

## OTIMIZAÇÃO DO TRANSPORTADOR AÉREO DE CABINAS DE AUTOMÓVEIS UNIVAP 2006

**Juliano Lima<sup>1</sup>, Rogério Kenji<sup>2</sup>, Whyne Viana<sup>3</sup>, Landulfo Silveira<sup>4</sup>, Jaime Castro<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Univap/Feau, Rua Ilha do Sul, 299, SJCampos, Juliano.pl@directnet.com.br

<sup>2</sup>Univap/Feau, Rua Prof. José A.C. Condino, 703, SJCampos, rogerio\_kenji@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Univap/Feau, Rua dos motoristas, 21, SJCampos, whyne1@itelefonica.com.br

<sup>4</sup>Univap/Feau, Av. Shishima hifumi, 2911, SJCampos, landulfo@univap.br

<sup>5</sup>Montadora, Rua Idalicio Dias Nogueira, 90, Taubaté, jaime.castro.campos@gm.com

**Palavras-chave:** Adequação, comunicação, modernização, transportadores, barramento.

**Área do Conhecimento:** III - Engenharias

**Resumo-** As empresas de maneira geral enfrentam desafios cada vez maiores, exigindo o desenvolvimento e aplicação de modernos sistemas de manutenção. Este trabalho visa demonstrar, através de resultados alcançados, a importância da otimização do transportador aéreo no contexto geral na indústria automobilística. Utilizando-se o novo sistema para a melhoria do funcionamento da transmissão de dados via barramento de cobre 380vac, ganhando mais recurso de informações para movimentos do equipamento e aumentando sua capacidade de produção ( velocidade ) que hoje é de 16,5 unidades hora para 25 unidades hora, foi possível estabelecer a eficácia do novo sistema. Tal sistema foi adotado visando promover melhorias qualitativas e, como consequência, a redução dos custos na produção de automóveis.

### Introdução

Em função dos novos desafios que se apresentam para as empresas no novo cenário globalizado e altamente competitivo, em que as mudanças se sucedem em alta velocidade, às empresas adotam modernos sistemas de administração estruturados a partir de novas tecnologias, visando a um diferencial competitivo.

Os transportadores aéreos eletrificados são aplicáveis universalmente e adaptam-se às exigências de transporte mais variadas. Transportam, armazenam, distribuem e expedem em empresas com diferentes tipos de produção, armazenagem e remessa, bem como em outros tipos de tarefas, levando cargas leves, pesadas, longas, curtas, maleáveis, duras, volumosas, regulares, grandes, pequenas, peças únicas, quantidade em recipientes, por paletes, em portadores de cargas especiais, etc. Neste projeto temos o transportador aéreo de cabinas (conforme figura 1).

Na instalação atual temos: Equipamento talha com sistema EOM (Eletric Overhead Monorail) com dez escovas no barramento de comunicação, painel central em uma plataforma separada do equipamento e uma instalada no corpo da talha. O sistema de comunicação é feito por cinco dos dez barramentos que é insuficiente para atender as novas exigências. O sistema de translação é feito por caixas especiais LJU que comutam automaticamente as velocidades de alta e baixa de motores trifásico 380vac em outro conjunto de escovas que retiram as informações do mesmo barramento, (SEW, 2006). O sobe e

desce é feito por motor de duas velocidades trifásico 380vac, e que estão fixadas no corpo da talha no nível superior, dentro do painel que hoje é muito pequeno os componentes elétricos ficam muito apertados e sem espaço para melhorias. Os controladores que se comunicam, são dois SLC's 5/03 (controlador lógico programável), (ROCKWELL AUTOMATION, 2006), porém com a instalação muito antiga, seus recursos estão limitados na área de segurança e de seu funcionamento.

Neste novo transportador aéreo aumentamos a capacidade de produção, onde sua capacidade de produção original é 16,5 unidades/ hora e que passará a produzir 25 unidades/ hora a fim de atender a nova demanda da montadora. Este ganho se deve ao aumento de velocidade que será possível com a substituição da caixa LJU por inversor de frequência. Hoje a caixa LJU somente comanda o motor de translação utilizando a frequência da rede como base, no nosso caso (Brasil) 60Hz, em casos de troca de velocidade, comuta o fechamento do motor da alta para baixa com uma leve desaceleração ou aceleração no caso de ganho de velocidade (LJU, 2006). Com o inversor teremos simplicidade no funcionamento e uma gama maior de escolha de velocidades para trabalho, neste caso trabalharemos com uma frequência direto no motor de 110Hz nas retas e 70Hz nas curvas e trechos de perigo. Para melhor quantificar esta alteração, podemos verificar em tempo de ciclo da operação, por exemplo com 16,5 unidades/h temos 218,2 segundos por um

ciclo completo e para 25 unidades/h teremos 144 segundos por um ciclo completo. Visivelmente reduziremos o tempo de cada ciclo e atenderemos o novo volume esperado.



Figura 1: Transportador aéreo tipo EOM de cabinas.

### Desenvolvimentos

No sistema atual o equipamento está limitado na sua capacidade inicial em que foi projetado, o painel elétrico e a caixa de troca de velocidades LJU são os maiores desafios. O painel não suporta a adição de componentes elétricos devido ao seu tamanho reduzido (conforme figura 2).



Figura 2: Painel antigo do transportador aéreo de cabinas com condições limitadas

A caixa de troca de velocidade LJU não faz a função de aumentar a frequência, somente executa a troca de velocidade alternando o fechamento do motor que possui três bobinas para velocidade baixa em torno de 450RPM, e três bobinas para velocidade alta em torno de 1350RPM, isso ocorre devido à interpretação da caixa LJU ao nível de sinal recebido pela escova L5 do barramento eletrificado, onde o sinal enviado pelo painel da plataforma para caixa LJU for de 220vac, com ciclo de frequência completo, o fechamento do motor passa para velocidade baixa. Se o sinal enviado pelo painel da plataforma para caixa LJU for de 220vac com o sinal de frequência da rede em meio ciclo, deve-se ao chaveamento do relé para um diodo que eliminara o ciclo positivo da onda senoidal, onde a caixa LJU interpreta o sinal fazendo com que o fechamento do motor passe para velocidade alta, consequentemente aumentando a velocidade de trabalho.

Em casos de pane esta caixa não possui substituição rápida, o que gera paradas longas do equipamento, pois exige substituição da mesma. Em substituição à caixa LJU, foi implantado o inversor de frequência modelo (160 AC DRIVE) (conforme figura 3), onde a gama de velocidade foi aumentada em até sete frequências distintas que é a capacidade máxima do inversor. Neste projeto usaremos somente duas frequências que atenderá as novas exigências de volume de produção.



Figura 3: Inversor de frequência (160 AC DRIVE) utilizando para flexibilizar as trocas de velocidade do transportador aéreo, (ROCKWELL AUTOMATION, 2006)

Com a instalação do inversor de frequência, atendendo ao volume de produção como também diminuindo o tempo de parada por pane no sistema de troca de velocidade. Instalando um sistema (BY-PASS) que é um sistema alternativo. No caso de quebra do inversor dentro do painel de comandos elétricos da talha, instalaram relé de potência controlado pelo SLC local, que passam a funcionar com o acionamento de uma chave localizada na porta do painel elétrico, local identificado como BY-PASS do INVERSOR. Este processo faz com que a translação funcione com apenas 60Hz da rede, e a troca de velocidade é feita pelo fechamento das bobinas do motor devido ao chaveamento dos relés de potência. Como o painel antigo é muito pequeno, foi necessário sua substituição, e instalar um novo painel de dimensão maior. Foram necessário a instalação de novos componentes de proteção, comando e potência. (conforme figura 4).



Figura 4: Novo painel do transportador aéreo de cabinas, após modificações apresentadas

Na parte de proteção foram adicionados novos disjuntores para cada tipo de alimentação. Neste projeto, protegemos as alimentações de 24vdc que alimentam todo o circuito de sensores, limites e acionamentos dos relés de comando, instalado também um disjuntor para a alimentação 220vac da fonte 24vdc. Inserimos um disjuntor tripolar para proteger a alimentação 380vac do painel inteiro, fusíveis de resposta rápida, para proteger todos os componentes do painel em caso de curto. Foram instalados térmicos para cada motor da talha, que neste projeto são os motores de sobe e desce, abre e fecha garra, e translação do sistema, sendo que todos são de acionamento em 380vac. Na parte de comando, foram instalados relés de comando que são responsáveis pelo acionamento do inversor tanto como partida, parada, reversão e trocas de velocidades, ainda na parte de relés, só que agora de potência, foram instalados relés na alimentação de entrada e saída do inversor para isolar em caso de acionamento do BY-PASS. Para o funcionamento do próprio BY-PASS, foram instalados relés de potência que fazem o comando de troca de velocidade alternado, o fechamento do motor para as bobinas de velocidade alta, e para a bobina de velocidade baixa. Pequenos relés foram instalados para receber os sinais do barramento eletrificado que são recebidos em 220vac, onde foi adicionado um comando separado para o acionamento da bobina do freio do motor da translação que era feito pela caixa LJU. O relé de comando que faz esta função para chavear uma tensão de 220v na entrada de uma ponte retificadora, e na saída desta ponte. A tensão retificada que gira em torno de 187vdc que aciona o freio, no caso deste equipamento em especial toda vez que a bobina do freio é acionado, o motor fica livre para funcionar. Para resfriamento interno do painel, foram instalados dois ventiladores: um para injetar ventilação sem calor dentro do painel, e o outro ventilador para retirar o ar quente do painel. Estes ventiladores situam-se em alturas distintas, onde o ventilador de injeção de ar fica na parte inferior ao painel, e o ventilador de retirada do ar quente fica na parte superior do painel, levando em consideração devido ao ar quente que sempre tende a subir. Como este painel possui muitas funções, foi necessário instalar um sinal áudio visual, para que em caso de alguma anomalia no sistema, a manutenção seja acionada rapidamente através dos sons. Este tipo de sinaleiro tem como característica a alimentação de 220vac, sendo necessária a instalação de um cartão de saída especial que comande uma tensão de 220vac, como no mercado só existe de 16 pontos, ficamos com 15 saídas de 220vac disponíveis para expansão. Para atender todos os componentes que foram

adicionados, o SLC precisou ser expandido. O rack que acomoda todos os cartões inclusive a CPU, passou de 4 posições para 7 posições, sendo a primeira posição sempre da CPU. No sistema antigo as informações chegavam para o equipamento pelo barramento eletrificado nas escovas do L5, L7, L8, L9, L10 e que tinha sua função específica para cada movimento.

FUNÇÃO		L5	L6	L7	L8	L9	L10
9	Manual Carro Recua	0	0	1	0	1	1
10		0	0	1	0	1	0
11	Manual Carro Avança	0	0	1	0	1	1
12		0	0	1	1	1	0
13	Manual Carro Avança Alta	0	0	1	1	1	1
14		0	0	1	1	1	0
15	Manual Carro Recua Alta	0	0	1	1	1	1
16	Manual Avança Todo Trecho	0	1	0	0	1	0
17	Manual Talha Sobe	0	1	0	0	1	1
19	Manual Talha Desce	0	1	0	0	1	1
20		0	1	0	1	1	0
21	Manual Talha Sobe Alta	0	1	0	1	1	1
23	Manual Talha Desce Alta	0	1	0	1	1	1
32	Manual Recua Todo Trecho	1	1	0	0	1	0
33	Manual Abre Garra	1	0	0	0	1	1
35	Manual Fecha Garra	1	0	0	0	1	1
37	Automático Dispara	1	0	0	0	1	1
39	Automático Corta	1	0	0	1	1	1
48	Automático Corta (Emerg.)	1	1	0	0	1	0
52	Automático Avança	1	1	0	1	1	0

Tabela 1 - Tabela lógica de dados enviados. Pela CPU de controle para a CPU transportador aéreo de cabinas.

Esta tabela mostra o bit mais significativo das informações para evitar possíveis erros de interpretação do SLC da talha, já que a codificação e decodificação são feitos por relés comuns e que não possuem fidelidade com o tempo de acionamento. Este novo programa lógico eliminou a colisão de dados e possíveis acidentes com o equipamento durante o processo. Como a translação era comandada

pela caixa LJU e sua função definida pela escova L5 conforme mostrado anteriormente. Como foi eliminado do sistema, o L5 ficou exclusivamente para receber informações de comando recebidas da plataforma para a talha, no caso do L6 que enviava a informação de posição para a CPU da plataforma, fizemos com que o sinal que era enviado passar a ser recebido ganhando assim mais um barramento de informações. Com o novo sistema, as escovas ficaram na seguinte configuração: L1, L2, L3 e L4 como alimentação de 380vac e as escovas L5, L6, L7, L8, L9 e L10 como entradas de informação em 220vac. (conforme figura 5)

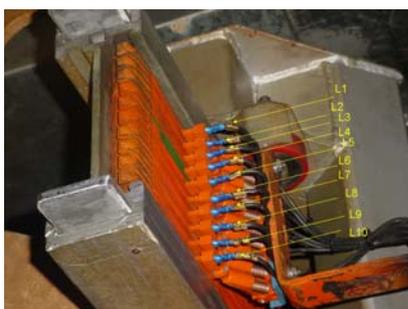


Figura 5: Escovas coletoras de sinais do barramento eletrificado do transportador aéreo de cabinas EOM.

#### **Materiais implantados no novo sistema :**

*Rack SLC A7:* Responsável por alocar a CPU e cartões de entrada e saída .

*CPU SLC 5/03:* Responsável pelo processamento de todas as informações recebidas, e execução dos trabalhos. Os processadores SLC 5/03 deixaram configurar os controladores modulares de até 4096 entradas mais 4096 saídas, e uma memória de 8K ou 16K palavras. Capacidades adicionais incluem: matemática de ponto-flutuante, programação on-line e tempo-real editando, memória de flash atualizado, chave-interruptor embutido, e um relógio de real-tempo embutido e calendário. Estes módulos podem conectar a um sortimento de níveis de voltagem, e eles estão disponíveis em várias combinações de input/output. Projetada e testada para aplicações industriais, estes módulos de alta qualidade executam bem em uma variedade de condições industriais severas.

*Cartão de entrada IB16:* Responsável por receber entradas digitais em nível de tensão 24VDC.

*Cartão de saída OB16:* Responsável pela execução dos trabalhos, gerando 24VDC em cada saída.

*Conversor de frequência AB:* Responsável por aumentar a velocidade da translação, através do aumento da frequência .

*Contadoras:* Responsável por chavear os motores e o conversor.

*Fonte de alimentação 24vdc:* Responsável por alimentar todo o painel.

*Mine relés :* Responsáveis pela codificação.

*Moto redutor :* Responsável pela translação do transportador.

*Painel elétrico:* Responsável por alocar todos os componentes de comando.

*Sirene de alerta:* Responsável pelo aviso da manutenção.

#### **Resultados e Discussões**

No projeto otimizado a localização de trechos de trabalho seria por sensores de presença indutivos, responsáveis pelas trocas de velocidades da translação e posicionamento da área de carga e descarga, que passando próximo a atuadores metálicos e enviam sinal em 24vdc para entrada (input) do SLC. São ao todo seis sinais distintos que são recebidos durante o trajeto. Para conseguirmos receber todos os sinais sem correr o risco de falhas, os sensores foram disponibilizados em seqüência com espaçamento entre sensores de 200mm e afixados na lateral do cabeçote giratório, mas não foi levado em consideração que o funcionamento dos sensores indutivos, que é de gerar campo magnético, e que próximo a peças metálicas atua internamente um contato, e como os sensores estavam instalados muito próximos, os sensores ativavam sozinhos, pois os campos magnéticos interagiam entre si. Para resolver o problema, tivemos que substituir os sensores indutivos por limites com haste (conforme figura 6), que por colisão nos atuadores fixados na estrutura da fábrica, indica as trocas de velocidades e trechos, eliminando a interferência gerada pelos campos magnéticos dos sensores indutivos.



Figura 6 – Limites de indicação de posicionamento e comutação de velocidade do transportador aéreo de cabinas

Em teste realizado no sistema lógico do projeto diagnosticou-se outro problema, as informações

recebidas pelo SLC da talha estavam sendo de forma incorreta, pois a talha executava movimentos diferentes perante o comando enviado, que ao enviar o comando de desce talha, executava o movimento de recua talha na

translação, isso ocorre devido ao scan do SLC ser muito mais rápido que a sincronização dos relés que possuem delay's naturais devido ser um dispositivo atuado eletricamente porem possui movimento mecânico de atracamento para o acionamento. Optamos por desenvolver dentro do programa lógico no SLC da talha condições de confirmação de dados recebidos, que é feito através de um temporizador ajustado com 1,5s, tempo suficiente para que não exista a condição de delay dos relés. Outro problema que tivemos foi à troca de velocidade no sentido aéreo de descarga, o transportador aéreo após a reta longa e velocidade plena a 110Hz de frequência do inversor, precisa fazer a curva para alinhar com a área de descarga e para fazer o processo em segurança. Essa velocidade precisa ser reduzida para não esforçar o conjunto de sustentação na viga eletrificada de translação, nos cabeçotes guias, que conduzem o transportador aéreo na viga eletrificada. Instalamos um atuador na estrutura da fábrica para que atue nos limites, e o SLC do transportador aéreo comande o inversor para diminuir a velocidade. Nos testes que foram executados, constatamos que o inversor não suportava esse tipo de esforço, embora as especificações do inversor em relação ao motor de translação estejam bem parametrizados, o peso do transportador aéreo é muito grande, fazendo que o motor tenha muita força regenerativa (tensão gerado pelo motor) fazendo com que o inversor tenha falha por alta tensão na entrada. Uma das alternativas para evitar este tipo de problema é trocar o inversor por um de capacidade maior, mas que no nosso caso é totalmente inviável devido à capacidade do painel e viabilidade de custo do projeto inicial. Para resolver o problema tivemos que fazer um estudo, para que logo antes da curva da área de descarga, o inversor seja desativado, e o próprio arraste do atrito do transportador aéreo com a viga eletrificada, reduza a velocidade em um tempo pré - determinado de 1,8s, tempo suficiente para que o transportador não sofra impacto brusco na desaceleração. Este pequeno trajeto da curva até a posição de translação será comandado pelo sistema comum, ou seja 60Hz da rede sem a utilização do inversor. Com esta solução evitamos esforço na viga eletrificada de sustentação do transportador aéreo e possíveis danos ao inversor por tensão reversa.

Por meio da análise e discussão dos resultados, a implantação do novo sistema apresentou resultados positivos, demonstrando claramente uma melhoria expressiva na produção. Conseguimos alcançar os resultados esperados, atendendo a nova demanda de produção de 25 unidades/hora, já que na concepção original o máximo que o equipamento

poderia produzir era uma demanda de 16 unidades/hora. Este sistema já esta implantado e funcionando perfeitamente na fábrica da General Motors em São José dos Campos, onde todos os componentes elétricos implantados suportaram todos os testes. A mecânica do equipamento suportou o aumento da velocidade, e em análise mensal não foi constatado desgaste excessivo no barramento e sustentação da talha e rolamentos em geral. Este projeto obteve um ótimo resultado, tendo em vista que os equipamentos usados para a otimização do mesmo foram de baixíssimo custo, e que conseqüentemente gerou grande lucro para a empresa.

### Conclusão

Conclui-se que o objetivo foi alcançado mesmo com as dificuldades geradas durante a execução do projeto. As dificuldades que enfrentamos, condicionaram todos os envolvidos do projeto a ter uma capacidade de resposta mais rápida e eficiente, já que uma vez iniciado o projeto de modificação do transportador o retorno para o original não era mais possível, tivemos um grande aprendizado, pois a capacidade de fazer um projeto de alto nível técnico e utilizando equipamentos disponíveis pela montadora, que são equipamentos reutilizados de outros equipamentos desativados. Hoje o mundo globalizado e competitivo, exige das empresas constante atualização, conseqüentemente buscando diferentes alternativas, soluções internas, visando otimizar na indústria automotiva um papel importante para aumentar a qualidade, fator necessário para obter a satisfação do cliente e evitar custos altos.

### Referências

- LJU fornecedora de informações sobre a caixa de comandos: [http://www.ljuonline.de/index\\_br.html](http://www.ljuonline.de/index_br.html) . Acesso em: 31 julho 2006
- ROCKWELL AUTOMATION fornecedora de componentes de automação : <http://www.rockwellautomation.com/products/> Acesso em: 31 julho 2006.
- SEW fornecedora de componentes e informação dos produtos: <http://www.sew.com.br/Modulos/Produtos/> Acesso em: 31 julho 2006.