

Capítulo IIX – Eletrotécnia

Parte 8.1 Transformadores toroidais

1999 - Transformador toroidal ótimo

Este projeto foi desenvolvido em colaboração com o professor Doutor Jorge André, na cadeira de Matemática Aplicada à Engenharia do Curso de Especialização, do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Coimbra.

Permitiu saber que aumentando a altura da chapa do núcleo até certo ponto reduz-se o número de espiras necessárias, o peso do cobre, o tempo de fabrico e o custo de fabrico, uma vez que só a poupança em cobre é maior que o aumento do custo em chapa magnética.

I - Objetivos

1- Requisitos do cliente:

Transformador com as seguintes características:

- $P_1=340W$ =(Potência a transformar)=(Potência absorvida no primário)
- $V_1=230V$ (AC; $f_1=50Hz$)
- Custo mínimo
- Restrições dimensionais:
 - $H<8cm$
 - $D_e<16cm$
- $V_2; I_2; P_2$ não especificados

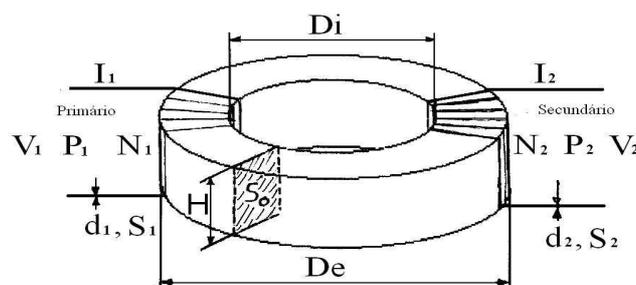


Imagem 8.1 - Síntese dos parâmetros dimensionais e elétricos

2- Classe de transformador a utilizar - toroidal

d_i = diâmetro do fio de cobre sem verniz isolante, $i=1;2$

N_i = número de espiras (voltas do fio em redor do núcleo), $i=1;2$

2-1 Material a empregar

2-1-1 Caraterísticas:

O fio de cobre utilizado é envernizado com um isolante eléctrico de espessura adequada.

Eletrotécnia

O material do núcleo magnético é chapa de ferro com silício (Fe-Si) de grãos orientados e recozido depois de feito o núcleo. O recozido da chapa consiste em aquecer a uma temperatura que ronda os 900°C, conforme a temperatura definida pelo fabricante, para se remover as tensões internas que são agravadas quando a chapa é enrolada ao fazer o núcleo, senão implicaria aumentar em 10% ou mais o número de espiras.



Imagem 8.2 - Vista de parte de uma folha de chapa em tensão

ρ_0 = densidade do Fe-Si = 0,00763Kg/cm³

ρ_i = densidade do fio de cobre = 0,00889Kg/cm³ ; $i=1;2$

2-1-2 Dimensões:

D_i = 5; 6; 7; 8; 8.5cm

H = 3,2; 4; 5; 6; 7 cm

d_i = 0,25; 0,28; 0,315; 0,4, 0,5; 0,55; 0,6; 0,65; 0,7; 0,75; 0,8; 0,5;

0,9; 0,95; 1; 1,12; 1,18; 1,25; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2 (mm).

II- Projeto do Transformador

1- Informação base do fabricante de núcleos toroidais

P_1	D_e	D_i	H	$n_1=N_1/V_1$
[W]	[cm]	[cm]	[cm]	[1/V]
(RMS)				($f_1=50\text{Hz}$)
100	8	5	2,5	7,44
120	8	5	3,2	5,8
180	8	5	4	4,64
220	10	5	3,2	3,48
260	10	6	3,2	4,35
300	10	5	4	2,78
340	10	6	4	3,48
380	12	6	3,2	2,9
500	12	6	4	2,32
630	12	6	5	1,85
750	12	6	6	1,626
850	13,5	7	5	1,55
1100	13,5	7	6	1,3
1500	15	8	7	1,03
1600	15,5	8,5	8	0,9043
500	18	6	2	2,8
850	14	6	5	1,39
1000	16	8	5	1,39

Tabela 8.1 - Tabela FN

Eletrotecnia

2 - Relações geométricas auxiliares

$$N_1 = n_1 \times V_1 \quad (1)$$

$$V_0 = \text{volume do núcleo} = \Pi \times \frac{D_e^2 - D_i^2}{4} \times H \quad [\text{cm}^3] \quad (2)$$

$$p_{e_1} = \text{comprimento de uma espira no primário} = 2H + D_e - D_i \quad [\text{cm}] \quad (3)$$

$$L_1 = \text{comprimento total do fio no primário} = p_{e_1} \times N_1 \quad [\text{cm}] \quad (4)$$

Nota 1 - despreza-se o efeito da sobreposição de fios o que reduz ligeiramente o comprimento real.

$$S_1 = (\text{secção do fio condutor primário}) = \Pi \times \frac{d_1^2}{4} \quad [\text{mm}^2] \quad (5)$$

$$S_0 = (\text{secção do núcleo}) = \frac{D_e - D_i}{2} \times H \quad [\text{cm}^2] \quad (6)$$

3 - Relações deduzidas empiricamente a partir de informações de fabricantes

3-1 - Fabricantes de núcleos magnéticos (tabela FN da secção 1):

$$P_1 = \frac{V_0 - 27,143}{0,6016} \quad [\text{W}] \quad (7)$$

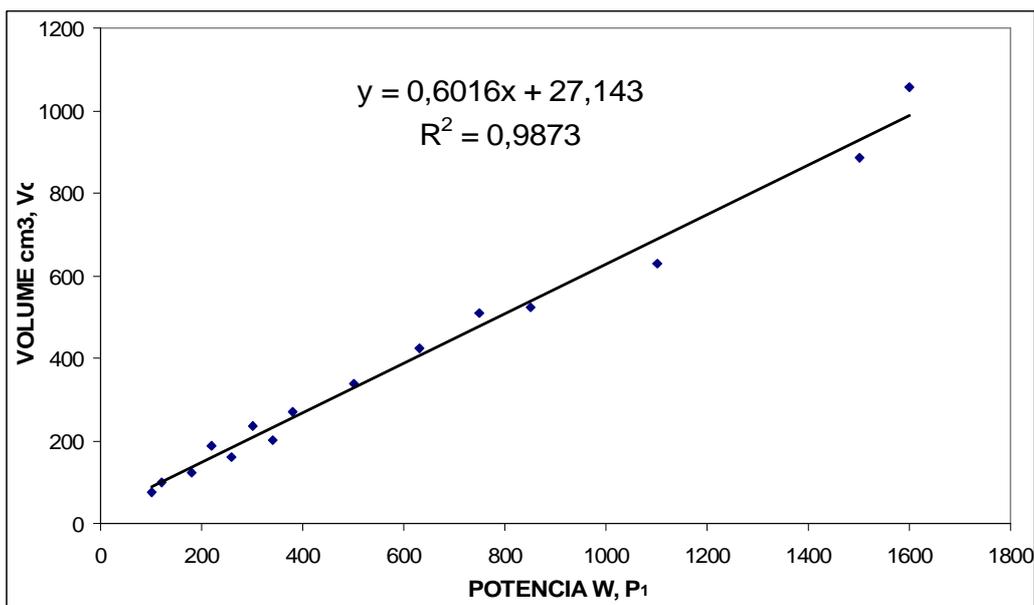


Gráfico 8.1 - Gráfico P₁

Eletrotecnia

Verificou-se que a potência dependia do volume do núcleo. Assim, elaborou-se o gráfico P_1 , o qual permitiu obter a relação (7).

Nesta relação, V_0 é o volume mínimo do núcleo magnético para a potência P_1 , respectiva.

$$N_1 = 7025,1 \times S_0^{-1,0485} \quad (8)$$

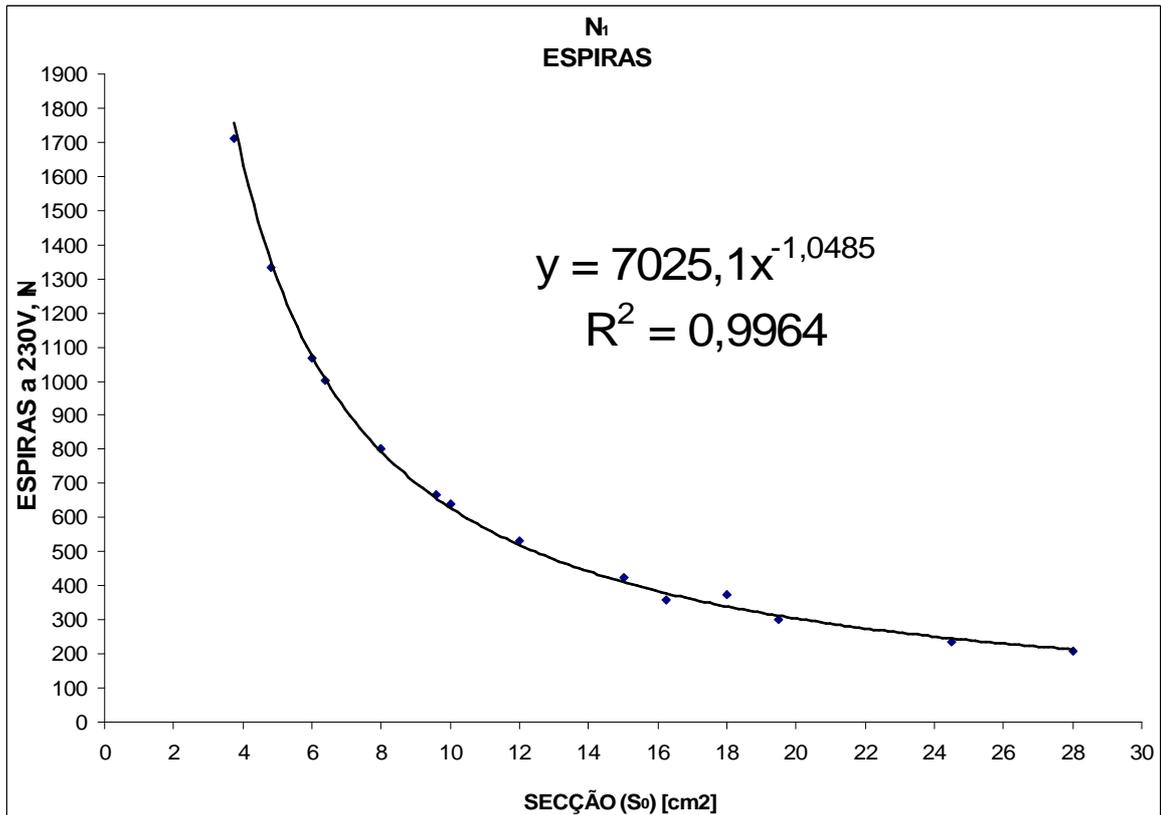


Gráfico 8.2 - Gráfico N_1

Este gráfico foi obtido por tentativas. Conseguiu-se inicialmente uma boa relação entre N_1/V_0 , mas após consultar a primeira equação de Maxwell, lei da força magnetomotriz das correntes, o autor constatou que ela dependia do comprimento do trajecto médio do fluxo, que por sua vez depende da secção do núcleo ferromagnético S_0 ^[1] (e não tanto de V_0).

Assim o gráfico N_1 feito a partir da relação entre o número de espiras e a secção apresenta um melhor resultado do que um anterior obtido com V_0 .

^[1] in *Transformadores*, de Enrique Ras, pág. 21-22

Eletrotecnia

Nota 2 - não foram utilizados na dedução destas equações os dados referentes às últimas três linhas destacadas da tabela FN, porque apresentam maus resultados para N_1 e V_0 devido ao seu baixo H e elevado D_e .

Nota 3 - no gráfico N_1 só aparecem 14 pontos, porque há dois pontos que se sobrepõem, (ver tabela FNG - 8/800).

3-2 - Fabricantes de transformadores toroidais:

Para definir a curva de rendimento em função da potência, de^[2] aproveitaram-se os melhores valores (rendimentos mais elevados dentro desta classe de transformador).

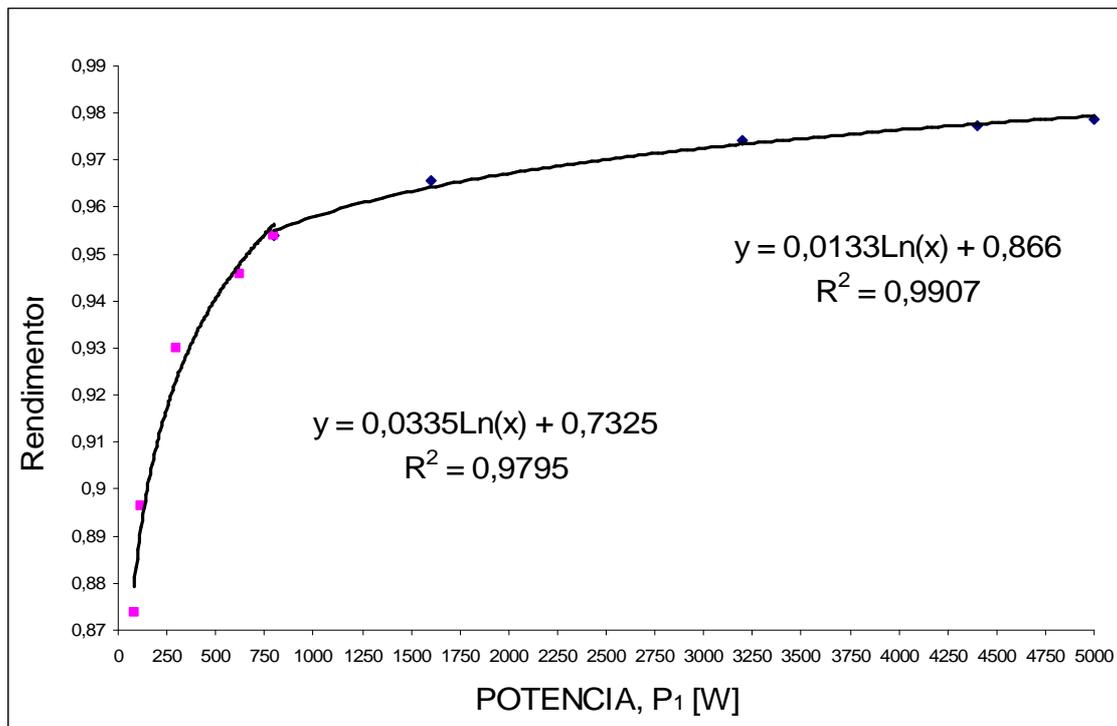


Gráfico 8.3 - Gráfico do rendimento

Com este gráfico obteve-se o rendimento dividido em duas funções.

η = rendimento total do transformador

$$\eta = 0,0335 \ln(P_1) + 0,7325 \quad \text{para } P_1 < 742W \quad (9-1)$$

$$\eta = 0,0133 \ln(P_1) + 0,866 \quad \text{para } P_1 > 742W \quad (9-2)$$

^[2] Tabtronics Inc e Talema Inc

Eletrotecnia

4 - Rendimentos e perdas do transformador

4-1 Definição do rendimento total, $\eta = \frac{P_2}{P_1}$ (10)

P_2 = potência fornecida pelo secundário.

4-2 Perdas discriminadas:

$$P_p = P_1 - P_2 = P_{Fe} + P_{Cu} \quad (11)$$

a) Para a chapa Fe-Si de grãos orientados, $P_{fe} \sim 1.1 \text{ W/Kg } (\rho_0 V_0)$

b) $P_{Cu} = P_{Cu1} + P_{Cu2}$ (12)

c) Dedução das perdas num fio de cobre (genérico) - P_{Cui}

A fórmula da potência transformada em calor por efeito de Joule é:

$$P_{Cui} = R \times I^2 \text{ [W]} \quad (13)$$

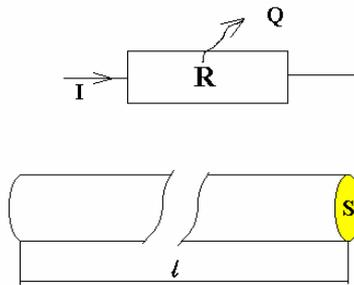


Imagem 8.3 - Calor libertado num fio condutor por efeito de Joule

I é a intensidade da corrente eléctrica [A] (ampere) no fio

A resistência de um fio condutor é dada por:

$$R = \rho \times \frac{l}{S} \text{ [}\Omega\text{]} \quad (14)$$

ρ - resistividade do material do fio [$\mu \cdot \Omega \cdot \text{cm}^2 / \text{cm}$]

Resistividade do cobre em função da temperatura:

$$\rho_T = \rho_{20^\circ\text{C}} [1 + \alpha(T - 20)] \quad (15)$$

com: T em $^\circ\text{C}$; $\rho = 1.7241 \mu \cdot \Omega \cdot \text{cm}^2 / \text{cm}$; $\alpha = 0,00393 / ^\circ\text{C}$ [3]

[3] *Tecnologia da Electricidade*, de Diogo Brandão, págs. 22-24

Eletrotecnia

Resolvendo a equação (15) para 60°C (temperatura de funcionamento máxima pré definida pelo autor), obteve-se $\rho = 0,00019951 [\Omega \text{ mm}^2/\text{cm}]$

Toma-se, por arredondamento, $\rho = 0,0002 [\Omega \times \text{mm}^2/\text{cm}]$.

$$\text{Da equação (14) tem-se então, } R = 0,0002 \times \frac{l [\text{cm}]}{S [\text{mm}^2]} [\Omega]. \quad (16)$$

Das equações (5, 13 e 16) têm-se as perdas no cobre a 60°C:

$$P_{Cui} = \frac{0,0002 \times l \times I^2 \times 4}{\Pi \times d^2} [\text{W}] \quad (17)$$

5 - Esquema de cálculo de d_1

$P_1 \rightarrow \eta$ (ver equações 9-1 e 9-2)

$$P_2 = P_1 \times \eta [\text{W}], \text{ conforme a equação (10)} \quad (18)$$

$$P_{Fe} = 1,1 \rho_0 \cdot V_0 \quad (19)$$

$$P_{Cu} = P_1 - P_2 - P_{Fe}, \text{ conforme a equação (11)} \quad (20)$$

Hipótese: $P_{Cu1} = P_{Cu2}$

$$P_{Cu1} = 0,5 P_{Cu} \quad (21)$$

$$P_{Cu1} = 0,5 P_1 \times (1 - \eta - P_{Fe} / P_1), \text{ conforme as equações (18) e (21)} \quad (22)$$

De (17), o diâmetro do fio para uma bobina do transformador será:

$$d_i = I_i \times \sqrt{\frac{0,0008 \times l_i}{\Pi \times P_{Cui}}} [\text{mm}], \text{ com } l_i \text{ em } [\text{cm}] \quad (23)$$

A potência elétrica absorvida por um sistema elétrico é o produto da intensidade da corrente que o atravessa pela diferença de potencial nos seus extremos:

$$P = V \times I [\text{W}] \quad (24)$$

Assim, para o primário temos:

$$d_1 = \frac{P_1}{V_1} \times \sqrt{\frac{0,0008 \times l_1}{\Pi \times P_{Cu1}}}, \text{ com } P_{Cu1} \text{ dado por (22)} \quad (25)$$

Eletrotécnia

6- Função custo de material

O custo unitário do Fe é de x €/Kg.

O custo unitário do Cu é de y €/Kg.

$$C_{Fe} = x \times \rho_0 \times V_0 \text{ [€]} \quad (26)$$

$$C_{Cu1} = y \times \rho_1 \times l_1 \times (S_1 [\text{mm}^2] / 100) \text{ [€]} \quad (27)$$

Nota 4 - dividir por 100 resulta da conversão de mm^2 para cm^2 , pois o diâmetro do fio de cobre está tabelado em mm.

$$C_m = C_{Fe} + 2,1 C_{Cu1} \text{ [€]} \quad (28)$$

Nota 4 - O fator 2,1 na equação (28) advém do secundário levar aproximadamente a mesma quantidade de fio que o primário, acrescido de uma estimativa em 10% devido ao aumento do perímetro das espiras, pois já existe o primário e a fita de isolamento entre bobinas primária e secundária.

7- Processo de minimização da função-custo

Das equações (7) e (9), verifica-se que, aumentando a massa magnética (o que implica aumentar a secção S_0 do núcleo), aumenta o rendimento, e por conseguinte, de (8), diminui o número de espiras N_1 , o que implica, por sua vez, uma redução de comprimento do fio e, finalmente, da (23) obtemos um menor diâmetro do fio d_1 , pois a intensidade I_1 e as perdas P_{Cu1} são fixadas. Deste modo teremos uma poupança de fio em comprimento e em diâmetro.

8- Resumo do método de projeto

A partir da tabela FN, elaborou-se a tabela FNG.

Deduziram-se empiricamente as relações (7) e (8) da tabela FNG, para se poderem utilizar em novas medidas, no sentido de alcançar o custo mínimo.

Deduziu-se a equação (17) para as perdas por efeito de Joule para um condutor em geral.

Deduziu-se a equação (25) para o diâmetro do fio primário.

Estabeleceu-se a função do custo de material (equação (28)).

Para conseguir o custo mínimo em materiais para a potência $P_1 = 340\text{W}$ (ou outra) foi elaborada uma folha de cálculo (processo mais fácil):

Eletrotecnia

P1	De	Di	H	So	n1	N1	Vo
W	cm	cm	cm	cm2	1/V	Esp230	cm3
				(6)		(1)	(2)
100	8	5	2,5	3,75	7,44	1711	76,6
120	8	5	3,2	4,8	5,8	1334	98,0
180	8	5	4	6	4,64	1067	122,5
220	10	5	3,2	8	3,48	800	188,5
260	10	6	3,2	6,4	4,35	1001	160,8
300	10	5	4	10	2,78	639	235,6
340	10	6	4	8	3,48	800	201,1
380	12	6	3,2	9,6	2,9	667	271,4
500	12	6	4	12	2,32	534	339,3
630	12	6	5	15	1,85	426	424,1
750	12	6	6	18	1,626	374	508,9
850	13,5	7	5	16,25	1,55	357	523,3
1100	13,5	7	6	19,5	1,3	299	627,9
1500	15	8	7	24,5	1,03	237	885,1
1600	15,5	8,5	8	28	0,9043	208	1055,6

Tabela 8.1 - tabela DC .

Experimentaram-se novas medidas (D_e, D_i, H), variando D_e , fixando D_i e H , de tal modo que entre os valores extremos do intervalo, exista um mínimo no custo.

Da gama (D_i, H), escolhe-se o que apresenta um custo mais baixo. De seguida varia-se o D_e de mm em mm para obter o custo mínimo.

III- Aplicação do método de projecto a um caso particular

Como não foi dado o V_2 atribuiu-se-lhe o valor de 80. Determinou-se também o N_2 aplicando a seguinte fórmula:

$$N_2 = \frac{N_1 \times V_2}{V_1} \quad (29)$$

Aparece o peso total do transformador, pois pode haver interesse em reduzi-lo, alterando pouco o custo mínimo.

Os diâmetros calculados terão de ser arredondados. O primário pode ser arredondado para um diâmetro inferior, caso não esteja muito afastado. O secundário deve ser sempre arredondado para valores superiores.

Em vez das medidas do núcleo (10; 6; 4) com um custo de cerca de 10€, se empregarmos as medidas (11,1;5;4) tem-se um custo de 8€ o que traduz uma economia em material superior a 20%; se atendermos à forte redução de espiras, 794 → 510, também se reduz muito o tempo em

Eletrotecnia

que a máquina de bobinar está a trabalhar. Estes cálculos foram feitos para a chapa de Fe-Si a 1,5€/kg e o fio de cobre a 12,5€/kg utilizando as equações inseridas em folha de cálculo. Está disponível a folha de cálculo em www.marioloureiro.net/conhecimentocentif.htm.

Parte 8.2 - Quadros elétricos e instalações elétricas

1992 (desde) – Electrificação e instalação da fábrica www.Lourotronica.pt

Na electrificação da fracção do edifício fabril, situada na Rua da Cabine, nº5, Palheira, Coimbra, empregaram-se inicialmente calhas metálicas de 150mm de largura, que permitiram além de suportarem os cabos de abastecimento eléctrico, pendurar os tubos de ar comprimido, passar os cabos de telecomunicações, da rede informática, a linha de 12VDC, o som e outros.

Ao construir o quadro para estas instalações o autor aplicou-lhe um detetor de fases para proteger o compressor uma vez que a proteção térmica acoplada ao contator pode ser insuficiente e aplicou três voltímetros para controlo da tensão de abastecimento.

Depois de 9/2006 foram retirados do quadro geral os voltímetros para aplicar mais dois diferenciais, ficando as tomadas monofásicas protegidas a 30mA.

Com a remodelação de 2007/8 fez-se o abastecimento eléctrico das máquinas novas, a electrificação do novo escritório, da nova sala de reuniões/formação em que se aplicou um quadro parcial, das novas instalações sanitárias, da estufa de pintura, a aplicação de iluminação de emergência/sinalização, no escritório e sala de formação empregaram-se calhas plásticas, enquanto que nos WCs foram abertos rasgos/sulcos e empregou-se tubagem plástica. Foram instalados ventiladores nos WCs e estufa.



Imagem 8.4A - Quadro abastecimento/geral



Imagem 8.4B - quadro parcial da sala de reuniões

Eletrotecnia

2006 - Quadros eléctricos com vários diferenciais

Introdução - Com a nova regulamentação de instalações eléctricas em Portugal, Portaria n.º 949-A/2006 de 11 de Setembro, deixa de ser obrigatório o emprego do diferencial geral, mas sim do disjuntor com corte do neutro (caso seja utilizado), os diferenciais podem e devem ser parciais, (não quer dizer que além do geral se pudessem empregar parciais e para prevenir a avaria de algum parcial pode-se empregar um geral com um valor superior) tal contribuiu para o aumento da segurança ao usar diferenciais sensíveis de 30mA que previnem melhor os acidentes como os choques eléctricos (electrocussão) e os incêndios em edifícios.

Para prevenção de electrocussão as estruturas metálicas tem de ser electricamente ligadas à terra e o(s) diferencial(is) de alimentação eléctrica devem ser de 30mA e manterem-se em bom estado de funcionamento. Os diferenciais de 300mA não são aconselháveis porque pode-se morrer electrocutado a partir da intensidade eléctrica de 50mA e, nessa medida, de acordo com a Portaria n.º 949-A/2006 de 11 de Setembro, disponível em www.DRE.pt só são permitidos se o valor resistivo da resistência de terra for inferior a 166Ω.

Para utilizar variadores de frequência no controlo da velocidade de motores trifásicos é aconselhável a utilização do diferencial do tipo imunizado ou super imunizado, devido aos picos de interferências ao serem conduzidos à terra pelos condensadores (dos filtros) provocarem facilmente o disparo do diferencial convencional. Esta é uma situação que também ocorre com os PCs domésticos uma vez que o filtro tem condensadores entre a fase e o neutro à terra, chegando por vezes a ficar em curto-circuito impedindo o funcionamento de toda a instalação eléctrica protegida por um único diferencial.

2007 - Quadro não metálico para restaurante ocasional das feiras

Neste tipo de serviço são empregues diversos projectores de iodetos metálicos no exterior, armaduras com lâmpadas fluorescentes de diversos tipos embutidas nos tectos das várias partes que compõem o pavilhão desmontável. Este tipo de iluminação tem caixa metálica ligada à terra e com excepção dos modelos pequenos que têm reactâncias (bobinas) electrónicas tem as reactâncias convencionais com chapa Fe-Si que também estão ligadas à terra, à mínima fuga provocam o disparar do diferencial, ora se só haver um diferencial toda a instalação fica comprometida. Com vários diferenciais é mais fácil encontrar a origem da fuga sem

Eletrotecnia

comprometer toda a instalação. O ideal é um diferencial por cada utilização mas devido ao custo há um compromisso entre custo e o ideal.

Para melhorar o circuito os disjuntores monofásicos deveriam ser do tipo de corte ao neutro mas oneram o custo do quadro, assim se numa secção uma das saídas tiver em fuga à terra pelo neutro tem de se desligar do quadro os cabos lá ligados até identificar o cabo com fuga.

Este quadro que se exhibe foi feito para o pavilhão do “Restaurante Quinito” de Maria de Fátima Portela de Lisboa, que faz festas, romarias e feiras em Portugal.

Ele é feito numa caixa não metálica de acordo com as novas regras de segurança uma vez que não é para estar fixado permanente, possui quatro diferenciais de 30mA, um bipolar por fase para distribuir o consumo de energia pelas três fases das vinte e oito tomadas monofásicas e mais um diferencial tetrapolar por duas saídas trifásico.

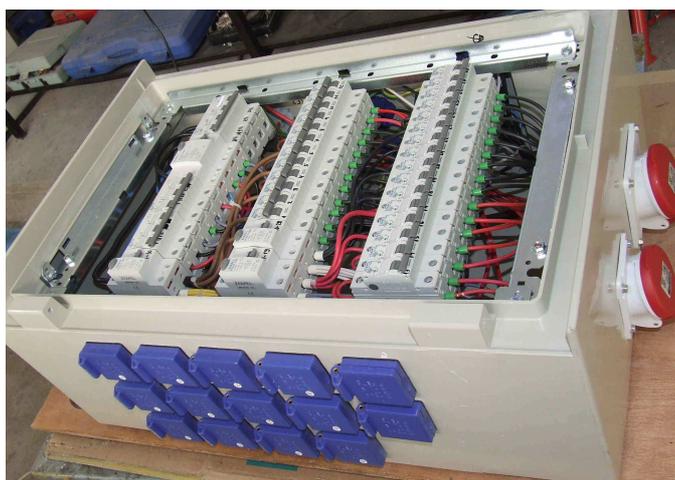


Imagem 8.5 - Quadro móvel do “Restaurante Quinito”

2010 - Quadro elétrico para espetáculos de circo itinerante de 260A

O autor remodelou o quadro que funciona no exterior do circo itinerante de Victor Hugo Cardinali (VHC), com duas caixas, que ficaram unidas, ambas feitas em resina poliéster com o índice de proteção IP66. Levaram só tomadas IP67 de saída uma vez que se destinava a estar no exterior do circo, sujeita à água da chuva. Na remodelação aproveitou-se ao máximo os materiais já existentes.

A caixa da esquerda destina-se ao abastecimento e saída para outro quadro, ficando fechado por duas fechaduras que devem ser diferentes para maior segurança. A caixa da direita contém as saídas com tomadas IP67.

Eletrotécnia

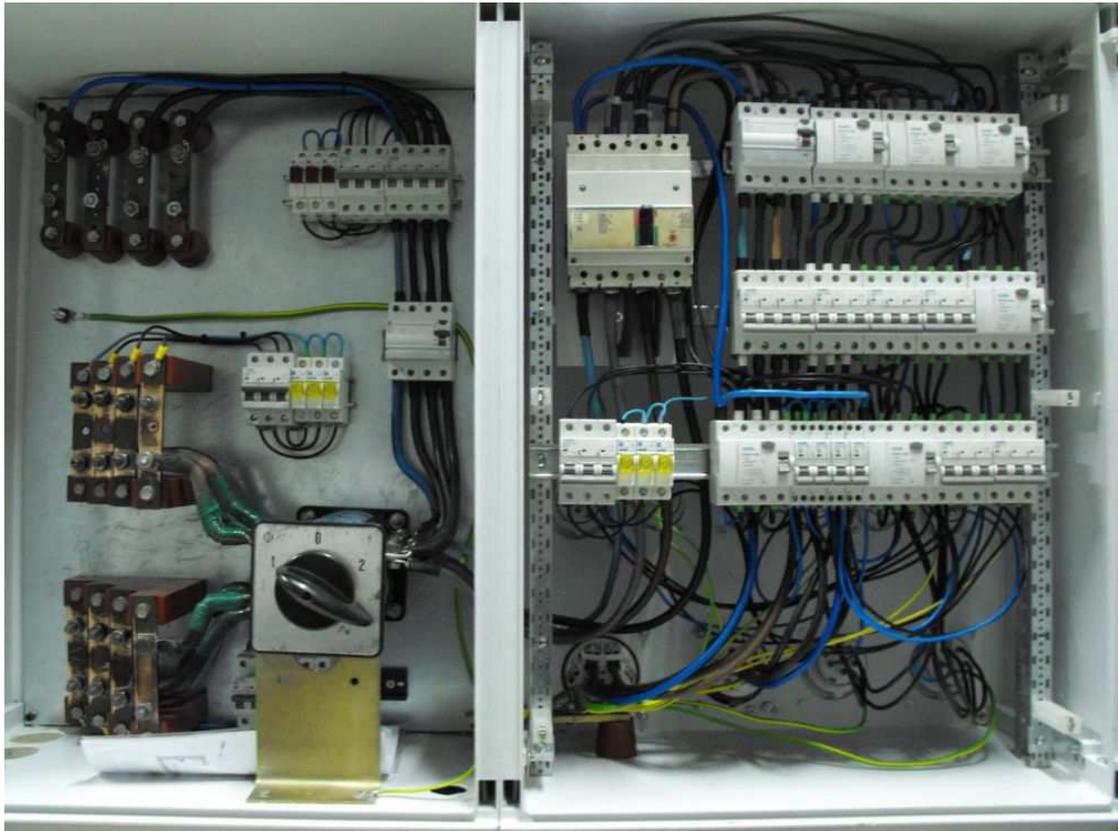


Imagem 8.6 - Quadro do circo VHC, antes de levar a frente na caixa direita



Imagem 8.7 - Quadro de VHC com estrutura de suporte e tomadas de saída IP67 na traseira

Eletrotécnica

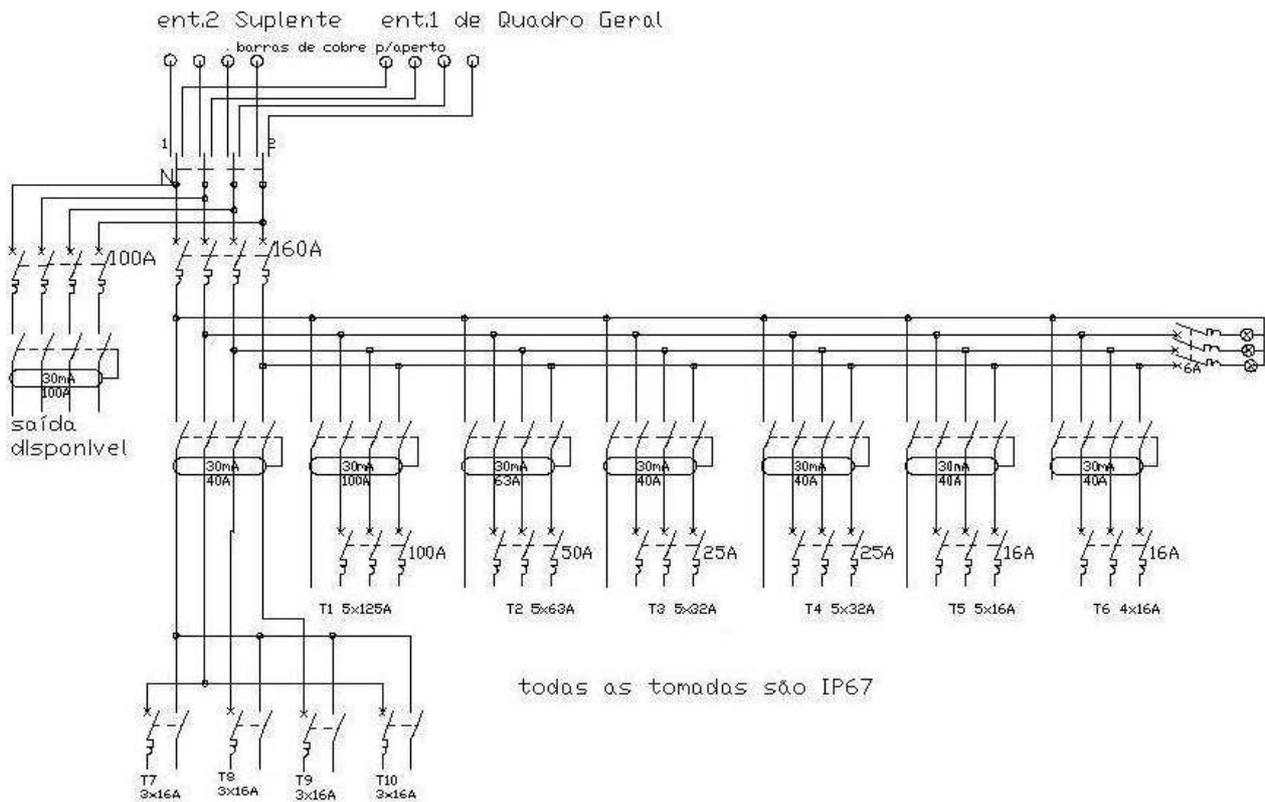


Imagem 8.8 - Esquema do quadro de 260A de VHC

Para maior fiabilidade as tomadas monofásicas são protegidas com disjuntores com corte de neutro.

2010 - Quadro elétrico para espetáculos de circo itinerante de 63A

O autor concebeu e fez ainda um quadro com caixa IP66, com três diferenciais, com duas saídas trifásicas e 15 monofásicas, todas IP67, para abastecer auto-vivendas, a bilheteira e o bar que até então tinham funcionado em monofásico.



Imagem 8.9 - Quadro de 63A, do circo VHC com estrutura de suporte e tomada macho de alimentação

Eletrotécnica

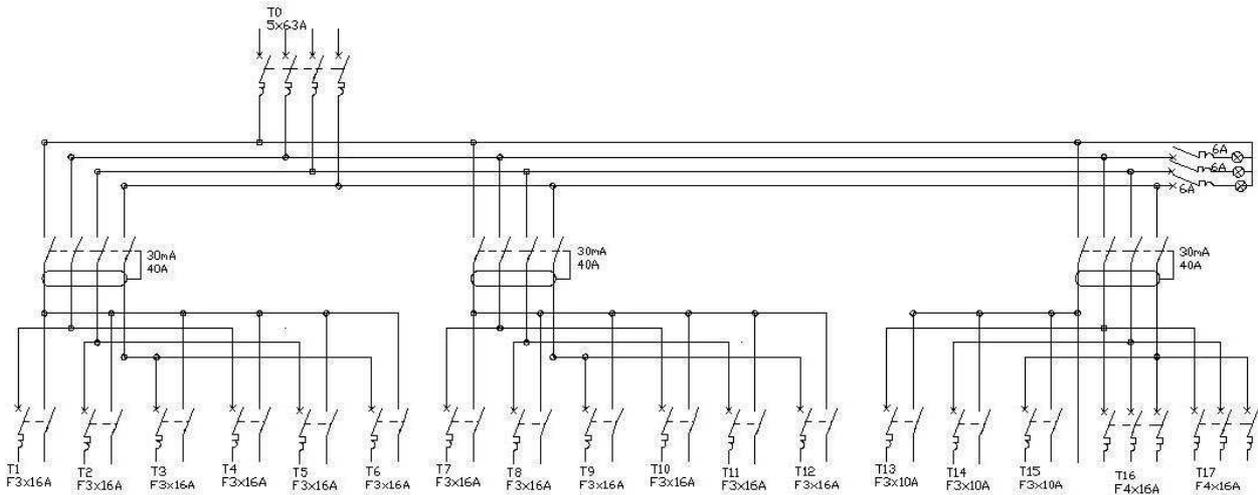


Imagem 8.10 - Circuito do quadro de 63A, do circo VHC

2010 - Quadro eléctrico de pão com chouriço ocasional, www.OTomarenses.com

Este circuito foi feito para a empresa “Fresco Lda” de Tomar, que faz festas, romarias e feiras em Portugal. Tem quatro diferenciais, apresentando uma razoável operacionalidade do serviço com segurança evitando as interrupções gerais que costumavam acontecer quando só havia um diferencial geral. Quem não se preocupar com o custo poderá empregar um diferencial por saída mas existem outras desvantagens além do custo como o peso, dimensões e volume.

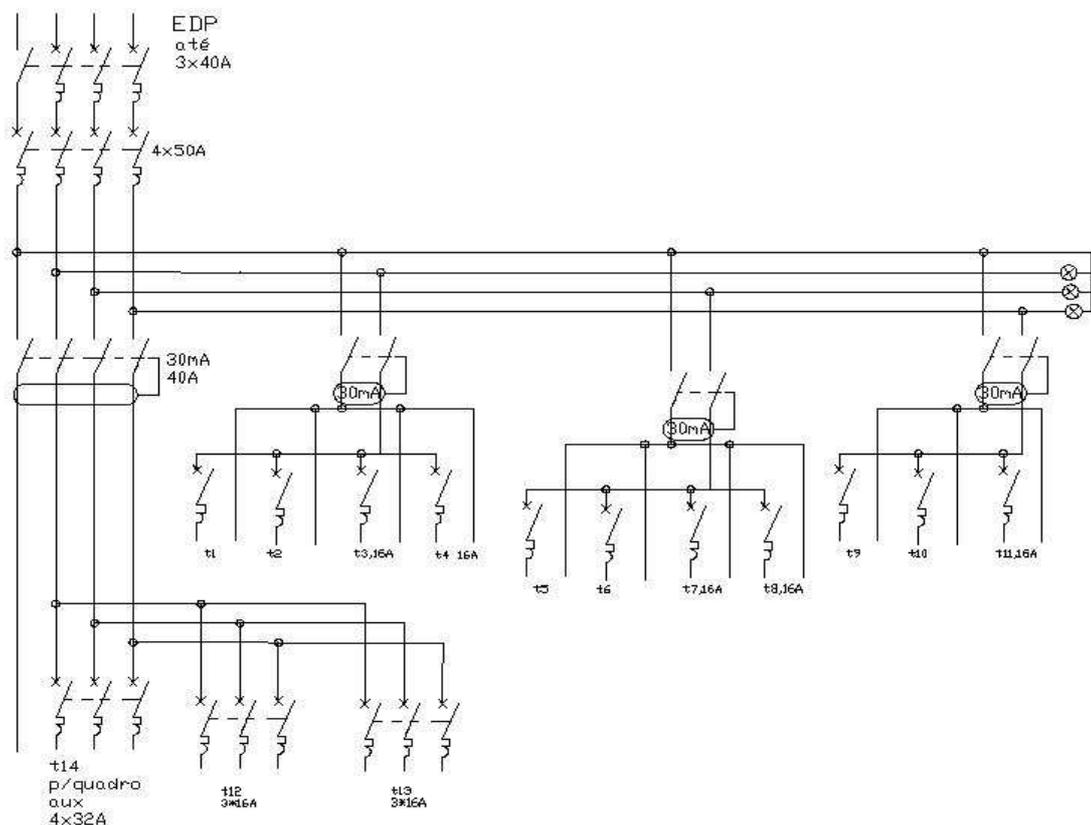


Imagem 8.11 - Esquema do primeiro quadro adquirido pela empresa Fresco Lda

Parte 8.3 - Automatismos elétricos

2003 - Comando para divertimento - Twister

Este circuito foi concebido e montado nas instalações de António Manuel Dias Teixeira, construtor de veículos, caravanas comerciais, divertimentos, que precisou que o autor lhe fizesse o comando para o divertimento que estava a finalizar www.andite.com.

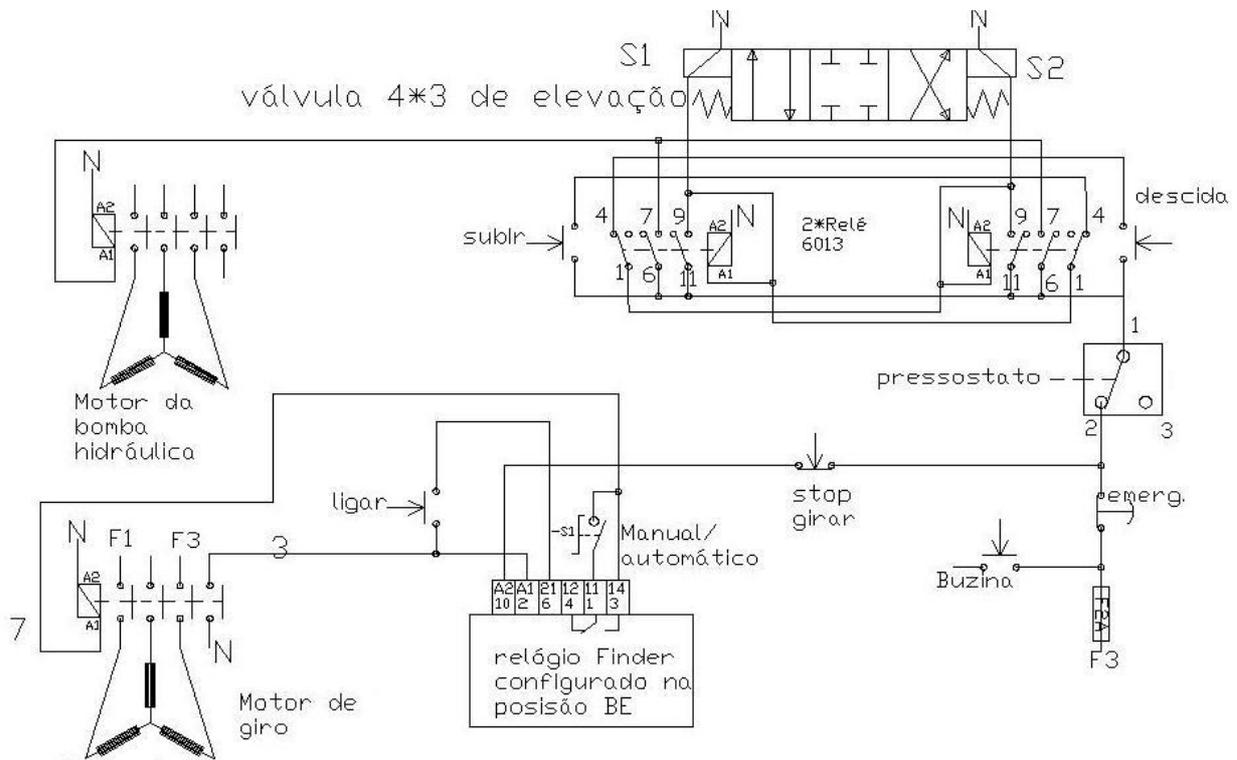


Imagem 8.12 - Comando de divertimento - Twister

2009 - Circuito de alarme de falta de eletricidade.

Este circuito foi feito para ligar uma sirene aquando a falta de eletricidade, pois o fornecimento de oxigénio aos aquários depende dela.

Os tubarões do circo itinerante “Aquático Show” de João Jorge Magalhães Azevedo, não podiam estar sem oxigénio. Se faltar a eletricidade tem de se ligar o gerador de emergência que não tem um quadro automático de arranque.

São apresentados dois circuitos conforme a tensão de funcionamento do relé disponível ou a utilizar.

Eletrotecnia

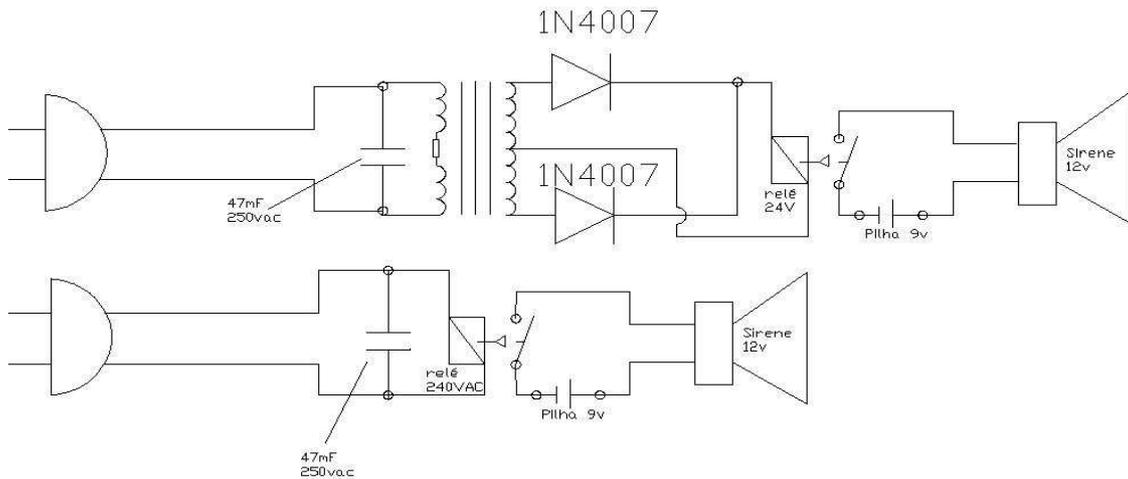


Imagem 8.13 - Circuito de alarme de falta de eletricidade

O condensador de 47nF próprio para 230VAC é muito importante para suprimir picos de interferência que podem queimar instantaneamente bobinas como a do relé ou a do transformador.

2009/2010 - Quadro elétrico de divertimento com automatismos

O divertimento em questão é uma roda infantil de aviões a ar comprimido, fabricada em 1986 pela empresa "Safeco" de Saragoça, Espanha. O quadro de fábrica já não tinha todas as funções a funcionar bem, pelo que teve de ser renovado



Imagem 8.14A - "Aéreo Canguru"



Imagem 8.14B - Quadro elétrico

Eletrotecnia

De vez em quando surgiam avarias pelo que era necessário fazer uma remodelação ao quadro.

De origem o quadro veio equipado com um auto-transformador trifásico de 380-220; 210; 200; 190;... para corrigir a tensão quando esta é reduzida e preparado para funcionar em regiões aonde não há fio da ligação do neutro. A diferença entre fases nessas regiões é 220VAC como em alguns países do norte da Europa.

Qualquer aparelho ou lâmpada de 220 ou 230VAC é alimentado por duas fases. Como em Portugal não é assim o transformador foi removido e foi feito um novo circuito que apresenta algumas melhorias e mais funções.

O divertimento tem dois compressores de ar. Como arrancavam os dois instantaneamente tal provocava um pico de consumo que poderia fazer disparar o disjuntor de potência da EDP, assim um deles levou um circuito de "delay" para que arrancasse passado algum tempo como por exemplo 30 segundos é suficiente para o efeito pretendido. Há quem ligue os motores em estrela ou seja com as bobinas sujeitas a 230VAC pois o ponto comum fica com cerca de zero VAC. Os motores trifásicos são fabricados para funcionar em estrela ou em triângulo.

Para reduzir a elevada corrente do arranque faz-se arrancar em estrela e depois passa-se a triângulo em que as bobinas estão sujeitas a duas fases, assim o motor tem mais potência ou seja aumenta a intensidade eléctrica. Neste caso não era possível fazer o arranque estrela triângulo, pois as bobinas dos motores são a 220VAC.

De origem o circuito vinha com dois diferenciais, para haver menos falhas de corte e identificar com mais facilidade as fugas levou um terceiro diferencial.

Como uma falha de neutro em sistemas alimentados a três fases e com consumos desiguais é fatal para alguns dos aparelhos ou lâmpadas lá ligadas e como a instalação eléctrica do centro do divertimento é alimentado através de anéis em latão foram ligados três anéis em paralelo, para assegurar que nunca falharia o neutro por causa de mau contacto das escovas aos anéis ou avaria.

Eletrotécnia

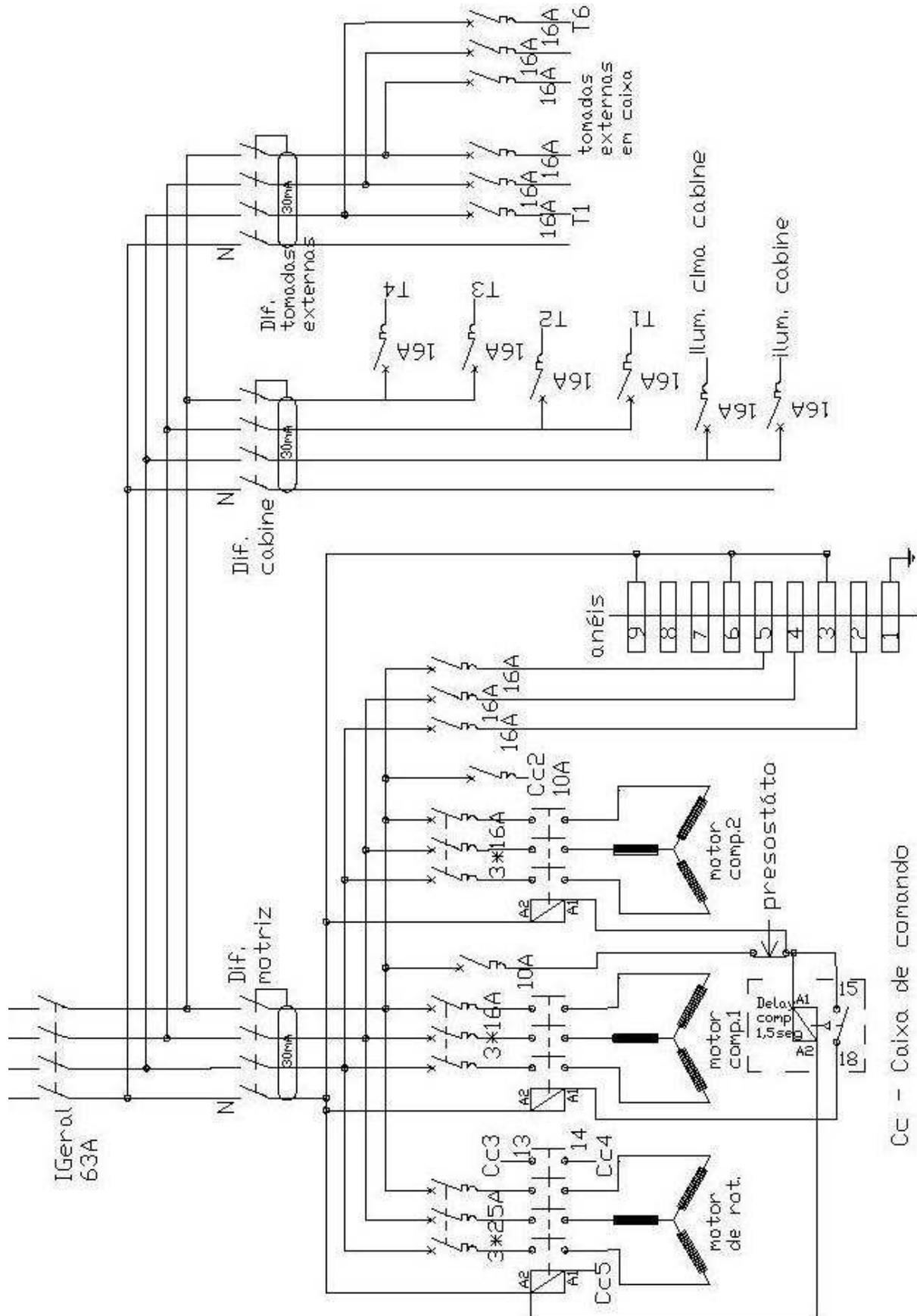


Imagem 8.15 - Quadro elétrico com automatismos do divertimento "Aéreo Canguru"

Eletrotécnia

O circuito atrás exibido é o do divertimento da página anterior. Este circuito foi concebido todo de raiz para o divertimento em questão, devido a:

- a) não haver qualquer esquema,
- b) o(s) anteriores proprietário(s) providenciaram alterações e reparações incompletas,
- c) não se conseguir identificar com facilidade o circuito existente,
- d) o circuito existente apresentava anomalias,
- e) o circuito não fazia algumas funções
- f) o circuito não tinha paragem de emergência

O autor concebeu este circuito em 2010 e em 2011 levou algumas alterações para atender as novas regras de segurança referidas pelo inspector do Instituto Electrotécnico Português (IEP) aquando a inspeção anual obrigatória.

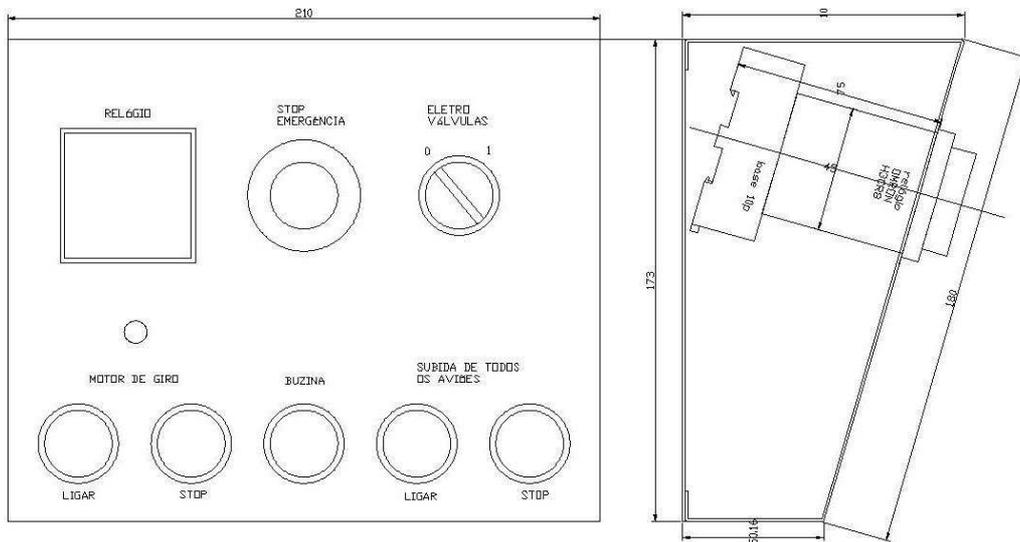


Imagem 8.17 - Projeto de caixa de comando

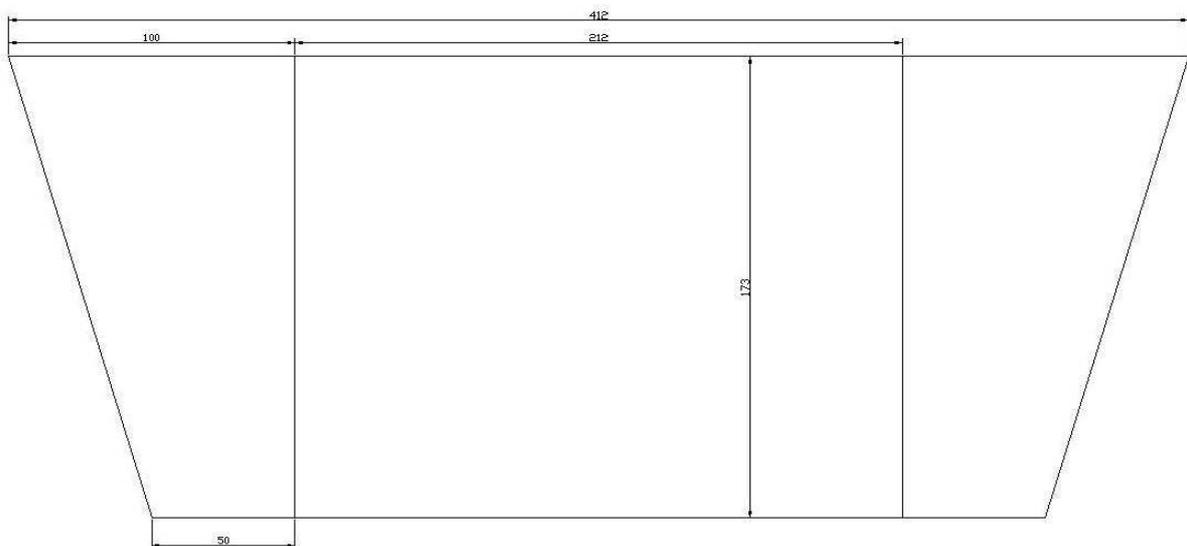


Imagem 8.18 - Traçado da base da caixa de comando

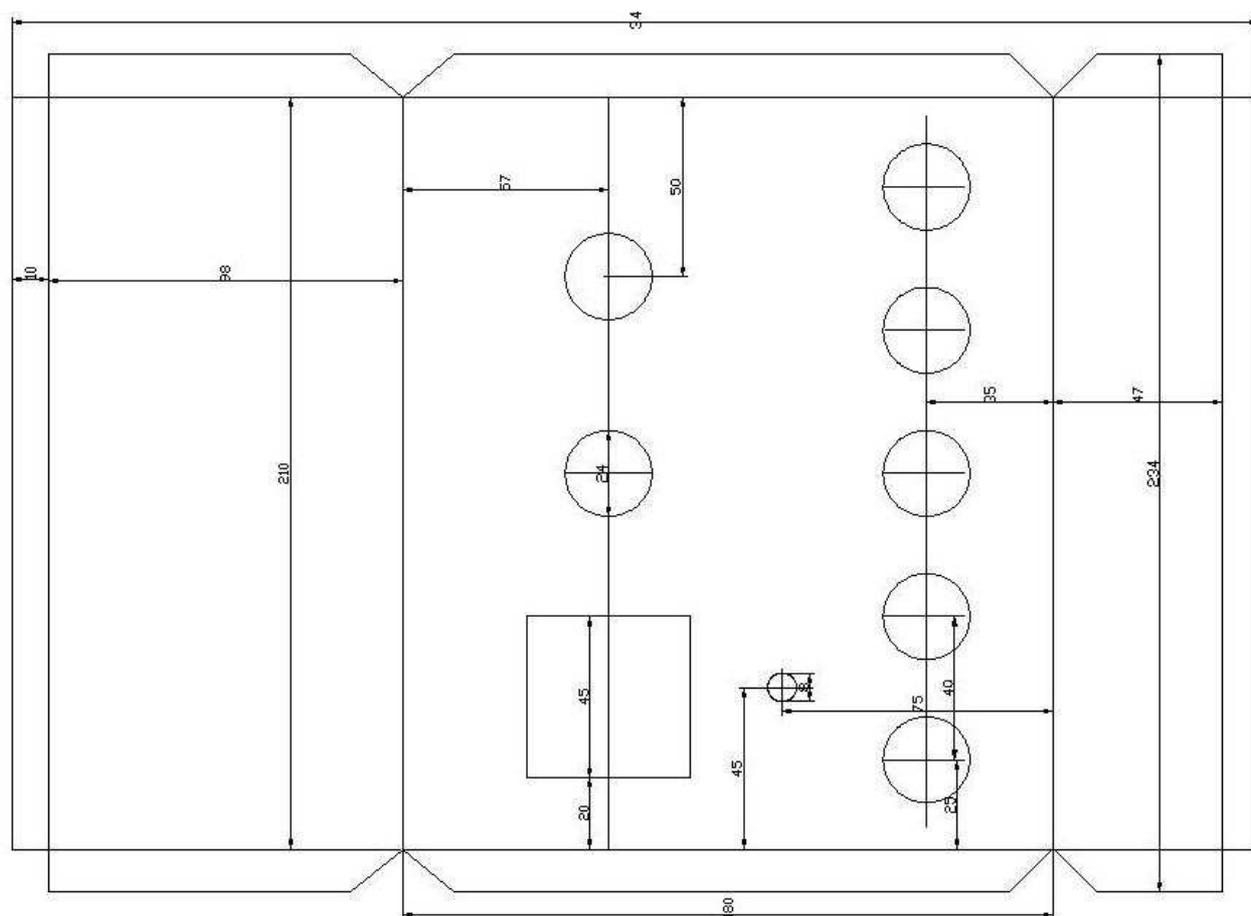


Imagem 8.19 - Traçado da parte de cima da caixa de comando

2011 - Circuito para cais de veículos pesados

O autor tentou reparar um circuito electrónico que controla a elevação de um cais, da marca “Combursa” modelo 960, mas como este tinha componentes SMD queimados (o “mosfet” de potência estava rachado), mesmo assim tentei substituir a fonte comutada por uma convencional mas o circuito não funcionou, assim não é viável a reparação. Geralmente os fabricantes não o fazem, pois fica mais barato introduzir um circuito novo do que reparar devido ao custo em mão de obra. Fui informado que o fabricante não fornecia uma placa assim tive de fazer o levantamento do circuito hidráulico e eléctrico existentes para poder projectar um circuito simples e fiável.

A empresa que executou a substituição das várias placas e a adaptação deste circuito foi a “Abel Pinheiro & Filhos Lda” com sede na Palheira, Coimbra. Em 10/2/2013 teve de levar a ligação de nivelar automaticamente com o excesso de peso.

Eletrotécnica

O circuito apresenta-se de seguida e é uma opção de substituição para o modelo referido.

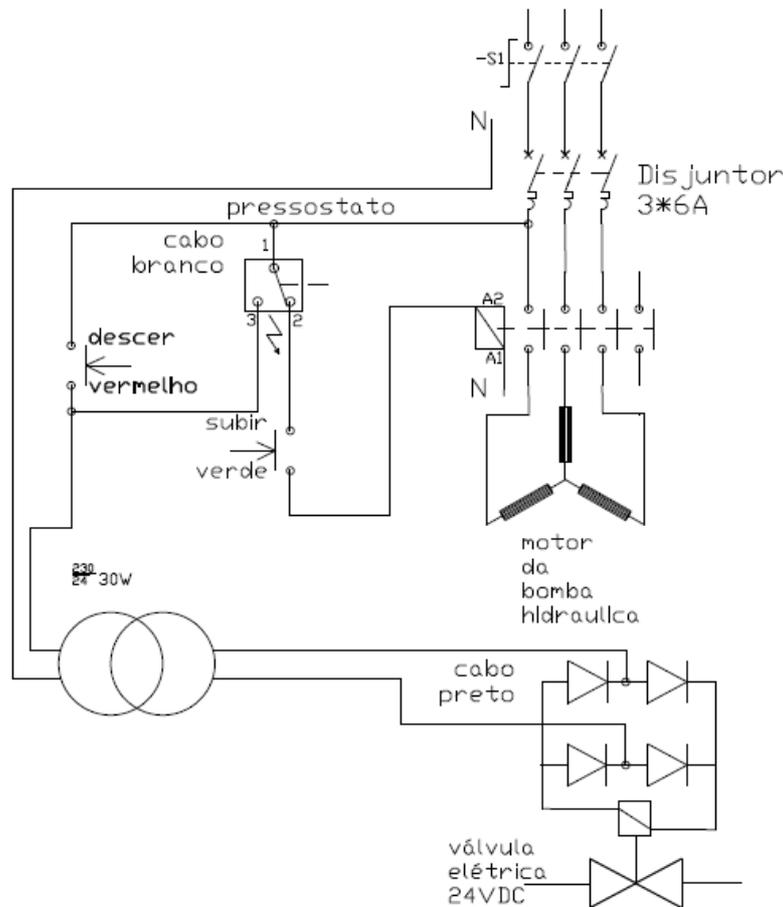


Imagem 8.20 - Circuito para cais Combursa modelo 960

2011 - Fonte para carros de choque de 400A/110VDC

Fonte fabricada pela empresa “Magno SI” de Espanha, que o autor recebeu em acordo extra judicial de uma ex sociedade que teve. Ela foi desmontada pelo autor e amigos de um reboque, mas quando ela foi entregue, dias mais tarde, pelo transportador estava bastante danificada, por falta de cuidado na carga, pelo que o autor reparou-a e remodelou-a para melhor.

O negativo da fonte passou a estar ligado permanentemente à terra, os contactos dos dois contactores que antes tinham de fazer inversão de polaridades passam a estar em paralelo, com a aplicação de fonte negativa para injectar as fichas do ficheiro, duplicou-se a intensidade dos contactos para o dobro, permitindo maior tempo de vida dos contactos de prata e aumentando a segurança eléctrica, também leva um detector regulável de corrente em excesso que previne estragos ou acidentes como o corte da rede, queimadoras nos clientes. Em caso de um curto-circuito de um carro em movimento, o comando desligará o contactor do positivo, sem as fichas

Eletrotécnia

dos clientes serem injectadas. A fonte negativa é dupla com duas saídas em paralelo, caso um dos diodos entre em curto-circuito fica o outro a funcionar. Tem um sistema de deteção de ficha encaixada no ficheiro (luz laranja) e tem luzes indicadoras de quando está ligado o positivo ou o negativo. Possui transformador de 24VAC para o funcionamento dos comandos com tensão reduzida.



Imagem 8.21- Fonte de 400A para carros de choque, sem tampa lateral de alimentação

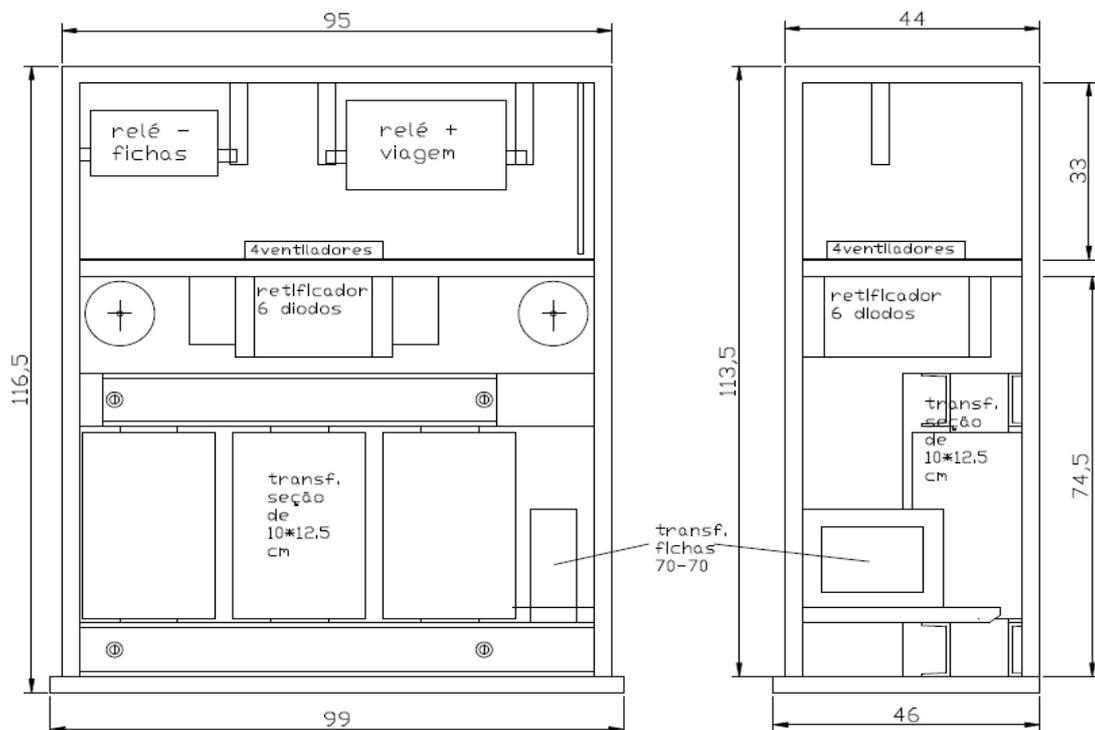


Imagem 8.22 - Desenho da fonte para carros de choque

Eletrotecnia

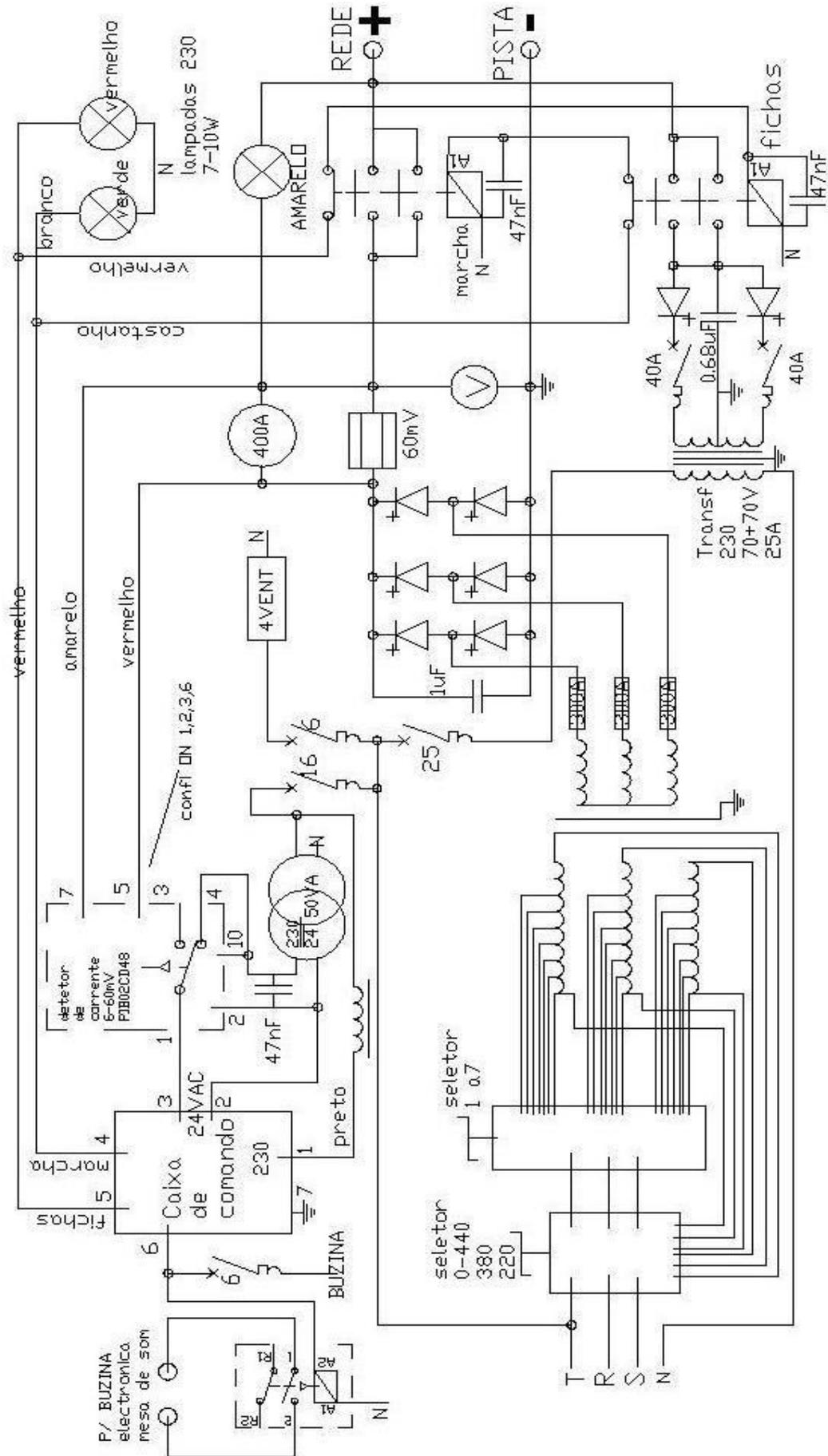


Imagem 8.23 - Esquema da fonte remodelada de 400A para carros de choque

Eletrotécnica

2012- Quadro com automatismo para diversão

O autor concebeu um quadro eléctrico não metálico para abastecimento de divertimento, giroscópio humano, com comandos de motor da bomba hidráulica, para atender às atuais exigências de segurança em vigor em Portugal.



Imagem 8.24 - Quadro geral com automatismo e botões na lateral exterior

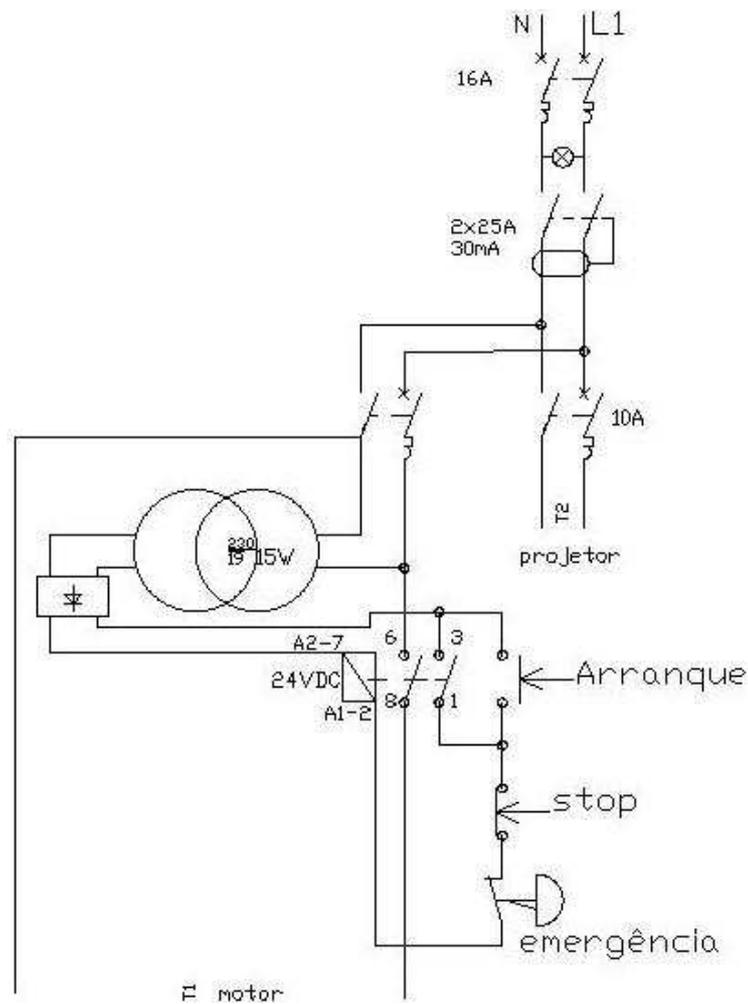


Imagem 8.25 - Esquema do quadro com automatismo para giroscópio humano

Eletrotécnia

2013 - Fonte para carros de choque de 250A/110VDC

A fonte foi remodelada e modernizada como a de 2011 mas de modo mais económico pois destina-se a ser suplente da outra fonte. Quando chegou às instalações do autor a mesma encontrava-se em estado de sucata, inclusive o cliente disse que o destino seria esse se não desse para reparar.



Imagem 8.26 - Fonte antes de ser remodelada

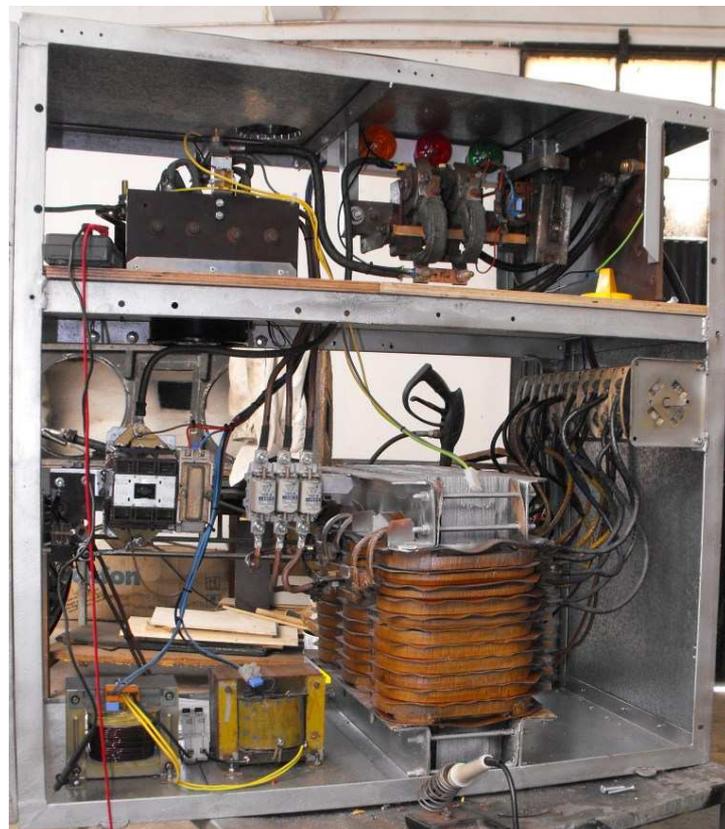


Imagem 8.27 - Fonte a ser remodelada

Eletrotécnia

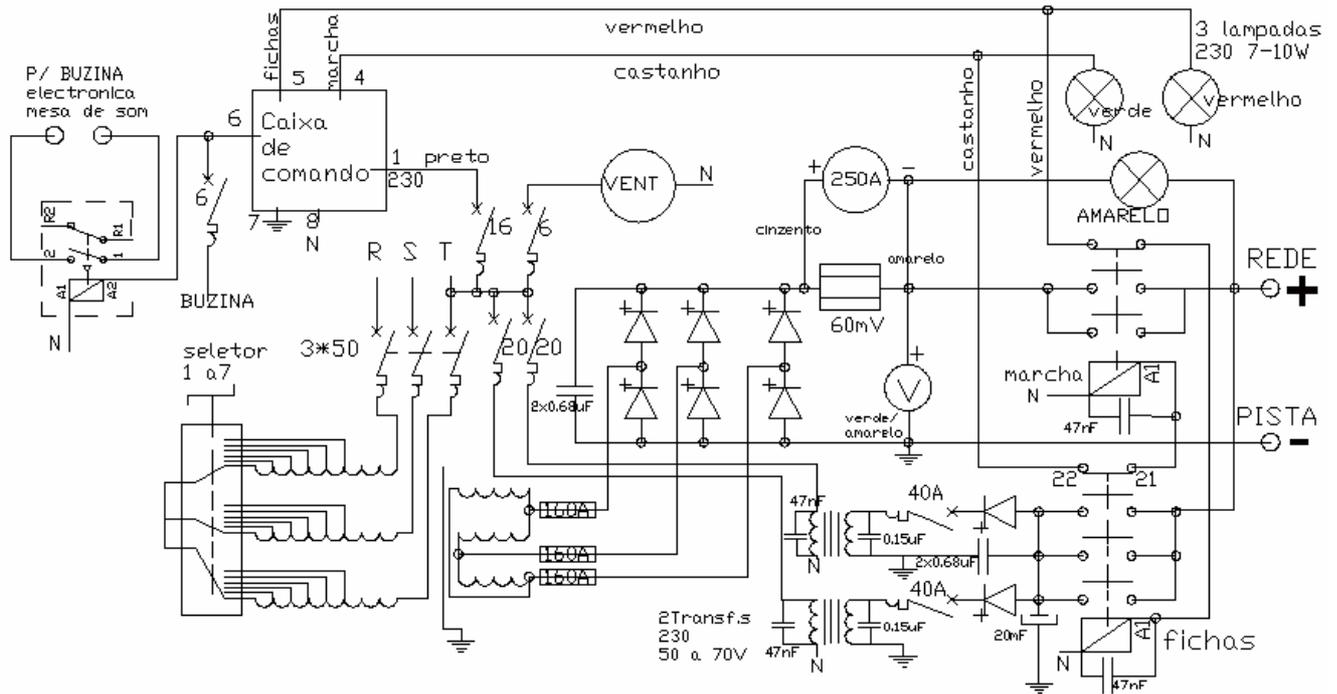


Imagem 8.28 - Circuito da fonte suplente

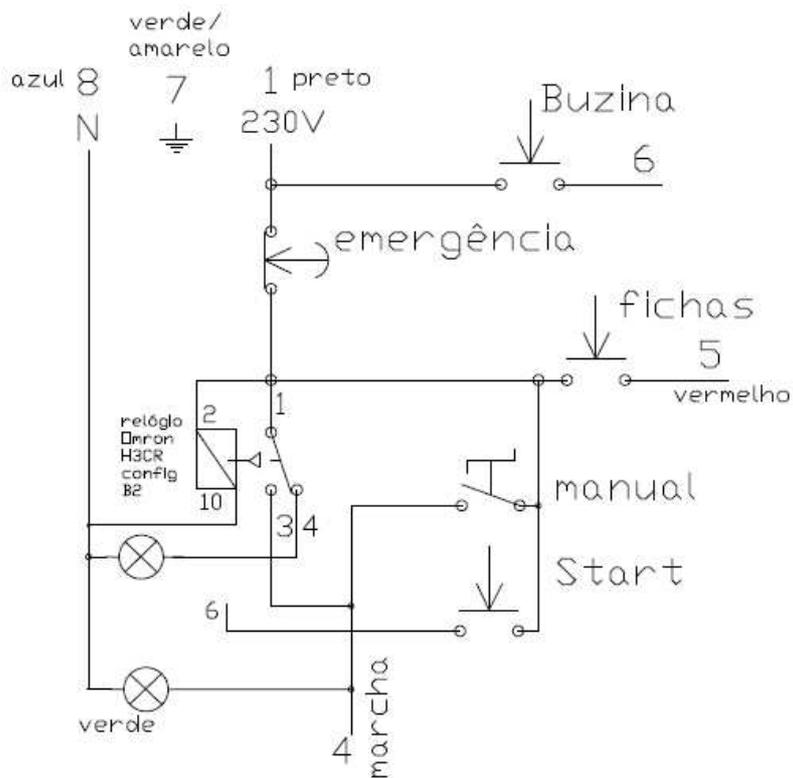


Imagem 8.29 - Circuito do comando suplente para esta fonte