

## MEDIDOR DE VAZÃO PARA BOMBA DOSADORA XV INIC / XI EPG - UNIVAP 2011

*João Hernandez de Oliveira<sup>1</sup>, Jair Candido de Melo<sup>2</sup>*

<sup>1,2</sup> UNIVAP/FEAU-Engenharia Elétrica, Av. Shishima Hifumi, 2911, Urbanova, CEP 12244-000, São José dos campos – SP, <sup>1</sup>joajdamerica@gmail.com; <sup>2</sup>jair@univap.br

**Resumo** - Para uma empresa ser competitiva e dar lucros, existe varias medidas que podem ser tomadas, dentre elas podemos citar: criação de novos produtos, aumento da produção, aquisição de novas tecnologias... Qualquer uma dessas ações depende de investimentos, e nem sempre a empresa dispõem dos recursos necessários, neste caso “Redução de custo” é a palavra de ordem, o emprego desta ação pode acarretar perda da qualidade e criar clima desconfortável entre os funcionários que temem demissões, analisando somente pelo lado positivo, redução de custo cria novas oportunidades para engenheiros e técnicos criativos e com boas idéias. Com o medidor de vazão para bomba dosadora, é possível fazer o controle mais preciso nas vazões das soluções químicas usadas na fabricação de espelhos, com essa melhoria evitaremos desperdício de matéria prima, reduziremos o custo de produção, usando somente os recursos disponíveis.

**Palavras-chave:** Medidor de Vazão para bomba dosadora

**Área do Conhecimento:** Eng.Elétrica/automação

### Introdução

Na fabricação do espelho o vidro comum recebe sobre uma das superfícies camadas metálicas, como a prata, o alumínio ou o cromo. Em seguida, o produto recebe camadas de tinta que têm como função proteger a camada metálica depositada na superfície do vidro. É a prata a mais usada e a que promove o reflexo das imagens, visível por meio do vidro transparente e protegida pela tinta da oxidação por ação do oxigênio do ar. Quando olhamos para o vidro, a camada de prata metálica reflete a nossa imagem.

Hoje, existem dois processos para a fabricação do espelho. Um dos mais difundidos no mundo é o galvânico, utilizam-se camadas metálicas de prata e cobre juntamente com uma tinta protetora. O processo copper-free é o mais recente, durante a fabricação dos espelhos, utilizam-se camadas metálicas de prata, agentes passivadores de ligamento e tinta protetora. Os dois métodos são semelhantes, porém, existem pontos de diferenciação. O copper-free não utiliza o cobre como protetor da prata, pois a proteção é feita por uma solução inerte que, aplicada sobre a prata, evita sua oxidação e dá boa aderência à tinta. O mercado brasileiro dispõe de espelhos de boa qualidade, fabricados a partir das duas tecnologias.

Controlar a espessura do filme de prata depositada sobre a camada de vidro é fundamental, só esse material representa mais de 50% do custo final do espelho, se o filme de prata for muito fino pode comprometer o reflexo da imagem e a qualidade do espelho, se ele for

espesso além do necessário, aumenta o custo de produção.

A deposição de prata sobre o vidro é feito por um processo químico, o nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) é diluído com água desmineralizada e Hidroxido de amônia formando a solução de prata, esta solução é bombeada em um vaso de pressão de água desmineralizada e pulverizado sobre a superfície do vidro junto com uma solução oxido redutora, a superfície do vidro é previamente limpa, polida e sensibilizada com com cloreto de estanho ( $\text{SnCl}_2$ ), a reação química do nitrato de prata com a solução redutora, dá inicio a formação do filme de prata.



Foto 1 – Aplicação do filme de prata na superfície do vidro – Cebrace Caçapava.

## Metodologia

Os espelhos são fabricados em diferentes dimensões, com variações na altura e espessura das chapas, o filme de prata oxida rapidamente em contato com o ar, como proteção o filme recebe uma camada química chamada camada passivadora e duas camadas de tintas.

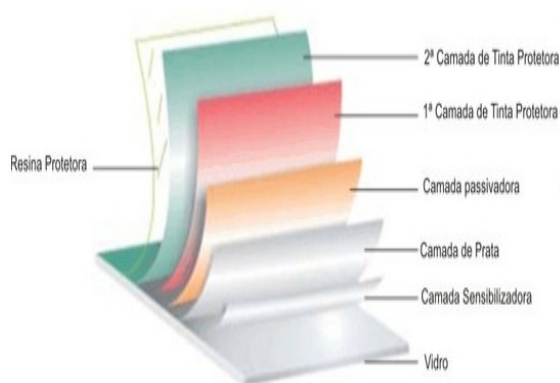


Figura 1 – camadas características do espelho – Cebrace Caçapava.

A secagem da camada de tinta é o processo mais demorado da linha, e fundamental que a rampa de temperatura seja cumprida para haver uma boa cura, não se pode aumentar o tamanho da estufa de secagem e sua potência é limitada, temos que aumentar o tempo de permanência das chapas mais grossas dentro dela para haver a cura da tinta. A velocidade linear da linha pode variar de nove metros por minutos para chapas com espessura de 2mm, a quatro metros por minutos para chapas de 6mm.

Durante um turno de trabalho há muitas variações na vazão da solução de prata devido à necessidade de aumentar ou diminuir a velocidade da linha. Apesar de ser considerado metal precioso a prata não é muito rara, contudo o preço é elevado é a matéria prima mais cara da linha de fabricação de espelhos, para que o produto final tenha preço competitivo e qualidade, é necessário controlar a quantidade de prata depositada na superfície do vidro.

A solução de prata é bombeada para um vaso de pressão por bomba dosadora magnética, este tipo de bomba pode injetar soluções em vaso com pressão de até 10 bar, no entanto a vazão não é garantida pelo fabricante em alta pressão, para garantir devemos medir após cada novo ajuste.

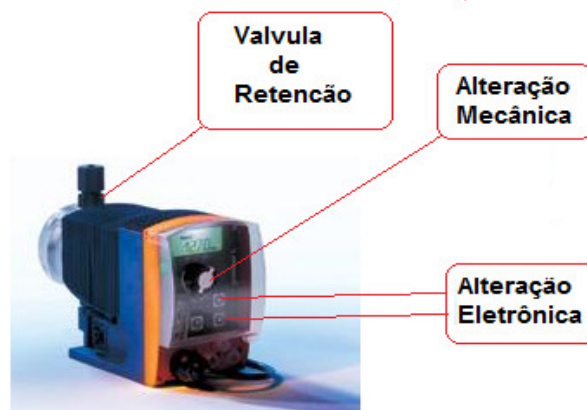


Figura 2 – Bomba dosadora magnética – Prominent do Brasil.

O método usado na linha de espelhos para regulagem da vazão, emprega uma bureta graduada em ml, ela é interligada ao reservatório com solução de prata por tubulações, e uma válvula controla o fluxo entre os dois, nivelando a coluna de solução dos dois recipientes quando aberta.

A bomba dosadora é ligada na tubulação logo após a bureta, manobrando a válvula a captação da bomba passa ser somente da solução contida na bureta, como ela é graduada em ml, o operador munido de cronômetro verifica quanto ml foi consumido da bureta em 30s, multiplicando por dois o valor medido, obtém-se a vazão em ml/minuto.

Se não é esta na vazão desejada pode-se aumentar ou diminuir a frequência do bombeamento no painel da bomba.

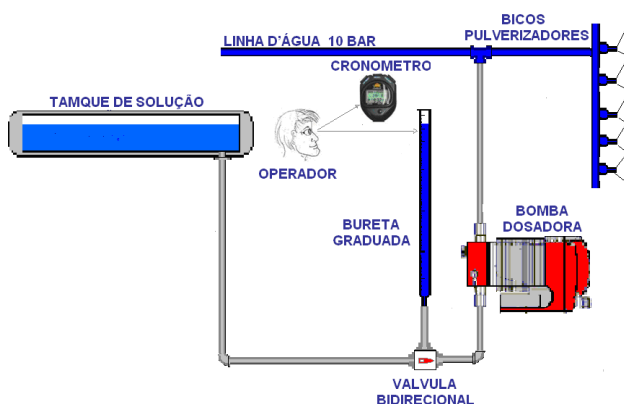


Figura 3 – Método para regular a vazão da bomba dosadora.

A confiabilidade deste método é duvidosa, por depender exclusivamente da habilidade do operador, que aumenta ou diminui a frequência de pulsação da bomba repetindo a medição quantas vezes forem necessárias até atingir a vazão desejada. A possibilidade de haver perda de matéria prima é muito grande, cada ml não aproveitado no processo, representa um custo adicional no produto final.

Podemos usar os recursos que dispomos para automatizar esta operação, e assim evitarmos desperdício. A linha é controlada por CLPs (Controlador Lógico Programável, também conhecido por PLC) ligados em rede, vamos usar este controlador pra criar o medidor de vazão automático.

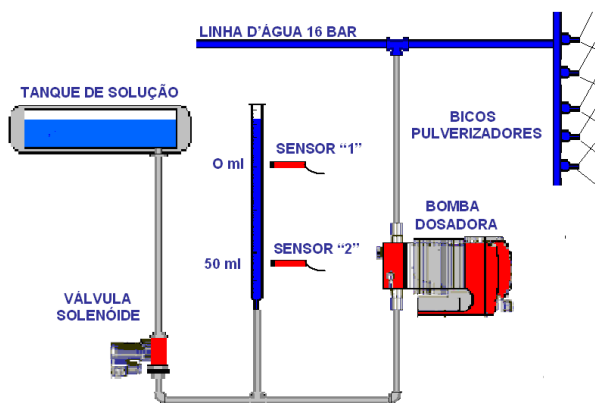


Figura 4 – Método automático para regular a vazão da bomba dosadora.

Neste novo método a atuação humana é puramente operacional, não necessitando de operadores experientes, basta apenas um toque no teclado da IHM solicitando a leitura, e em poucos segundos haverá a resposta na tela, se for o caso de aumentar ou diminuir a vazão, o operador pode alterar a frequência de pulsação da bomba pela própria IHM (Interface Homem Máquina), sem necessidade de se aproximar-se da bomba, toda a operação será feita remotamente. O CLP recebe os comandos da IHM, e altera a frequência de pulsação da bomba através do controle 4 - 20mA, a bomba já dispõe deste recurso de controle que não está sendo usado.

Na montagem do circuito, é importante observar algumas condições necessárias para que o medidor funcione corretamente. A bomba deve ficar abaixo do tanque de solução, para evitar entrada de ar no circuito hidráulico, os sensores devem ficar em contato com a bureta e separados por uma distância que, sempre haverá na graduação da bureta 50 ml entre eles, a bureta tem os dois lados abertos, a parte superior tem

que estar aberta para entrar ar, portanto esta abertura não pode ficar abaixo do nível Máximo do tanque, a solução pode transbordar se esta condição não for atendida.

Na tela da interface será possível ler os dados da medição já expressa em ml/minuto, essa unidade e usada para fazer referência a vazão da solução de prata da linha de espelhos. O botão F1 é acionado para solicitar a medição, F2 e F3 para alterar a frequência de pulsação da bomba dosadora conforme a necessidade.

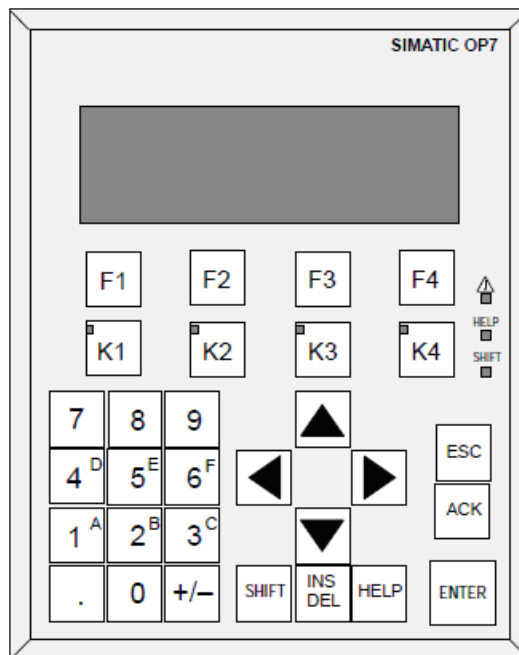


Figura 5 – SIMATIC OP7, Interface Homem Máquina (IHM) - SIEMENS

Ao solicitar "verificar vazão" na interface IHM a válvula solenóide é fechada pelo CLP, a solução que esta na bureta passa a ser bombeada, o nível vai baixando até atinge o sensor "1", neste momento é disparado um contador no CLP, o contador é alimentado por um bit de memória pulsante com frequência de 100ms. No instante que o nível atinge a posição do sensor "2", o contador é parado, o numero de pulsos contados é registrado em um acumulador do CLP, e a válvula solenóide é liberada, permitindo a saída da solução do reservatório que enche novamente de solução a bureta nivelando novamente o conteúdo dos dois recipientes.

O CLP faz uma relação entre os pulsos de 100ms registrados no acumulador que o contador contou no intervalo tempo do acionamento do sensor "1" e o sensor "2", como o volume da coluna de solução entre os dois sensores é conhecido (50ml), o CLP executa uma lógica para determinar qual é vazão da bomba, esta vazão se

altera com a mudança de pressão no vaso onde a solução esta sendo injetada, se houver mudanças de pressão deve se realizada nova leitura.

A lógica do que o CLP executa e bem simples como demonstrado a seguir:

Ex: se o contador contou 300 pulsos de 100ms, no intervalo entre o sensor "1" e o sensor "2" então temos:  $300 \times 0,1s = 30s$ , 30 segundos foi o tempo gasto para bombear o volume de solução de prata do sensor "1" até o sensor "2", o volume entre os sensores é conhecido (50ml), podemos dizer então que a bomba enviou para o vaso de pressão 50ml de solução em 30s, o CLP faz uma equação simples:

$$50ml \text{ ----- } 30 \text{ s}$$

$$\text{Vazão ----- } 60s$$

$$\text{Vazão} = 100 \text{ ml/min.}$$

A bomba enviou 100 ml/min. de solução para a linha de pressão. Esse valor é mostrado na tela da IHM.

A precisão da medição esta em posicionar os sensores respeitando os 50 ml entre ele, e o emprego do bit pulsante de 100 ms. O erro possível no disparo do contador fica restrito a frequência do bit. Quando medido por um operador a um erro bem maior do que 100ms, pois conta com reflexo humano para disparar o cronometro no momento que o nível passa pelo ponto inicial, quanto maior for a vazão maior será o erro.

Os principais materias usados no prototipo de bancada estão descritos na tabela 1, na linha de espelhos ja dispomos dos mais caros como: CLP, IHM, cartões de entras e saidas analógicas e digitais, fontes de alimentação 24 V e bombas dosadoras.

Q	Descrição	Fabricante
1	CLP Simatic 300 CPU315-2DP	Siemens
1	IHM OP7	Siemens
1	Fonte de alimentação 24V /10A	Siemens
1	Cartão de saídas digital 8 bits	Siemens
1	Cartão de entrada digital 8 bits	Siemens
1	Cartão de saídas analógicas	Siemens
1	Bureta graduada de 100 ml	
1	Bomba dosadora gama L	Prominent
1	Recipiente plástico de 20 L	
2	Sensores ópticos	Ifm
1	Válvula solenóide 24 V	Gemü
1	Cabo profbus de 5 m	
1	Cabo ant-chama de 5m/1.5mm	Pireli
1	Tubo plástico e conexões 3/8	Drehtoit

Tabela 1 – Principais materiais utilizados no prototipo.

## Discussão

O processo automático de medição resulta em maior economia de matéria prima, ao tirar a decisão humana durante a leitura da vazão, podemos controlar o processo, garantindo a qualidade final do produto, ganho na produtividade com rapidez nas trocas de produtos, melhora a segurança, reduzindo o contato do operador com substancias químicas, atende a política da empresa no quesito meio ambiente evitando desperdícios dos recursos naturais, gera lucro pois a matéria prima mais cara da fabricação de usando espelhos é a prata. Ao determinar a vazão um cronômetro, pode haver erros de interpretação de dados, 1 ml desperdiçado representa uma grande soma de dinheiro no fechamento mensal.

## Conclusão

Os ganhos com a automação das operações são incontestáveis, mesmo que não gerasse economia de matéria prima, o simples fato de afastar o operador do contato com substancias químicas justifica a melhoria. Pelo aspecto humano, os ganhos são ainda maiores, o operador com mais tempo executa suas tarefas tranquilamente, pratica 5s no local de trabalho, torna o ambiente mais limpo e organizado, trabalha com satisfação e contentamento, é incentivado a dar novas idéias para melhoria continua, fica comprometido com a empresa e influencia positivamente seus colegas.

## Referencias

- SIEMENS – S7 300 Automation system - manual de instalação CLP 315 – [www.siemens.com.br](http://www.siemens.com.br)
- PROMINENT – manual de instrução das bombas s solenóide gama L- [www.prominent.com.br](http://www.prominent.com.br)
- GEMÜ – valvulas solenoides - manual de aplicação [www.gemue.com.br](http://www.gemue.com.br)
- ifm electronic gmbh - Especificação técnica de sensores - [www.ifm.com/ifmbr/web/home.htm](http://www.ifm.com/ifmbr/web/home.htm)
- Cebrace caçapava – especificação técnica dos espelho Mirage Q1, Q7 e Optimirror plus – [www.cebrace.com.br](http://www.cebrace.com.br)