



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ALUNO: Luciano de Macedo Barros

MATRÍCULA: 20621509

EMPRESA: METALÚRGICA SILVANA

PROFESSOR ORIENTADOR: Prof. Alexandre Cunha Oliveira

CAMPINA GRANDE, JUNHO DE 2009

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus, pela oportunidade de viver, buscando um maior crescimento moral e espiritual.

À minha mãe (Hermelinda) e a meu pai (Luzimar) que me deram todo o apoio, estrutura, confiança, carinho e amor, ao longo da minha vida. Aprendi com eles a ser uma pessoa boa. Aprendi o significado da palavra amar. Aprendi a ser um homem íntegro e honesto. Aprendi e aprendo muito com eles, todos os dias, que apesar da distância, sempre estiveram presentes, mesmo através de uma ligação ou em uma visita surpresa. Tenho neles a minha referência.

À minha segunda mãe (Nilza) por todo amor dedicado a mim nesses 25 anos de vida. Às minhas irmãs (Luzianne e Luciana) e a meu irmão (Luzemberg), por toda paciência, ajuda e amor nessa minha atual existência.

A meu avô. Homem visionário, com quem aprendi ensinamentos para toda vida. Em quem me espelho a cada dia para conquistar as virtudes e a sabedoria desse homem.

Ao amigo/professor Alexandre Cunha, com o qual em quase 4 anos de convívio, pude usufruir de uma excelente companhia. E mais uma vez aceitou me orientar nesse trabalho, ajudando com isso na minha formação. Tenho nele exemplo de obstinação, esforço e responsabilidade. Agradeço pelos puxões de orelhas, paciência, enfim por toda a ajuda.

À obreira de última hora, minha namorada (Tarsila Livia), por ter chegado no momento exato, me dando carinho, amor, amizade, estando sempre presente. Com quem eu encontrei e encontro, por diversas vezes, a calma e o sorriso de que tanto preciso.

A todos os meus amigos e amigas, que tanto me ajudaram e me acolheram aqui em Campina Grande. Após uma saída tão precoce de casa, estando longe da família, fiz aqui nesta cidade, irmãos(ãs).

Agradeço a todos os funcionários da metalúrgica Silvana, por todo o apoio e paciência comigo. Em especial ao electricista Walber Luis, por todo o conhecimento aprendido por mim nestes dois meses de estágio. Aos engenheiros Ronaldo Farias e Gilvando Farias pela

oportunidade de estágio, pela paciência, pelos conhecimentos e conselhos aprendidos que vou poder utilizar ao longo da minha profissão de engenheiro.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
1.1. A Indústria Metalúrgica Silvana.....	7
2. DESCRIÇÃO DAS TIVIDADES DESENVOLVIDAS NA SILVANA	8
2.1 Proteção contra descargas atmosféricas	9
Considerações sobre a origem dos raios.....	9
Classificação das estruturas quanto ao nível de proteção.....	13
Sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA	13
Estruturas Comuns.....	13
Método de Faraday para proteção contra descargas atmosféricas.....	15
2.2 Dimensionamento de um SPDA.....	16
2.3 Estudo de cargas	20
2.4 Estudo de Cargas na Silvana	20
3. CONCLUSÃO	28
4. BIBLIOGRAFIA.....	29
5. ANEXO.....	30

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como finalidade apresentar as atividades desenvolvidas, em cumprimento de estágio curricular obrigatório para curso de graduação em Engenharia Elétrica, na metalúrgica Silvana, durante o período compreendido entre os meses de março e maio de 2009.

A indústria Metalúrgica Silvana localiza-se em Campina Grande, estando seu parque industrial situado a Avenida Assis Chateaubriand 4115, Distrito Industrial.

Serão apresentadas neste trabalho as atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado, realizado na Empresa Metalúrgica Silvana, onde foram desenvolvidas as seguintes atividades: i) verificação do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) e ii) Levantamento de Cargas da Unidade Industrial por Setor. Como atividades complementares foi realizado o acompanhamento de serviços de manutenção nas atividades cotidianas da empresa.

O trabalho está organizado em 5 seções, onde na seção 2 será descrito as atividades realizadas na Silvana: verificar se o SPDA da indústria Silvana encontra-se de acordo com as normas e será realizado o estudo das cargas da empresa com objetivo de verificar se algum transformador está trabalhando com sobrecarga, como também, conhecer mais a própria carga, para futura ampliação metalúrgica.

Na Fig. 1 é possível ver o organograma da Silvana. Durante o estágio foi acompanhado o funcionamento de cada setor. As atividades que serão abordados neste relatório ocorreram em todos os setores.

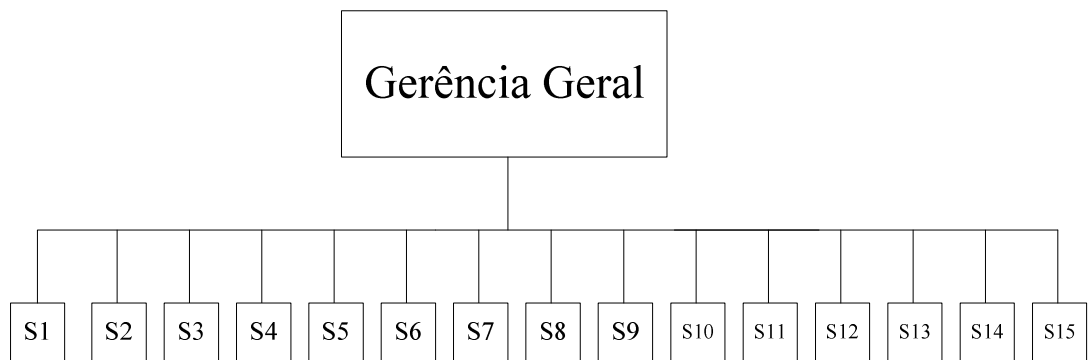


Fig.1. Organograma da Silvana.

Onde,

S1 – Refeitório;

S2 – Solda Ponto;

S3 – Estamparia I e II;

S4 – Ferramentaria;

S5 – Manutenção;

S6 – Montagem;

S7 – Pinos e Parafusos;

S8 – Injetoras;

S9 – Prensas OMPSA;

S10 – Galvanoplastia;

S11 – Polidoras;

S12 – Verniz Clear;

S13 – Tamboreamento;

S14 – Secagem e Pintura;

S15 – Bloco F.

1.1. A Indústria Metalúrgica Silvana

Fundada em 1964, a Indústria Metalúrgica Silvana cresceu fundamentada pela força e perseverança, moldada sempre pela competência e visão de futuro de seus fundadores em desenvolver produtos que atendam as exigências do mercado. Hoje a indústria detém um moderno centro de produção, dotado de equipamentos de última geração, localizado na cidade de Campina Grande, Paraíba, que gera centenas de empregos, diretos e indiretos, favorecendo o crescimento da região. Na Fig. 2 é possível ver uma parte da indústria Silvana.



Fig. 2. Indústria Metalúrgica Silvana

Atuante em todo território nacional no ramo de produtos metalúrgicos para a construção civil e movelaria, a Silvana deu início ao processo de expansão ao mercado internacional, visando a maior abrangência e fortalecimento comercial da sua marca.

Buscando oferecer produtos de maior qualidade a preços competitivos, a Silvana alcançou a certificação ISO 9001:2000 na unidade de negócios Perfis e Telhas Galvanizadas, entrando assim no seleto grupo de indústrias com Sistema Gerencial voltado para a qualidade e satisfação dos clientes, atendendo aos requisitos das normas internacionais.

São mais de 40 anos de história e compromisso firmado com a qualidade e credibilidade de seus produtos. Tudo isso tornou a Silvana uma das empresas mais modernas do segmento no país.

2. DESCRIÇÃO DAS TIVIDADES DESENVOLVIDAS NA SILVANA

Para o plano de trabalho a ser desenvolvido durante o período de estágio na Silvana, foi proposto a verificação de um dos blocos (bloco A) da fábrica quanto a questão dos sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA). Sendo observado a parte superior do bloco, para verificação de como a malha de proteção está disposta, como o espaçamento entre os cabos. Foi conferido também o número de condutores de descida.

A outra atividade foi a realização do levantamento de cargas da indústria, sendo esta análise feita dividida por setores. Foram realizadas medições em motores, medindo-se o valor das correntes e tensões durante os seus funcionamentos. Este trabalho tem como finalidade saber se algum transformador está trabalhando com sobrecarga e conhecimento das próprias cargas da indústria para uma futura ampliação.

2.1 Proteção contra descargas atmosféricas

As descargas atmosféricas causam sérias perturbações nas redes aéreas de transmissão e distribuição de energia elétrica, além de provocarem danos materiais nas construções atingidas por elas, sem contar os riscos de vida a que as pessoas e animais ficam submetidos.

As descargas atmosféricas induzem surtos de tensão que chegam a centenas de kV nas redes aéreas de transmissão e distribuição das concessionárias de energia elétrica, obrigando a utilização de cabos-guarda ao longo das linhas de tensão mais elevada e pára-raios a resistor não-linear para a proteção de equipamentos elétricos instalados nesse sistema.

Quando as descargas elétricas entram em contato direto com quaisquer tipos de construção, tais como edificações, tanques metálicos de armazenamento de líquidos isolados da terra, partes estruturais ou não de subestações, são registrados grandes danos materiais que poderiam ser evitados caso essas construções estivessem protegidas por Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas – SPDA.

Considerações sobre a origem dos raios

Ao longo dos anos, várias teorias foram desenvolvidas para explicar o fenômeno dos raios. Atualmente tem-se como certa que a fricção entre as partículas de água, que formam as nuvens, provocada pelos ventos ascendentes de forte intensidade, dá origem a uma grande quantidade de cargas elétricas. Verifica-se experimentalmente na maioria dos fenômenos atmosféricos que as cargas elétricas positivas ocupam a parte superior da nuvem, enquanto as cargas elétricas negativas se posicionam na sua parte inferior, acarretando conseqüentemente uma intensa migração de cargas positivas na superfície da terra para a área correspondente à localização da nuvem, conforme se pode observar na Fig. 3. Dessa forma, as nuvens adquirem uma característica bipolar.

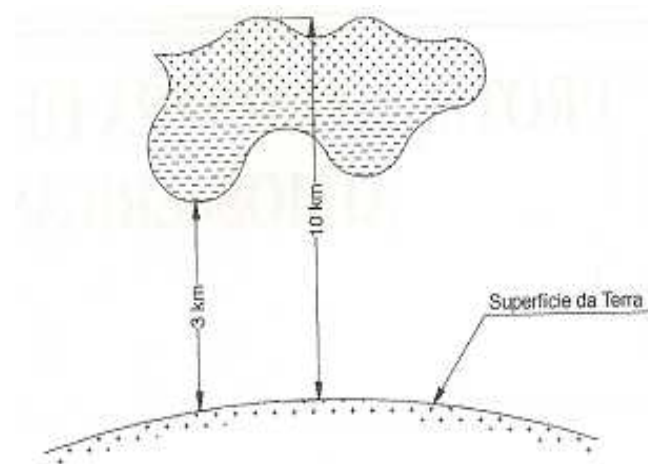


Fig. 3. Distribuição das cargas elétricas da nuvem e do solo.

Como se pode deduzir pela Fig. 3, a concentração de cargas elétricas positivas e negativas numa determinada região faz surgir uma diferença de potencial entre a terra e a nuvem.

No entanto, o ar apresenta uma determinada rigidez dielétrica, normalmente elevada, que depende de certas condições ambientais. O aumento dessa diferença de potencial, que se denomina gradiente de tensão, poderá atingir um valor que supere a rigidez dielétrica do ar interposto entre a nuvem e a terra, fazendo com que as cargas elétricas migrem na direção da terra, num trajeto tortuoso e normalmente cheio de ramificações, cujo fenômeno é conhecido como descarga piloto. É de aproximadamente 30 kV/cm o valor do gradiente de tensão para o qual a rigidez dielétrica do ar é rompida.

A ionização do caminho seguido pela descarga piloto propicia condições favoráveis de condutibilidade do ar ambiente. Mantendo-se elevado o gradiente de tensão na região entre a nuvem e a terra, surge, em função da aproximação do solo de uma das ramificações da descarga piloto, uma descarga ascendente, constituída de cargas elétricas positivas, denominada descarga ascendente de retorno da terra para a nuvem, originando-se em seguida a descarga principal no sentido da nuvem para a terra, de grande intensidade, responsável pelo fenômeno conhecido como trovão, que é o deslocamento da massa de ar circundante ao caminhamento do raio, em função da elevação de temperatura e, conseqüentemente, do aumento de volume.

Se as nuvens acumulam uma grande quantidade de cargas elétricas que não foram neutralizadas pela descarga principal inicia-se as chamadas descargas reflexas ou múltiplas cujas características são semelhantes à descarga principal. Pode ser visto na Fig. 4 uma fotografia de uma descarga atmosférica, fenômeno característico de descargas múltiplas. As descargas reflexas podem acontecer por várias vezes após cessada a descarga principal.

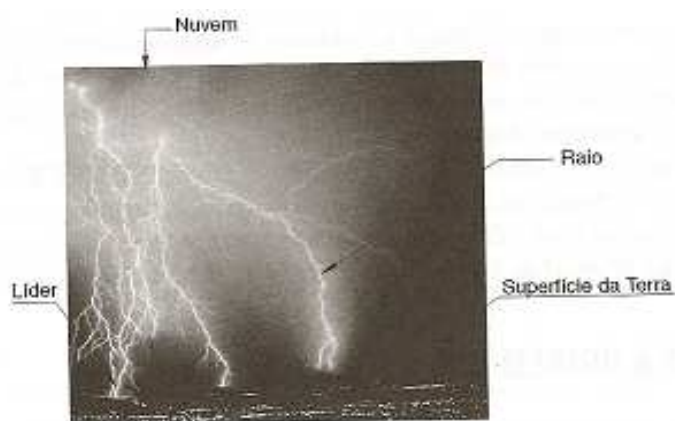


Fig. 4. Descargas atmosféricas múltiplas

Tomando-se como base as medições feitas na Estação do Monte San Salvatori, as intensidades das descargas atmosféricas podem ocorrer nas seguintes probabilidades:

- 97 % \leq 10 kA;
- 85 % \leq 15 kA;
- 50 % \leq 30 kA;
- 20 % \leq 15 kA;
- 4 % \leq 80 kA;

Também ficou comprovado que a corrente de descarga tem uma única polaridade, isto é, uma só direção. Uma onda típica de descarga atmosférica foi determinada para efeito de estudos específicos. A Fig. 5 mostra a conformação dessa onda em função do tempo.

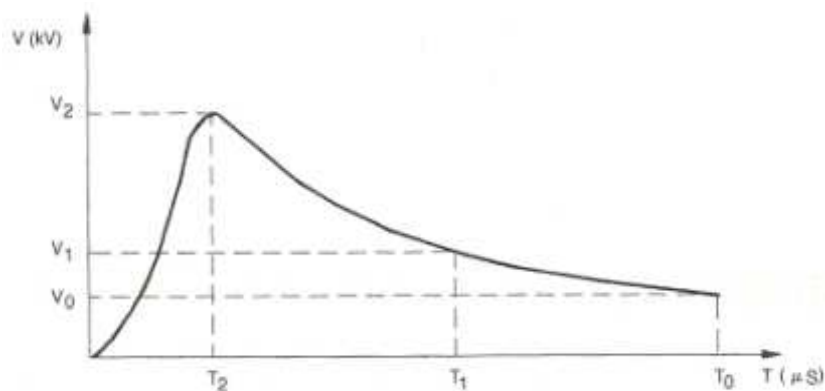


Fig. 5. Formato característico de uma onda de descarga atmosférica.

A onda atinge o seu valor máximo de tensão V_2 num tempo T_2 , compreendido entre 1 e 10 μs . Já o valor médio V_1 , corresponde ao valor médio da cauda da onda, é atingido num intervalo de tempo T_1 de 20 a 50 μs , caindo para $V \cong 0$ ao final de T_0 no intervalo de 100 a 200 μs . A onda de tensão característica foi normalizada para valores de $T_1 = 50 \mu\text{s}$ e $T_2 = 1,2 \mu\text{s}$, normalmente conhecida como onda de $1,2 \times 50 \mu\text{s}$. Já a onda característica da corrente de descarga foi normalizada para $T_1 = 20 \mu\text{s}$ e $T_1 = 8 \mu\text{s}$, também conhecida normalmente como onda de $8 \times 20 \mu\text{s}$.

O conhecimento da forma da onda e dos seus valores típicos de tensão e tempo, além dos percentuais de sua ocorrência, possibilita os estudos destinados ao dimensionamento dos pára-raios de proteção contra sobretensões nas linhas e redes elétricas e dos pára-raios de haste destinados à proteção de construções prediais e instalações em geral.

Classificação das estruturas quanto ao nível de proteção

Como se procurou mostrar anteriormente, as descargas atmosféricas podem danificar seriamente o patrimônio e vitimar as pessoas e animais quando estes se encontram dentro do campo elétrico formado entre a nuvem e o solo e sejam diretamente atingidos.

Mesmo com a instalação de um sistema de pára-raios, há sempre a possibilidade de falha desse sistema, podendo a construção protegida, neste caso, ser atingida por uma descarga atmosférica. A partir dessa premissa, a IEC 1024-1/NBR 5419/01 determina quatro diferentes níveis de proteção, com base nos quais devem ser tomadas decisões de projeto mais ou menos severas. Para o caso da indústria Silvana, o nível de proteção é o Nível III. Este nível refere-se às construções de uso comum, tais como os prédios residenciais, lojas de departamento e indústrias de manufaturados simples.

Sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA

Os requisitos básicos para a instalação de um SPDA dependem do tipo de estrutura que se quer proteger, conforme será estudado a seguir, e será exemplificado com o dimensionamento de um SPDA.

Estruturas Comuns

São assim consideradas as edificações residenciais, comerciais e industriais com exceção das chaminés. Os principais elementos utilizados num SPDA são:

Tabela 1. Classificação das estruturas quanto ao nível de proteção (Livro de Instalações Elétricas Industriais, Mamede Filho, J).

Classificação da Estrutura	Tipo da Estrutura	Efeitos das Descargas Atmosféricas	Nível de Proteção
	Residências	Perfuração da isolação de instalações elétricas, incêndio e danos materiais. Danos normalmente limitados a objetos no ponto de impacto ou no	III

		caminho do raio	
Estrutura comuns ¹	Fazendas, estabelecimentos agropecuários.	Risco direto de incêndio e tensões de passo perigosas. Risco indireto devido à interrupção de energia e risco de morte para animais devido à perda de controles eletrônicos, ventilação, suprimento de alimentação e outros	III ou IV ²
	Teatros, escolas, lojas de departamentos, áreas esportivas e igrejas	Danos às instalações elétricas (por exemplo: iluminação) e possibilidade de pânico. Falha do sistema de alarme contra incêndio, causando atraso no socorro	II
	Bancos, companhias de seguro, companhias comerciais e outros	Como acima, além de efeitos indiretos com a perda de comunicações, falhas dos computadores e perda de dados	II
	Hospitais, casas de repouso e prisões	Como para escolas, além de efeitos indiretos para pessoas em tratamento intensivo e dificuldades de resgate de pessoas imobilizadas	II
	Indústrias	Efeitos indiretos conforme o conteúdo das estruturas, variando de danos pequenos a prejuízos inaceitáveis e perda de produção	III
	Museus, locais arqueológicos	Perda de patrimônio cultural insubstituível	II
	Estruturas com risco confinado	Estações de telecomunicações, usinas elétricas, indústrias	Interrupção inaceitável de serviços públicos por breve ou longo período de tempo. Risco indireto para as imediações devido a incêndios e outros com risco de incêndio.
Estruturas com risco para arredores	Refinarias, postos de combustível, fábricas de fogos, fábricas de munição	Risco de incêndio e explosão para a instalação e seus arredores	I
Estruturas com risco para o meio ambiente	Indústrias químicas, usinas nucleares, laboratórios químicos	Risco de incêndio e falhas de operação, com conseqüências perigosas para o local e para o meio ambiente	I
<p>¹ETI (Equipamentos de Tecnologia da Informação) podem ser instalados em todos os tipos de estruturas, inclusive estruturas comuns. É impraticável a proteção total contra danos causados pelos raios dentro destas estruturas; não obstante, devem ser tomadas medidas (conforme a NBR 5419) de modo a limitar os prejuízos a níveis aceitáveis.</p>			

²Estruturas de madeira: nível III; estruturas nível IV. Estruturas contendo produtos agrícolas potencialmente combustíveis (pós de grãos) sujeitos à explosão são considerados com risco para arredores.

Método de Faraday para proteção contra descargas atmosféricas

Consiste em envolver a parte superior da construção com uma malha captora de condutores elétricos nus, cuja distância entre eles é função do nível de proteção desejado e dado pela Tabela 2 que estabelece a largura do módulo da malha de proteção, sendo que o comprimento do módulo não deve ser superior ao dobro da sua largura, ou seja:

$$L \leq K \times W \quad (1)$$

L - comprimento do módulo da malha;

W - largura do módulo da malha dada na Tabela 2;

K - fator de multiplicação, normalmente utilizado igual a 1,5.

O método de Faraday, ao contrário do método de Franklin (Método de Franklin: consiste em se determinar o volume de proteção propiciado por um cone, cujo ângulo de geratriz com a vertical varia segundo o nível de proteção desejado e para uma determinada altura da construção), é indicado, na prática para edificações com altura relativamente baixa, porém, com uma grande área horizontal, na qual seria necessária uma grande quantidade de captores do tipo Franklin, tornando o projeto muito oneroso. No entanto, para edificações com altura superior a 60 m é obrigatório o emprego do método de Faraday, de acordo com a NBR 5416/01.

O método de Faraday é fundamentado na teoria pela qual o campo eletromagnético é nulo no interior de uma estrutura metálica ou envolvida por uma superfície metálica ou por malha metálica, quando são percorridas por uma corrente elétrica de qualquer intensidade. A maior proteção que se pode ter utilizando o método de Faraday é construir uma estrutura e envolvê-la completamente com uma superfície metálica de espessura não inferior a 0,50 m, o que

obviamente não é uma solução de conteúdo prático, a não ser que a cobertura da edificação seja de telha metálica.

Para aplicar o método de Faraday, é necessário conhecer as seguintes prescrições:

- a abertura da malha é função do nível de proteção que se deseja adotar para uma particular estrutura;
- para se obter o mesmo nível de proteção oferecido pelo método de Franklin, estabelecer a largura mínima do módulo das malhas de proteção, segundo Tabela 2.
- Quanto menor for a abertura da malha protetora, maior a proteção oferecida pelo método de Faraday.

Tabela 2. Largura do módulo da malha de proteção

Nível de Proteção	Largura do Módulo de Proteção (m)
I	5
II	10
III	10
IV	20

2.2 Dimensionamento de um SPDA

A seguir demonstraremos o dimensionamento de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas com base no método de Faraday para um dos blocos (bloco A) da Silvana.

a) Dimensões da malha captora

- Construção com nível de proteção III

De acordo com a Tabela 2, a largura do módulo da malha de proteção é de 10 m. Já o seu comprimento pode ser dado pela equação 1, ou seja:

$$L \leq K \times W = 1,5 \times 10 = 15 \text{ m} \quad (2)$$

Logo as dimensões do módulo da malha protetora valem: 10m \times 15m.

- A área da construção vale:

$$S_{\text{cond}} = 75\text{m} \times 100\text{m} = 7.500 \text{ m} \quad (3)$$

b) Número de condutores da malha captora

- Na direção da maior dimensão da construção, segundo a Fig. 6, o número de condutores da malha captora vale:

$$N_{\text{cm1}} = \frac{100}{10} + 1 = 11 \quad \rightarrow \quad N_{\text{cm1}} = 11 \text{ condutores} \quad (4)$$

- Na direção da menor dimensão da construção, o número de condutores da malha captora vale:

$$N_{\text{cm2}} = \frac{75}{15} + 1 = 6 \quad \rightarrow \quad N_{\text{cm2}} = 6 \text{ condutores} \quad (5)$$

c) Número de condutores de descida

Deve ser função do nível de proteção desejado e do afastamento entre os condutores de descida, ou seja:

$$N_{cd} = \frac{P_{co}}{D_{cd}} \quad (6)$$

N_{cd} – número dos condutores de descida;

P_{co} – perímetro da construção, em m;

D_{cd} – distância entre os condutores de descida dada pela Tabela 3.

Tabela 3. Espaçamento médio dos condutores de descida não-naturais

Nível de Proteção	Largura do Módulo de Proteção (m)
I	5
II	15
III	20
IV	25

Logo,

$$D_{cd} = 20 \text{ (Tabela 3 – nível de proteção III)}$$

$$P_{co} = 2 \times 75 + 2 \times 100 = 350 \text{ m} \quad (7)$$

$$N_{cd} = \frac{P_{co}}{D_{cd}} = \frac{350}{20} = 17,5 \quad (8)$$

$$N_{cd} = 18 \text{ condutores}$$

d) Seção dos condutores da malha captora e de descida

Tabela 4. Seções mínimas dos condutores de um SPDA

Material	Captore e Anéis Intermediários	Condutor de Descida párea Estrutura até 20m	Condutor de Descida para Estrutura Superior a 20m	Eletrodo de Aterramento
	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)
Cobre	35	16	35	50
Alumínio	70	25	70	-
Aço galvanizado a quente ou embutido no concreto	50	50	50	80

$S_c = 16 \text{ mm}^2$, condutor de cobre, conforme a Tabela 4

Na Fig. 5 é possível ver o desenho da malha captora.

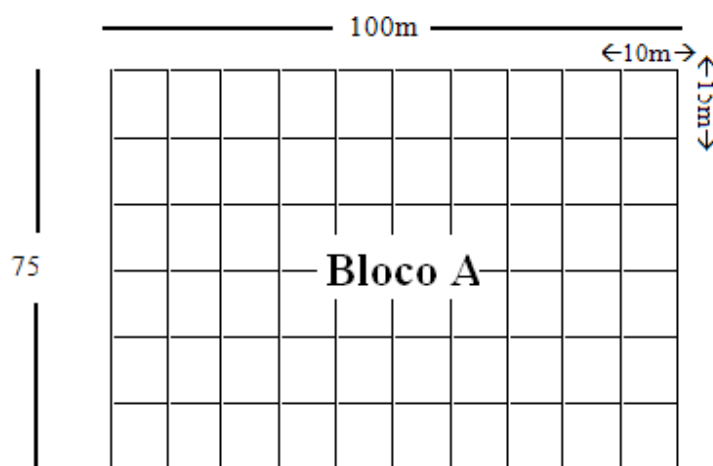


Fig. 6. Malha captora.

De posse dos cálculos realizados e após a observação de todo o bloco A (como a verificação da malha na parte superior do prédio, e o número de condutores de descida) em estudo, chegou-se a conclusão que o sistema de proteção para o referido bloco da Silvana encontra-se de acordo com a Norma NBR 5419.

2.3 Estudo de cargas

A partir da potência requerida pelos equipamentos de utilização (isto é, equipamentos que convertem a energia elétrica em energia útil como, por exemplo, luminárias, aparelhos de aquecimento, eletrodomésticos, dispositivos eletrônicos, motores e outros) é possível estimar o consumo de potência, determinar todos os pontos de utilização da instalação elétrica.

A determinação da potência de alimentação é essencial para a concepção econômica e segura de uma instalação, dentro de limites adequados de elevação de temperatura e de queda de tensão. Para tanto, devem ser computados os equipamentos de utilização a serem alimentados, com suas respectivas potências nominais e, em seguida, consideradas as possibilidades de não-simultaneidade de funcionamento destes equipamentos, bem como capacidade de reserva para futuras ampliações.

A potência instalada, por sua vez, deve corresponder à soma das potências nominais do conjunto de cargas genéricas (iluminação, motores e equipamentos diversos) e das potências das cargas isoladas.

Torna-se necessário antes, definir o conceito de carga: está relacionado com a potência elétrica absorvida de uma fonte de suprimento por um equipamento ou conjunto de equipamentos de utilização. A carga a considerar para um equipamento de utilização é a sua potência nominal absorvida. Por extensão o próprio equipamento é denominado de carga.

2.4 Estudo de Cargas na Silvana

Durante o estágio ocorreram mudanças temporárias no padrão de consumo. Implantação de novas linhas de produção (Bloco F) e desativação de outros setores (do setor de Zincagem, por motivo de incêndio).

Dependendo do planejamento da produção a taxa de utilização das máquinas é variável dentro do período, no caso mensal; paradas programadas podem existir, por manutenções preventivas e trocas de lote de produção, set-up de máquina, bem como paradas inesperadas devido a fatores como manutenções corretivas, falta de energia, falta de ar-comprimido e outras, todas sendo comuns na indústria.

Fica com isso, prejudicada a medição precisa da carga industrial, devido aos fatores externos citados acima e não previsibilidade de certas paradas

Cargas industriais são influenciadas por fatores de mercado específicos de cada indústria, sendo afetadas ainda por planejamentos internos – formação de estoque ou revezamento de linhas de produção para diferentes produtos durante o ano, mês ou qualquer outro período de tempo.

A Silvana tem internamente duas subestações. A mais antiga dotada de quatro transformadores como pode ser visto na Tabela 5.

Tabela 5. Descrição da subestação mais antiga.

Potência	Fabricante	ANO	Tensão
112,5 kVA	UNIÃO	AGOSTO/1986	380 V
500 kVA	UNIÃO	ABRIL/1987	380 V
225 kVA	SIEMENS	-----	380 V
225 kVA	GE	-----	380 V

Na Fig. 7 é possível ver um dos transformadores.



Fig. 7. Transformador de 225 kVA.

Na subestação mais nova, há um transformador de 500 kVA, tendo espaço físico para alocação de mais três transformadores. A referência deste transformador pode ser visto na Tabela 6. Na Fig. 8 é possível observar o transformador.

Tabela 6. Descrição da subestação mais nova.

Potência	Fabricante	ANO	Tensão
500 kVA	SIEMENS	FEVEREIRO/2008	380 V



Fig. 8. Transformador de 500 kVA.

Na subestação mais antiga, existem cinco quadros de distribuição para os diversos setores da indústria. Na Fig. 9 pode-se observar um deles. Na porta de cada quadro existe a informação de como os disjuntores estão associados aos setores. (Fig. 10)

A partir desses quadros na subestação ocorre a distribuição para outros quadros que são distribuídos pela fábrica (Fig. 11). A partir desse quadro, ocorre a distribuição para as máquinas individuais.



Fig. 9. Quadro de distribuição.

ecomel

RELAÇÃO DE CIRCUITOS
TRANSFORMADOR 3 - 112,5 KVA

C 01.3E - RESERVA
C 02.3E - ENTRADA DO GERADOR
C 03.3E - ADMINISTRAÇÃO
C 04.3E - ILUM BLOCO B
C 05.3E - VESTIARIOS
C 06.3E - MESANINO
C 07.3 - RESERVA
C 08.3 - SAIDA DO GERADOR
C 09.3 - RESERVA
C 10.3 - QUADRO III
C 11.3 - ADMINISTRAÇÃO
C 12.3 - QUADRO II
C 13.3 - RESERVA
C 14.3 - RESERVA

ECOMEL, IMPORTOS E COMERCIO DE MATERIAS ELÉTRICAS LTDA.
R. Pádua João Pereira, 351 - C. Osvaldo Cruz
Fone: (051) 341.1550 - Fax: (051) 341.5878

Fig. 10. Distribuição dos disjuntores.

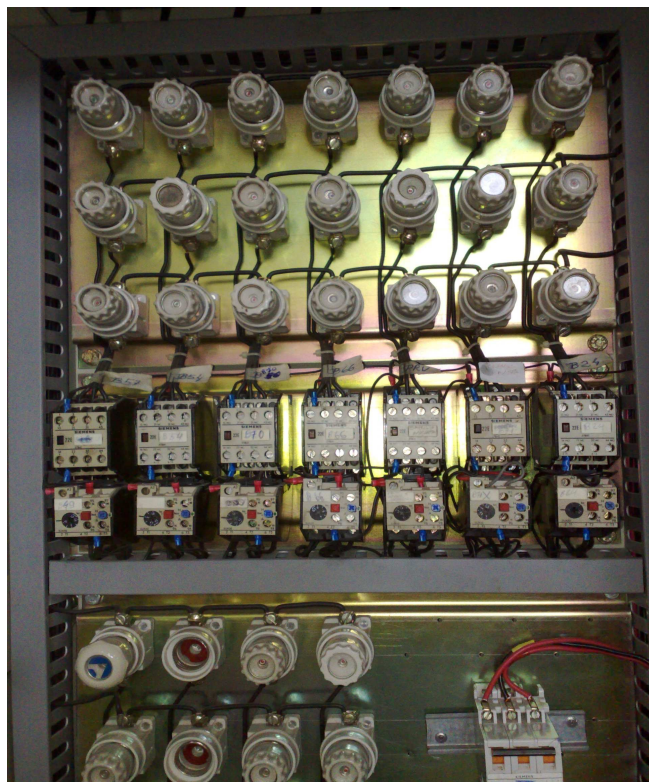


Fig. 11. Quadro de distribuição.

Para o trabalho de levantamento de cargas por setor na indústria, foi aplicado o seguinte procedimento. Durante o funcionamento da máquina, eram medidos as correntes nas três fases, utilizando um alicate amperimétrico, como também medidas as tensões nas três fases. A tensão variava entre 384 V e 387 V. Para os cálculos, foi considerada a tensão de 385 V. De posse dos dados, foi aplicada a equação a seguir:

$$S = V_a I_a + V_b I_b + V_c I_c \quad (9)$$

Nas Tabelas 6 a 8 foram organizados os dados das potências divididos por setores da Silvana.

Tabela 6. Descrição das cargas por setores na Silvana.

Trafo de 500 kVA	Pot (VA)	Trafo 225 kVA	Pot (VA)
Refeitório	2.867,40	Prensas OMPSA	5.601,45
Solda Ponto	145.993,40		
Estamparia I e II	171.844,10		
Ferramentaria	34.608,97		
Manutenção	2.756,27		
Montagem	26.962,99		
Pinos e Parafusos	14.314,82		
Total Instalada	399.347,95	Total Instalada	5.601,45

Tabela 7. Descrição das cargas por setores na Silvana.

Trafo 225 kVA	Pot (VA)	Trafo 112,5 kVA	Pot (VA)
Injetoras	306.279,38	Administração	8.535,50
		Iluminação bloco B	1.622,60
		Vestiários	2.867,41
		Mesanino	14.248,00
		Administração	14.136,99
Total Instalada	306.279,38	Total Instalada	41.410,50

Tabela 8. Descrição das cargas por setores na Silvana.

Trafo 500 kVA (Subestação nova)	Pot (VA)
Galvanoplastia	88.024,00
Polidoras	9.691,40
Verniz Clear	12.803,56
Tamboreamento	6.179,38
Secagem e Pintura	5.067,98
Bloco F	27.499,03
Forno de ZAMAC - Bloco D	1.333,68
Total Instalada	150.599,28

Na Tabela 7 é notado um erro. A capacidade do transformador é de 225 kVA, mas, quando foram feitos os cálculos para aquele setor (Setor Injetora), foi encontrado um valor bem maior. Neste setor existem quatro compressores (pode ser visto os detalhes em anexo), que dificilmente são ligados todos simultaneamente. Caso isso ocorra, alguma injetora é sempre desligada, pois o sistema não suporta. Mesmo assim, nos cálculos, se forem considerados apenas dois compressores, ocorre sobrecarga nesse transformador. Esse erro pode ter sido ocasionado por algum equipamento daquele setor não está sendo alimentado pelo referido transformador. Em anexo estão as planilhas com os detalhes dos equipamentos. Para este levantamento de cargas, foram feitas cinco medições, em cada máquina, usando-se para os cálculos os piores casos, onde as corrente tiveram valores mais elevados.

3. CONCLUSÃO

Apesar da curta duração o estágio supervisionado foi de grande importância para consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de engenharia elétrica. A atividade possibilitou um maior contato com a prática, vivendo situações que não eram possíveis nos laboratórios da graduação. Com um maior contato com os técnicos e engenheiros da área foi possível obter um maior conhecimento. Foi de grande importância essa atividade exercida na Silvana.

4. BIBLIOGRAFIA

Norma NBR 5419 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas. Disponível em: www.crea-mt.org.br/normas/NBR%205419.pdf. Acessado em março de 2009.

MAMEDE FILHO, J. Instalações Elétrica Industriais, 7ª Edição, Ano de edição: 2007.

Instalações Elétricas. Disponível em: <<http://www.dsce.fee.unicamp.br/~andre/Cap2.pdf>>. Acessado em Abril de 2009.

SOUZA, B. A. Apostila de Distribuição, Ano de publicação 1997.

5. ANEXO

Setor Verniz Clear								
Equipamentos	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	Pot(VA)				
Bomba Menor	0,6	0,6	0,6	400,11				
Bomba Maior	1	1	1	666,84				
Resistência	0,5	--	--	111,14				
Estufa	9	9	9	6.001,60				
Retificador (mono)	1,8	--	--	400,1				
Setor Polimento - Verniz								
Polimento	Correntes (vazio)			Correntes (carga)			Pot(VA)(vazio)	Pot(VA)(carga)
	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)		
C04 - Esmeril	1,8	1,8	1,8	2	2	2,3	1.200,30	1.400,40
C05 - Esteira	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	266,74	400,14
C07 - Esteira	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	400,1	400,14
C06 - Esmeril	1,6	1,5	1,5	1,8	1,7	1,7	1.022,50	1.155,9
C01 - Esmeril	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1.000,30	1.000,30
Esmeril - na secagem	1,2	0,6	1,2	1,5	0,9	1,5	666,84	866,89

SETOR INJETORAS								
Máquina	Dados da Placa							Produto
	Pot (cv)	Tensão (V)	Corrente(A)	fp	fs	Rend(%)	rpm	
LK02	19,73	380	34	--	--	--	--	Maçaneta alavanca PREMIUM
LK02	19,73	380	34	--	--	--	--	Maçanetas GOLF macho e fêmea
Semeraro	15	380	25	--	1,15	--	--	Cubo da maçaneta
Semeraro	15	380	25	--	1,15	--	--	Chave 930
LK	19,73	380	30,5	--	--	--	--	Lingueta fechadura estreita
DZA	12,5	380	19,3	0,82	1,15	88,5	--	Chassi de cilindro 48mm
DZA	12,5	380	19,3	0,82	1,15	88,5	--	Canhão cilindro 48mm Macho/Fêmea
Compressor GA 75	--	380	144	--	1,15	--	2145	-----
Compressor GA 307	30	380	50	--	--	--	351,5	"
Compressor SCHULZ	--	--	--	--	--	--	--	
Ponte rolante								
Bomba Injetora								
Bomba Zincagem								
Bomba de velocidade								
Compressor GA 507	60	380	87	--	1	--	3570	

SETOR INJETORAS									
5									
6	Máquina	Correntes (vazio)			Correntes (carga)			Pot(VA) (vazio)	Pot(VA) (carga)
7		la (A)	lb (A)	lc (A)	la (A)	lb (A)	lc (A)		
8	LK02	15,8	15,1	15	49,7	46,8	46,5	10.202,64	31.786,02
9	LK02	11,7	12	13	41,3	42,7	43,8	8.157,67	28.407,36
10	Semeraro	25,4	25,2	25,3	27,8	26,1	25,7	16.871,04	17.639,48
11	Semeraro	57,1	58	59,3	58,5	58,5	59,6	38.765,61	39.254,62
12	LK	21,7	16,3	17,5	42,9	34,8	37,1	12.336,53	25.517,73
13	DZA	35,2	36,7	33,2	35,8	37,2	33,8	23.361,61	23.739,49
14	DZA	35,6	36,2	34,9	??	??	??	23.717,26	??
15	Compressor GA 75	??	??	??	143	123	130	??	95.958,21
16	Compressor GA 307	"	"	"	63	63,4	58	"	40.988,40
17	Compressor SCHULZ				26,2	23,6	22,1		15.981,93
18	Ponte rolante				9,6	7,6	5,9		5.134,67
19	Bomba Injetora				3,6	4,8	3,2		2.578,45
20	Bomba Zincagem				2,4	2,8	2,4		1.600,42
21	Bomba de velocidade				2,8	4,4	2,6		2.178,34
22	Compressor GA 507				33	33	31		21.561,14

5		Setor Montagem						
6	Máquina	Dados da Placa						Produto
7		Pot (cv)	Tensão (V)	Corrente (A)	fp	fs	Rend(%)	
8	B08	1,48	380	3,1	--	xx	--	Ferrolho 500 x 5" zincado
9	B08	1,48	380	3,1	--	xx	--	Ferrolho 500 x 5" montado, zincado (semi-elab)
10	B32	1	380	2,2	--	1,25	--	Maçaneta italy
11	B32	1	380	2,2	--	1,25	--	Maçaneta GOLF FZOE
12	B26	1	380	2,3	--	1,2	--	Targeta de 3
13	B69	0,33	380	0,69	--	1,35	--	Porta cadeado
14	B24	1,5	380	3,5	--	--	--	Eixo cravado com pino no chassi fecho naval 520 x 12 cm FOE
15	B54	--	--	--	--	--	--	Ferrolho 700 x 3" novo montado zincado (semi-elab)
16	B55	0,5	380	1,45	--	1,15	--	Tarjeta 2.1.2" montada, zincada (semi-elab)
17	ISMIPAC							
18	SECAGEM - Relé1							
19	SECAGEM - Relé1							
20	SECAGEM - Relé1							
21	Ponte Vermelha							
22	Cabine de pintura - 1							
23	Cabine de pintura - 2							
24	Cabine de pintura - 3							

Setor Montagem

6	Máquina	Correntes (vazio)			Correntes (carga)			Pot(VA) (vazio)	Pot(VA) (carga)
		la (A)	lb (A)	lc (A)	la (A)	lb (A)	lc (A)		
7									
8	B08	0,9	0,9	0,9	1,2	1,3	1,1	600,15	800,21
9	B08	1,2	1	1,1	1,2	1,5	1,1	733,52	844,66
10	B32	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,7	1.022,49	1.133,63
11	B32	1,4	1,7	1,7	1,5	1,7	1,8	1.066,94	1.111,40
12	B26	1,5	1,5	1,3	1,5	1,4	1,4	955,8	955,8
13	B69	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,3	244,51	266,73
14	B24	2	1,9	1,7	2	2	1,8	1.244,77	1.289,22
15	B54	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	133,37	200,52
16	B55	1,2	0,9	1,2	1,4	1,1	1,2	733,52	822,43
17	ISMIPAC	--	--	--	14,1	12,9	11,6	--	8.580,00
18	SECAGEM - Relé1				1,6	1,9	1,6		1.133,63
19	SECAGEM - Relé1				1,9	1,5	1,5		1.089,17
20	SECAGEM - Relé1				1,9	1,7	1,7		1.178,08
21	Ponte Vermelha				3,2	3,3	3,4		2.200,57
22	Cabine de pintura - 1				3,7	3,6	3,6		2.422,85
23	Cabine de pintura - 2				3,7	3,6	3,6		2.422,85
24	Cabine de pintura - 3				3,7	3,6	3,6		2.422,85

Setor Bloco F

7	Máquina	Correntes (em carga)			Pot(VA) (carga)
		la (A)	lb (A)	lc (A)	
8					
9					
10	Dob. Aut. 02	0,8	0,6	--	311,2
11	Dob. Aut. 01	0,5	0,6	0,8	422,33
12	Maq. KIT - 1	2,1	--	--	466,79
13	Maq. KIT - 2	0,6	--	--	136,37
14	Maq. KIT - 3	2,3	--	--	511,24
15	EMPRAPAC	6,2	6,6	5,4	4.045,50
16	REFRIG.	7,6	5,9	6,4	4.423,37
17	SELOVAC	2,6	4,4	0,9	1.756,01
18	Maq. CHASSI	7,4	7,2	7	4.801,25
19	SKIN NOVA	1,4	--	--	311,19
20	SKIN VELHA	1,8	1	--	622,38
21	INDATA	14,8	--	--	3.289,74
22	Sala das Chaves	9,6	9,6	9,6	6.401,66

5								Setor Estamparia
6	Máquina	Dados da Placa						Produto
7		Pot (cv)	Tensão (V)	Corrente (A)	fp	fs	Rend(%)	
8	B29	1,5	380	3,5	--	--	--	ABA 650 por 3.1/2
9	B29	1,5	380	3,5	--	--	--	ABA 650 x 3 1/2 " recortada, virada, enr. e escariada
10	B40	3	380	6,3	--	--	--	ABA 850 880 por 4
11	B28	--	380	12	--	1,15	--	Abraçadeira soberbial 3/4 estampada virada e dobrada
12	B28	--	380	12	--	1,15	--	ABA 891 x 3 1/2 " x 3" de 2 pernas
13	B28	--	380	12	--	1,15	--	Chave latão 48mm virgem
14	B14	3	380	6,08	0,72	1,15	76,6	Chassi 500 x 2
15	B51	4,9	380	5	--	--	--	Lingueta 930
16	B51	4,9	380	5	--	--	--	Lingueta 930
17	B38	7,5	380	11,5	--	1,15	--	Chassi PI F10 recortado número 2
18	B38	7,5	380	11,5	--	1,15	--	Chassi PI F-10
19	B13	3	380	6,08	0,72	1,15	76,6	Mola ferrolho alta 700 x 4.5
20	B15	5	380	8,7	--	--	--	Espelho oval PI 1000 inox recortado
21	B15	5	380	8,7	--	--	--	Espelho oval PI 1000 inox recortado
22	B03	2	380	4,4	--	1,15	--	Tubo guia 930
23	B03	2	380	4,4	--	1,15	--	Tubo guia 930
24	B52	--	--	--	--	--	--	Tampa 930
25	B52	--	--	--	--	--	--	Tampa 930 cravada
26	B59	--	--	--	--	--	--	Aro armador 220 cravado no suporte
27	B30	5	380	8,4	--	--	--	Cantoneira 'U'colonial F-10/40
28	B01	5	380	9,25	--	1	--	Lingueta ferro. 700 x 3"
29	B67	3	380	6,3	--	1,15	--	ABA 856 x 3" - 1 perna ; ABA 856 x 3" - 2 pernas
30	B07	2	380	4,23	0,72	1,15	73,5	Cavalete tipo L chassi F-10
31	DIVIMEC	--	--	--	--	--	--	Espessura de 265mm
32	DIVIMEC	--	--	--	--	--	--	Espessura de 265mm
33	Ponte - 15 TON	--	--	--	--	--	--	
34	Ponte - Esquerda	--	--	--	--	--	--	
35	Ponte - Direita	--	--	--	--	--	--	
36	Ponte - DIVIMEC	--	--	--	--	--	--	

Setor Estamparia										
6	Máquina	Correntes (vazio)			Correntes (carga)			Pot(VA) (vazio)	Pot(VA) (carga)	
7		Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)			
8	B29	1,8	1,8	1,8	2,4	2,1	2,3	1.200,31	1.511,50	
9	B29	2	2	1,9	2,1	2,3	1,9	1.311,45	1.400,36	
10	B40	0,2	0,1	0,1	3,9	3,9	3,9	88,91	2.600,67	
11	B28	4,8	5	4,5	6	5,7	5,3	3.178,60	3.778,76	
12	B28	6,8	5	4,8	8,4	6,9	6,6	3.689,84	4.867,93	
13	B28	5,1	5	4,7	6	5,8	5,5	3.289,74	3.845,44	
14	B14	3,9	3,9	3,7	4,5	4,4	4,2	2.556,22	2.911,87	
15	B51	3,5	3,3	3,1	5,2	5	4,9	2.200,57	3.356,42	
16	B51	3,9	3,4	3,1	6,6	6,1	5,7	2.311,71	4.089,95	
17	B38	5	4,7	4,5	5,7	5,7	5,5	3.156,37	3.756,53	
18	B38	5,1	5,2	4,9	6,2	6	6	3.378,65	4.045,49	
19	B13	3,9	3,6	3,9	4,2	4,2	4,1	2.533,99	2.778,50	
20	B15	3,2	3,6	3,3	3,7	4	3,4	2.245,03	2.467,31	
21	B15	3,8	3,9	3,6	4,5	4,9	4,3	2.511,76	3.045,23	
22	B03	2,7	2,4	2,6	2,9	2,8	2,6	1.711,55	1.844,92	
23	B03	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	1.733,78	1.800,47	
24	B52	1,6	1,5	1,5	1,8	1,9	1,7	1.022,49	1.200,31	
25	B52	1,6	1,5	1,5	1,8	1,8	1,8	1.022,49	1.200,31	
26	B59	2,8	2,7	2,6	3	2,8	2,6	1.800,47	1.867,15	
27	B30	--	--	--	7,3	7,5	7,9	??	5.045,75	
28	B01	3,9	4	3,9	5,1	5,5	5,1	2.622,90	3.489,79	
29	B67	3,4	3,4	3,3	3,9	3,9	3,9	2.245,03	2.600,67	
30	B07	2,6	2,7	2,7	3,3	3,4	3,6	1.778,24	2.289,48	
31	DIVIMEC	--	--	--	107	109	116	??	73.796,91	Obs. Pico de 140A
32	DIVIMEC	--	--	--	104	104,3	103,8	??	69.373,54	87.800,54
33	Ponte - 15 TON				39	31	31		22.450,28	
34	Ponte - Esquerda				5,5	5,5	5,5		3.667,62	
35	Ponte - Direita				4,8	4,8	4,8		1.066,94	
36	Ponte - DIVIMEC				19	19	19		12.669,96	

8	Setor Galvanoplastia							
9	Retificador	Dados da placa				Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)
10		Pot(kVA)	Tensão (V) (in)	Tensão (V) (out)	Corrente (A) (out)			
11	Retificador 1	36	380	12	3000	22,4	28,5	24,1
12	Retificador 1	36	380	12	3000	23,5	28,4	26,7
13	Retificador 1	36	380	12	3000	26,2	31,2	29,3
14	Retificador 1	36	380	12	3000	22,6	27,7	25,9
15	Retificador 1	36	380	12	3000	22,2	24,7	26
16	Retificador 2	12	380	12	1000	7,8	6,8	7,4
17	Retificador 2	12	380	12	1000	9,7	12,3	11,8
18	Retificador 2	12	380	12	1000	14,1	12,9	12,9
19	Retificador 2	12	380	12	1000	15,7	14,7	14,5
20	Retificador 3	24	380	12	2000	15,3	24,5	24,5
21	Retificador 3	24	380	12	2000	15,5	24,3	24
22	Retificador 3	24	380	12	2000	16,3	24,5	24,8
23	Retificador 3	24	380	12	2000	16,2	25,2	25
24	Retificador 3	24	380	12	2000	16	25	25,1
25	Retificador 3	24	380	12	2000	13,9	21,9	21,7
26	Retificador 4	--	380	--	--	7	6,5	6,4
27	Retificador 4	--	380	--	--	6,7	7,2	7,2
28	Retificador 4	--	380	--	--	7,1	6,9	6,6
29	Retificador 4	--	380	--	--	6,8	6,3	6,9
30	Retificador 5	--	380	12	1000	7,5	7,1	7,1
31	Retificador 5	--	380	12	1000	7	7,1	7,2
32	Retificador 5	--	380	12	1000	7,1	6,9	7,1
33	Retificador 5	--	380	12	1000	7	7,5	7,1
34	Retificador 5	--	380	12	1000	7,8	7,7	7,4
35	Retificador 6	--	380	12	1000	7	7	6,2
36	Retificador 6	--	380	12	1000	3,2	3,1	3,2
37	Quadro I	--	--	--	--	19,6	20,9	13,6

Setor Galvanoplastia

9	Retificador		Pot(VA)	Pot(VA)(PICO)
10				
11	Retificador 1	Obs. Pico inicial: Ib = 50A (3segs); Pico final Ia = 50,4A e Ic = 48,2A(5segs)	16.670,99	32.601,81
12	Retificador 1	Obs. Pico inicial: Ia = 49,9A (3segs); Pico final Ia = 54,4A e Ic = 59,8A(5segs)	17.471,20	35.037,08
13	Retificador 1	Obs. Pico inicial: Ic = 54,5A (3segs); Pico final Ia = 60A e Ic = 58,9A(5segs)	19.271,66	37.055,49
14	Retificador 1	Obs. Pico inicial: Ia = 48,6A (3segs); Sem pico ao final.	16.937,72	
15	Retificador 1	Obs. Pico inicial: Ia = 47A (3segs), Ib = 47A (3segs) e Ic = 47,9A (3segs); Sem pico ao final	16.204,20	31.131,88
16	Retificador 2		4.890,16	
17	Retificador 2		7.513,06	
18	Retificador 2		8.868,97	
19	Retificador 2		9.980,36	
20	Retificador 3		14.292,60	
21	Retificador 3		14.181,45	
22	Retificador 3		14.537,10	
23	Retificador 3		14.579,38	
24	Retificador 3		14.692,70	
25	Retificador 3		12.781,09	
26	Retificador 4		4.423,37	
27	Retificador 4		4.690,10	
28	Retificador 4		4.578,96	
29	Retificador 4		4.445,60	
30	Retificador 5		4.823,47	
31	Retificador 5		4.734,56	
32	Retificador 5		4.690,10	
33	Retificador 5		4.801,24	
34	Retificador 5		5.090,21	
35	Retificador 6		4.490,05	
36	Retificador 6		2.111,66	
37	Quadro I		12.025,34	

7	Setor Secagem e Pintura				
8	Secagem	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	Pot(VA)
9	Navetherm	4,4	3,6	3,9	2.645,13
10	Cabine de pintura	3,7	3,6	3,6	2.422,85

5	Setor Ferramentaria			
6	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	Potência(VA)
7	55	50,4	50,3	34.608,97
8	40,7	40	40,6	26.962,55
9	31,4	31,8	30,2	20.760,94
10	46	44	42,2	29.385,40

8	Setor Solda Ponto				
9	Solda	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	Pot(VA)
10	E 07	150	170	--	71.129,55
11	E 01	20	20	--	8.891,19
12	E 05	104	96	--	44.455,97
13	E 05	92	115	--	46.011,93
14	E 06	10,5	5	11,6	6.023,78
15	E 06	11	5,1	10,6	5.934,87
16	E 02	22,7	20,7	--	9.646,94
17	E 02	32,3	30,4	--	13.936,95

8	Polidoras				
9	Polidora	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	Pot(VA)
10	Polidora 1	3,7	3,4	4	2.467,31
11	Polidora 2	1,3	1,3	1,3	866,89
12	Polidora 3	2,6	2,7	2,8	1.800,47
13	Polidora 4	3,5	3,3	3,4	2.267,25
14	Polidora Pequena	1,7	1,7	1,6	1.111,40
15	Furadeira	1,7	1,8	1,8	1.178,08

5	Setor Tamboreamento				
6	Tambo	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	Pot(VA)
7	1	3,4	3,5	3,4	2.289,48
8	5	2,5	2,6	2,3	1.644,87
9	4	3,3	3,4	3,4	2.245,03

5	Setor Prensas OMPSA						
6	Máquina	Produto		Correntes (carga)		Pot(VA) (carga)	
7				Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	
8	OMPSA - 09	Abraçadeira ext. ferr. 500x4" e 5", tarjeta 3"		8,6	8,6	8	5.601,45

7	Pinos e Parafusos				
8	Máquina	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	Pot(VA)
9	YH	5,7	5,7	5,4	3.734,30
10	FA152	3,9	4,2	3,6	2.600,67
11	Rosqueadeira I e II	12	12	11,9	7.979,85
12	CL2	13,6	13,5	13,5	9.024,56
13	CL1	12	11,5	11,9	7.868,71
14	Costinha	5	4,8	4,9	3.267,51

9	Setor Forno de ZAMAC			
10	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	Pot(VA)
11	2	2	2	1.333,68

6	Setor Refeitório			
7	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	Pot(VA)
8	2,80	2,10	8,00	2.867,40

9	Setor Manutenção			
10	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	Pot(VA)
11	4,20	4,20	4,00	2.756,27

8	Setor Administração - C11.3			
9	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	Pot(VA)
10	21,00	13,7	28,90	14.136,99
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17	Setor Administração - C03.3E			
18	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	Pot(VA)
19	13,70	10,90	13,80	8.535,50

8	Setor Vestiários			
9	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	Pot(VA)
10	2,80	2,10	8,00	2.867,41

9	Setor Mesanino			
10	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	Pot(VA)
11	19,00	12,50	32,60	14.248,00

9	Setor Iluminação Bloco B			
10	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	Pot(VA)
11	0,90	5,50	0,90	1.622,60