resumida estabelece um número mínimo de geradores para equipamentos essenciais a propulsão e ao sistema de governo e ainda assegurar a segurança do navio. No Brasil para realizar o cálculo do balanço elétrico é utilizada a norma 03.092 NBR 7567 NOV/1982 – Execução de Balanço Elétrico. Esta norma determina os equipamentos que devem ser considerados e apresenta a tabela do Balanço Elétrico que deve ser preenchida. Esta norma fixa os parâmetros para a execução do balanço elétrico

Outras normas que também são utilizadas são as estabelecidas pela International Electrotechnical Commission (IEC standard), equivalente no Brasil à norma ABNT. Contudo, a convenção que é aceita no mundo é a SOLAS, sendo as normas IEC utilizadas como um complemento as necessidades que a Convenção SOLAS não detalha, mas remete ao padrão IEC.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As decisões do maquinista são de fundamental importância a bordo, pois nem sempre as situações estarão controladas e previstas nos planos do navio. Todos devem conhecer o funcionamento do navio, em especial os maquinistas, para que quando um ato imprevisto ocorra, todos possam participar do desenvolvimento de uma solução.

Uma situação pode exigir a entrada de um gerador, mas pode-se apenas reduzir a carga. As atitudes que deverão ser tomadas são determinadas pelo Chefe de Máquinas, que com o uso de sua experiência decidirá a melhor intervenção a ser feita e o que cada tripulante deve fazer.

Frequentemente o tempo disponível para a reação a um imprevisto não permite que o Chefe intervenha no processo e determine o que deve ser feito. O oficial de serviço na CCM deve decidir e reagir imediatamente, sempre com o balanço elétrico em mente.

Foi muito gratificante para mim poder realizar este trabalho, pois apesar das dificuldades encontradas pude contar com a ajuda de meu orientador que incansavelmente me ajudou no desenvolvimento deste. Espero atender as expectativas e contribuir com o Ensino Profissional Marítimo.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 1 – Planos do balanço elétrico do navio de derivados claros do petróleo Celso Furtado
- 2 – Planos do balanço elétrico do navio-tanque Maracá
- 3 – Electrical installations in ships, IEC ,1980
- 4 – Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana No Mar, SOLAS, 1974