

MODERNIZAÇÃO DO CONTROLE DO CAMBAMENTO CARRO TORPEDO NAS ESTAÇÕES DE GUSA*

Douglas Leal Lemos¹
Rodrigo de Melo Damaciano²
Alexandre Vicente Santos³
Sílvia de Carvalho Sabença⁴

Resumo

Na Aciaria-LD CSN obtém duas estações de gusa, chamadas de Estação Leste e Oeste. A logística de transporte do gusa produzido no Alto Forno até a Aciaria é feita através dos Carros Torpedos. Nas estações são feitos cambamentos dos carros para abastecer panelas de gusa, que levarão até os Conversores. Para efetuar este movimento de cambagem é necessário controlar dois motores de corrente contínua e freios que obtém nos carros. Na UPV obtém vinte e sete carros torpedos em operação, assim o controle deve estar preparado para controlar todos. Antes da modernização o painel funcionava sem nenhuma tecnologia de controle e obtinha alto custo de manutenção. Em virtude destes aspectos novo sistema obtém conversores estáticos que controlam motores e controlador responsável para efetuar balanceamento de carga do gusa. Este projeto tem como objetivo garantir continuidade operacional do sistema além de gerar maior confiabilidade no equipamento e uma alta tecnologia para efetuar melhorias, análise de defeitos entre outros. O rendimento após a implantação é fantástica devido ao controle preciso obtido além da rastreabilidade de todas as variáveis do sistema e um custo de manutenção baixíssimo, tornando-se um equipamento no estado da arte.

Palavras-chave: Cambamento; Gusa; Tecnologia; Confiabilidade.

MODERNIZATION OF CONTROL MOVEMENT IN CAR TORPEDO IN HOT METAL STATION

Abstract

In-LD Steelmaking CSN has two hot metal stations, called East and West Station. The hot metal transport logistics produced in the blast furnace to the Steelmaking is made through Cars Torpedoes. The stations are made turns of cars to supply hot metal ladle that will lead to the converters. To make this camber movement is necessary to control two dc motors and brakes that gets in the car. The UPV has twenty-seven torpedoes cars in operation, and the control should be prepared to control all. Before modernization of the panel worked without any control technology and had high maintenance costs. Because of these new aspects of the system have static converters that control motor and controller responsible for making hot metal load balancing. This project has aimed to ensure operational continuity of the system and have greater reliability in equipment and technology to make improvements, analyze defects among others. The yield after deployment is fantastic due to precise control obtained in addition to the traceability of all system variables and a cost of very low maintenance, making it a piece of equipment state of the art.

Keywords: Camber; Hot metal; Technology; Reliability.

¹ Eng. Eletricista, Eng. Sênior, Gerência Manutenção Aciaria, CSN, Volta Redonda, RJ, Brasil.

² Eng. Eletricista, Eng. Especialista, Gerência Manutenção Aciaria, CSN, Volta Redonda, RJ, Brasil.

³ Téc. Eletrônica, Téc. Desenvolvimento Especialista, Gerência Manutenção Aciaria, CSN, Volta Redonda, RJ, Brasil.

⁴ Eng. Eletricista, Eng. Especialista, Gerência Eng. Manutenção, CSN, Volta Redonda, RJ, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Aciaria é a unidade de uma usina siderúrgica onde existem máquinas e equipamentos voltados para o processo de transformar o ferro gusa em diferentes tipos de aço. Um dos principais sistemas voltado para este processo são as Estações de Gusa, o qual recebe gusa oriunda do alto Forno através dos carros torpedos e transfere até as painelas. No processo da CSN existem duas Estações chamadas de Estação Leste e Estação Oeste, sendo que não são utilizadas simultaneamente. O Carro Torpedo quando posicionado na Estação para efetuar o cambamento é plugado manualmente através de tomadas que são ligadas ao painel controlador, e partir desta etapa estará liberado para efetuar o movimento no sentido norte e sul e assim levar o gusa até a painela. Os Carros Torpedos possuem dois motores de corrente contínua que estão acoplados a um mesmo conjunto de transmissão e dois freios para efetuar o estacionamento do equipamento.

A modernização do controle de cambamento tem como objetivo garantir a continuidade operacional do sistema, baseando-se na troca de um controle feito por contatores de potência e banco de resistência, pelo controle totalmente digital e de tecnologia de última geração.

Quanto ao controle em um sistema por contatores e banco de resistência, seus ajustes são bastante trabalhosos, pois são feitos através da manipulação de banco de resistência ou substituição de componentes, envolvendo circuitos limitados, além de necessitar da parada do processo para uma eventual alteração e um alto índice de troca de contatos dos contatores elevando o custo de manutenção.

2 OBJETIVO

Em virtude da necessidade de atualização tecnológica para um controle com melhor desempenho operacional, recursos para diagnóstico de comportamento do sistema e gerenciamento de alarmes fazem-se necessário a modernização controle eletro-eletrônico.

O objetivo principal desta modernização é garantir a continuidade operacional, tendo em vista que o sistema encontra-se em funcionamento sem nenhuma inovação tecnológica.

Outro fator importante é disponibilizar conectividade com outros sistemas de supervisão que permitirão recursos de manutenção além de um banco de dados para armazenar variáveis do equipamento que possibilitará diagnósticos mais precisos.

3 CARRO TORPEDO

O Carro Torpedo é responsável pelo transporte de gusa líquido. Na Usina Presidente Vargas possuem vinte e seis Carros torpedos, normalmente vinte e dois no ciclo de transporte entre Aciaria, Alto Forno, Estação de Dessulfuração e Poço de emergência e quatro em reparo geral na oficina. Todos estes possuem capacidade de 350t de gusa líquido.

Todo movimento de cambamento utilizado nas estações que normalmente varia de 90° até 0° são feitos através do controle de velocidade dos motores de corrente contínua e um controle de balanceamento de carga, além de um circuito para acionamento do freio no término do movimento.

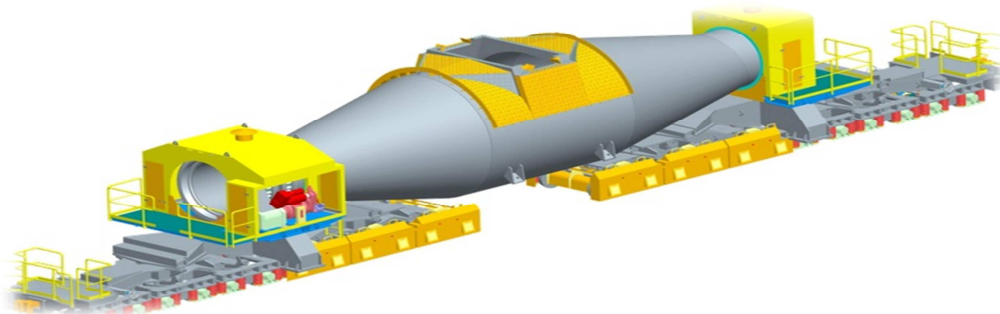


Figura 1. Carro Torpedo

4 VISÃO GERAL DO PROCESSO

Normalmente o número de cambamentos diários nas estações são cento e vinte ao dia. O tempo entre o início e fim deste processo de cambamento varia em torno de 4min 30s, podendo ser maior ou menor de acordo com diversas variáveis do processo.

A melhor condição operacional com relação a segurança é quando o peso do gusa no carro torpedo é menor que a capacidade da panela (230 t).

A condição de maior risco é quando tende completar gusa na panela com um carro torpedo cheio, como por exemplo uma panela necessitando de apenas 10 toneladas para o pedido e o carro torpedo estiver cheio, ou seja com 350 toneladas.

Existem balanças de alta precisão, sendo uma em cada estação para medir e calcular esta pesagem do gusa.

Conforme figura 2 é possível verificar as etapas do cabamento de gusa:

Etapa 1: Cambamento do carro torpedo até gerar o jato de gusa à panela;

Etapa 2: Recebimento de gusa na panela até o peso solicitado;

Etapa 3: Panela cheia pronta para carregar ao convertedor.



Etapa 3

Etapa 2

Etapa 1

Figura 2. Estapas do cabamento de gusa.

5 MOTORES CORRENTE CONTÍNUA

Para um bom entendimento das filosofias de controle antiga e nova é importante entender o funcionamento básico dos motores de corrente contínua que neste projeto são os equipamentos principais e responsáveis pelo movimento do giro ou cambamento do carro torpedo.

Existem diversos tipos de motores CC, porém nesta aplicação é utilizado o motor tipo de excitação série, no qual são compostos por duas partes principais: armadura e campo.

Armadura ou Rotor é parte girante, montada sobre o eixo da máquina responsável por transportar a energia proveniente da fonte de energia, mas precisamente a velocidade do motor.

Campo ou Estator é a parte estática da máquina, montada em volta do rotor, de forma que o mesmo possa girar internamente. tem a função apenas de produzir um campo magnético fixo para interagir com o campo magnético da armadura. E é responsável diretamente com o torque do motor, ou seja, a força.

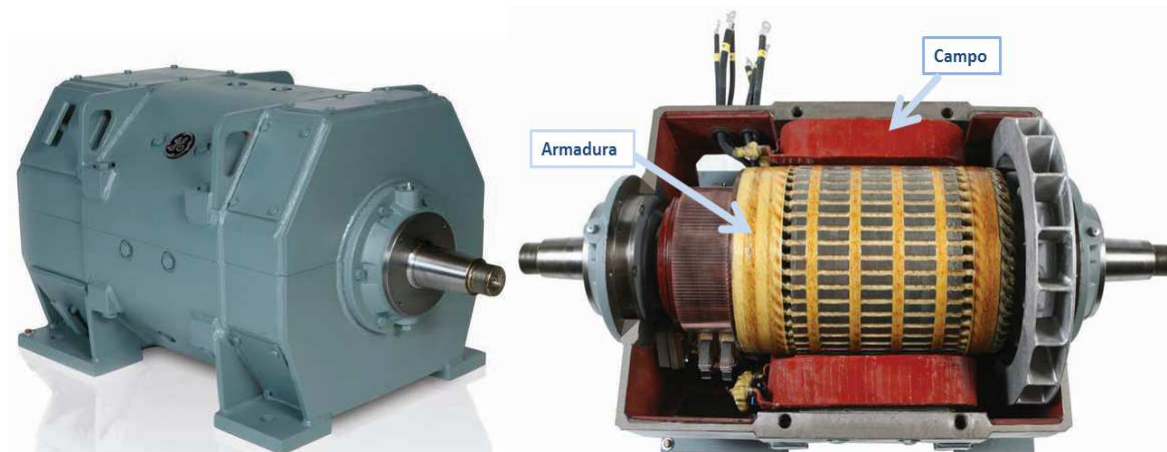


Figura 3. Motor de Corrente Contínua

6 FILOSOFIA DE CONTROLE

6.1 Filosofia do Sistema Antigo

A filosofia antiga de controle dos motores dos carros torpedos era baseado em um controle de velocidade por contatores de potência e banco de resistência. A referência de velocidade era obtida através da manete de acionamento localizada na cabine de comando. De acordo com a posição dos pontos acionados as velocidades variavam e assim os contatores de potencia efetuava a retirada das resistências do circuito de armadura, aumentando assim a tensão de armadura e consequentemente a velocidade do motor [1].

O campo permanecia fixo, assim não obtinha controle de balanceamento de carga. Caso um motor estivesse fora de sincronismo com o outro, desarmava o circuito e retornava o carro torpedo para manutenção.

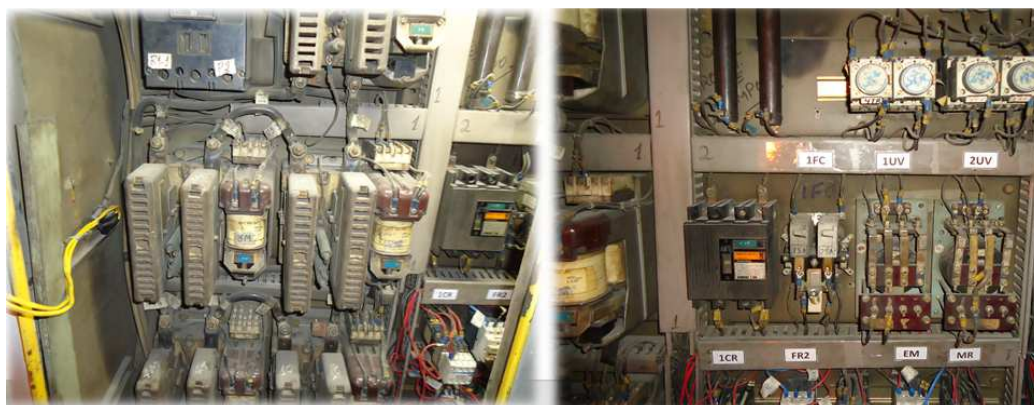


Figura 4. (a) Contatores obsoletos da armadura; (b) Contatores obsoletos do campo.

As principais desvantagens deste sistema são:

- Alto Custo de Manutenção;
- Alto índice de Falhas;
- Equipamentos descontinuados;
- Dificuldades de melhorias no sistema;
- Falta de recursos de manutenção;
- Ausência de registros para análise de falhas;
- Painel localizado em local agressivo;
- Mesa de comando e cabine degradada.



Figura 5. (a) Painel antigo localizado na área; (b) Mesa de operação antiga.

6.2 Filosofia do Sistema Modernizado

Em função das características mecânicas do equipamento, foi adotada uma filosofia de acionamento específica ao processo. O conjunto mecânico utilizado para acionar a carga, neste caso o Carro Torpedo, é composto por dois motores elétricos de corrente contínua que estão acoplados em um sistema único. Estas características exigem um controle preciso de velocidade, pois um controle mal otimizado possibilita que os motores obtenham diferentes velocidades, gerando assim uma falta de sincronismo. Por questões práticas e contingências, foi utilizado um conjunto de acionamento para cada campo do motor, que são compostos por componentes elétricos de potência, chamados de conversor estático CA/CC. Este equipamento é utilizado para excitação de campo e o balanceamento de carga. Para o controle de velocidade é utilizado um único conversor estático CA/CC para manter a mesma tensão de armadura para ambos os motores, e também pelo fato de todos os carros torpedos da usina obter um único cabo negativo da armadura para os dois motores. Em contrapartida, todas estas vantagens decorrentes da utilização de um controle para cada motor, tem uma desvantagem, a otimização do regulador. Com a estrutura de controle individual do campo dos motores, o sistema passou a contar com dois reguladores, e como os motores estão fisicamente montados a uma única engrenagem, o controle poderia entrar em oscilação, pois otimizar esses reguladores de velocidade para acionar à mesma carga, todos na mesma velocidade, torque e equilíbrio de todas as variáveis de acionamento, não é uma atividade muito simples. Em função destas características, que são específicas deste processo, foi adotada uma filosofia de controle que ofereça maior estabilidade ao sistema. A filosofia proposta não utiliza o regulador do conversor estático. A regulação é feita em um único regulador fora do conversor, utilizando os recursos do Controlador Lógico Programável e este envia a referência de torque. Para a

realimentação, são utilizadas as correntes dos motores obtidas através de medidores de alta precisão. Como os Carros Torpedos não obtêm sensores de posicionamento (encoders) e para se implementar em todos os vinte e dois requer um grande tempo de implementação, foi adotado este recurso de feedback de corrente lida através de um transdutor e enviado ao controlador através de um sinal analógico.

6.2.1 Principais Características

- Sistema todo integrado com redes de alta performance e tecnologia de ponta
- Controle de Balanceamento de carga dos motores
- Circuito de Emergência em caso de falha e perda de energia
- Monitoramento e registro on-line de todos variáveis do sistema (PDA)
- IHM para interface amigável para manutenção
- Sistema de redundância dos drives
- Novas mesas de operação
- Drive reserva para o campo e armadura já no painel pois em caso de falha restabelecimento rápido.

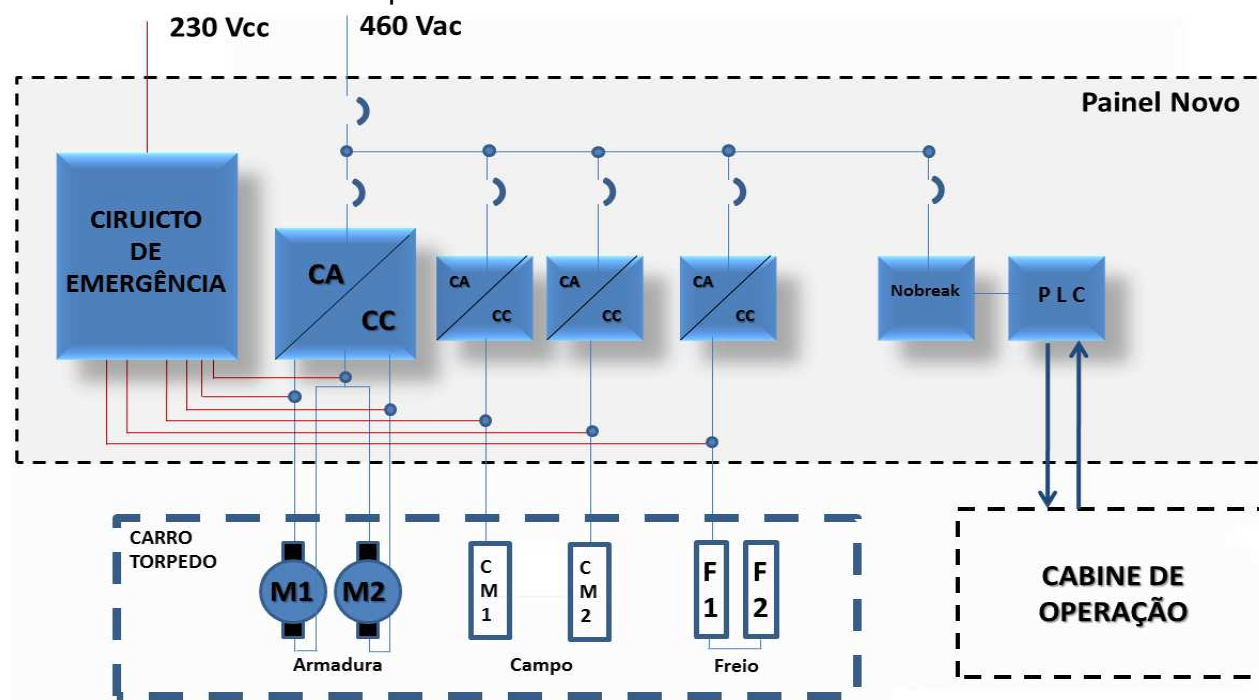


Figura 6. Topologia de Acionamento

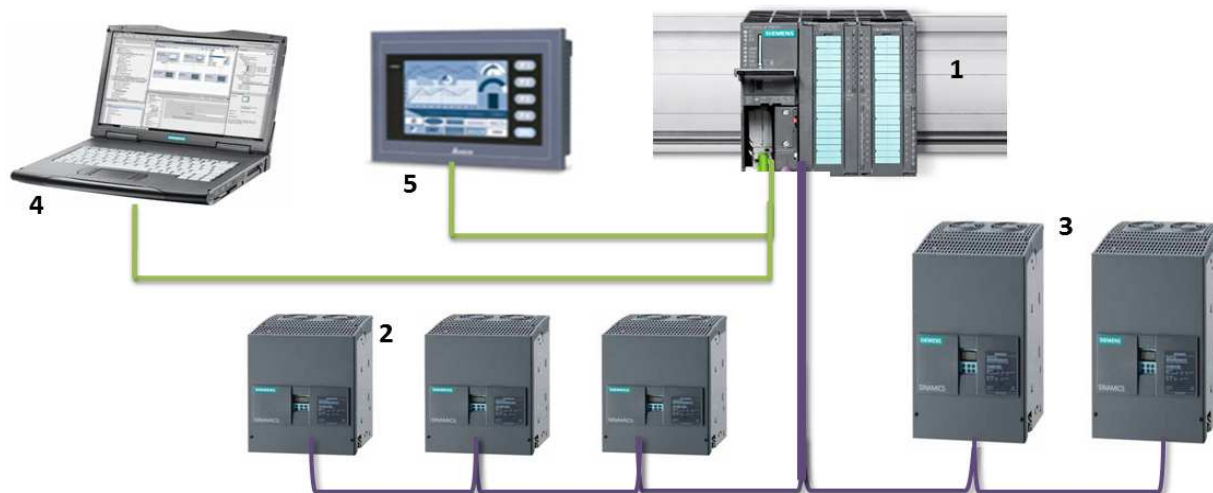


Figura 7. Equipamentos do projeto

Em cada estação de gusa obtém:

1. Controlador Lógico Programável – Siemens – S7-300 [2];
2. Drives para o campo Sinamics – Campo M1 , M2 e Reserva;
3. 2 drives para armadura Sinamics – Armadura M1/M2 e Reserva;
4. Estação de Engenharia;
5. IHM.



Figura 8. Interface Homem Máquina



Figura 9. (a) Drives de Campo; (b) Melhoria na mesa da operação.



Figura 10. Drives de Armadura

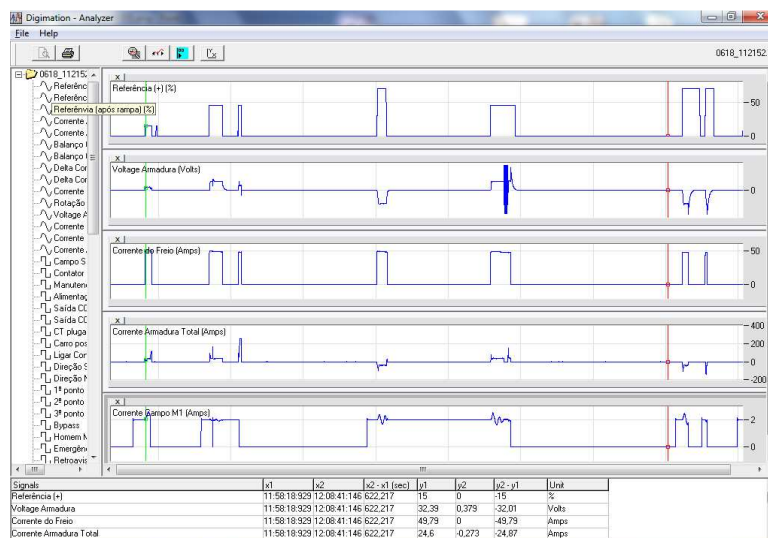


Figura 11. Registro de todas variáveis do processo – Sistema PDA

7 INDICATIVOS DO SISTEMA DE CONTROLE ANTIGO

7.1 Problema Potencial

Em dezembro de 2012 ocorreu um problema potencial no qual obteve acidente nas estações de gusa leste e oeste. Com isto a CSN apresentou uma perda de **50.414 toneladas** gerando um prejuízo aproximado de R\$31 milhões. O sistema de controle antigo foi um dos principais motivos para a ocorrência deste problema.

Perda Total	R\$31.276.845,60
-------------	-------------------------

7.2 Controle de Falhas

O histórico do índice de falhas do sistema antigo desde 2011 segue abaixo:



A média anual de corridas perdidas/ perdas de produção era de 4 corridas anos. Com isto gerava uma perda de **R\$566.252,68** anual conforme o cálculo a seguir:

Cálculo Perda de Produção		
1 Corrida (t)	230	%
Rendimento Placa 9era(t)	222,57	0,97
Rendimento Final – BQ (t)	219,56	0,99
Preço de Venda –BQ (R\$)	644,74	
Perda 1 Corrida (R\$)	141563,1	
Perda 4 Corrida (Anual)	566.252,68	4

8 RESULTADOS

O Start-up do projeto ocorreu em Junho de 2014, e desde então não apresentou nenhuma falha e conseqüentemente nenhuma perda de produção, garantindo assim a continuidade operacional do sistema.

O ganho calculado do projeto está partir do Start-up efetuado há 10 meses. Então de acordo com os históricos podemos afirmar que antes da modernização a perda mensal de produção em minutos era de 39,17min e a perda corrida ao mês era 0,44 conforme tabela abaixo.

Ano	Tempo (h)	Corridas	Corrida/h	
Referência	6	4	0,67	
	Min ao Ano	Min ao Mês	Horas ao mês	Perda Corrida /Mês
2011	530	44,2	0,74	0,49
2012	490	40,8	0,68	0,45
2013	469	39,1	0,65	0,43
2014	163	32,6	0,54	0,36
Médias		39,17	0,65	0,44

Assim podemos calcular a perda mensal com relação ao histórico de paradas, obtendo um valor de **R\$62.174,14**. Então o ganho nestes 10 meses sem perda de produção é R\$ **R\$621.741,43** conforme o calculo abaixo.

1 Corrida (t)	230	
Rendimento Placa útil(t)	222,571	96,77%
BQ (t)	219,165	98,47%
BQ (R\$)	R\$ 644,74	
Perda 1 Corrida	R\$141.304,87	
Perda Mês Corrida (0,44)	R\$62.174,14	
Ganho Real (10meses)	R\$621.741,43	

Outro fator importante de economia e ganho são com os materiais utilizados no sistema antigo. Este havia necessidade de uma intervenção grande em troca de componentes elétricos como, por exemplo, contatos dos contatores, contatores entre outros. Segue abaixo o calculo do ganho desta economia.

Redução de Materias	
Custo/Mês com equipamentos	R\$7.491,60
Ganho Real (10 meses)	R\$74.916,00

O ganho total nestes 10 meses de implementação do projeto pode ser calculado com o somatório dos ganhos na redução de materiais e a continuidade operacional (sem perda de produção), conforme tabela a seguir:

Ganhos com o Projeto	
Ganho Redução de perda	R\$621.741,43
Ganho Redução de materiais	R\$74.916,00
Total Ganho	R\$ 696.657,43

O valor de investimento total do projeto foi de **R\$920.453,11**, assim nos próximos 4 meses não apresentar falha no sistema novo, o valor do investimento será pago e adiante só 10erá ganho.

Projeção: 14 meses sem falha pagará o valor do investimento.

Outro ganho importante para ressaltar é a redução de mão de obra com relação ao novo sistema, pois o sistema antigo necessitava de um Homem-Hora alto para troca de componentes e limpeza do painel pois o mesmo era localizado na área. Com o sistema novo não há necessidade de intervenção da contratada, apenas mão de obra própria CSN. O gasto era de 51,2 hh ao mês, assim neste tempo desde a implementação esta mão de obra foi direcionada a outros serviços na área em um total de 156HH.

Redução Mão de Obra HH	
HH mensal	51,2hh
HH reduzido desde a implementação	512hh

9 CONCLUSÃO

Em virtude da crescente preocupação com volume de produção e redução com custos de manutenção, a eficiência de um controle eletro-eletrônico é fundamental para atender estes indicadores. Atualmente a utilização de controles para acionamentos de equipamentos industriais utilizando tecnologia clássica por contadores de potência e banco de resistência é considerada obsoleta e pode não garantir a continuidade operacional do equipamento por falta de peças para reposição, recursos de manutenção e confiabilidade.

Com base nos resultados obtidos no projeto, concluímos que é extremamente importante pois o mesmo está garantindo a continuidade operacional, de forma segura e confiável, de um dos equipamentos mais importantes para a produção de aço na Usina.

Agradecimentos

A Deus por ter nos dado saúde e força para superar as dificuldades.

A toda equipe da supervisão Elétrica e eletrônica que ajudaram nas atividades gerais.

Aos nossos superiores Walter Luiz da Costa Reis e Justiniano Magalhães que nos incentivaram durante todo projeto.

A equipe de execução da Sankyu pelo empenho e dedicação.

A toda equipe da GEM apoio técnico do projeto.

A toda GGMA pelo apoio.

REFERÊNCIAS

- 1 Ashfaq Ahmed, Eletrônica de Potência, 1ª edição. 2002.
- 2 Siemens, Sinamics. Disponível em:
<<http://www.industry.siemens.com/drives/global/en/convertor/dc-drives/sinamics-dcm/pages/sinamics-dcm.aspx>> Acesso em: 11 nov. 2014.