

AUTOMATIZANDO A PRODUÇÃO DA FASE LÍQUIDA DO VERNIZ

AUTOMATION OF THE VARNISH LIQUID PHASE PRODUCTION

Fernando Schmutz Cruz ¹
Carlos Frajuca ²

Data de entrega dos originais à redação em: 28/08/2015
e recebido para diagramação em: 12/08/2016.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema de pesagem e controle de dosagem dos ingredientes da fase líquida do verniz. Após uma análise do processo. A dosagem é feita por uma balança de 1000 kg, sendo o peso máximo do processo de 300 kg. A célula de carga é própria para pesagem de reservatórios. O grau de proteção é IP-67. Será usada juntamente com a balança elastômeros sobre a plataforma de aço carbono que absorve as vibrações de forma satisfatória. A célula transmite a um indicador de pesagem com tara manual programável a Zero. Este processo incrementará a precisão de dosagem dos ingredientes, diminuindo as perdas e melhorando a qualidade do verniz, evitará o contato do operador com os produtos químicos pois o processo anterior era feito manualmente. Foi feito o estudo econômico e técnico do projeto para atender a demanda de produção racionalmente e dentro das possibilidades de uma pequena empresa. No tempo de pesagem dos produtos houve uma melhora de 52,6%. Com diminuição da fadiga dos operadores do processo.

Palavras-chave: Dosagem de Líquidos. Controladores por Reles. Célula de Carga. Válvulas Solenoides.

The objective of this work is to develop a weighing system and dosing control of ingredients in the varnish liquid phase. After a process analysis dosing is achieved with a 1,000-kg balance and the maximum weight of the process is 300 kg. The load cell is proper to weigh the containers. The degree of protection is IP-67. Elastomers on the carbon steel plate will be used with the balance to absorb vibrations satisfactorily. The cell transmits to a weighing indicator with tare that can be set to Zero manually. This process will enhance the accuracy of ingredient dosage to minimize losses and to improve the varnish quality. This will prevent the contact of the operator with the chemicals as the previous process was performed manually. A contactor was added to protect the controller in the event of overload, etc. The project can take the advantage of higher capacity solenoids, provided they are triggered directly by the controller relays. An economical and technical project study was conducted to meet the production demand rationally and within the scope of a small business. The time savings in the process due to the automation of the liquid phase weighing has reached 52,6%. The process operators' fatigue has also decreased.

Keywords: Liquid Dosing. Relay Controllers. Load Cell. Solenoid Valves.

1 INTRODUÇÃO

O verniz é um dos ingredientes da tinta. Ele é usado para dar brilho e aderir ao substrato (superfície onde será aplicada a tinta) além de promover a secagem.

Conforme Fazenda, (1995, p0) “por muitos séculos, as tintas foram empregadas pelo seu aspecto estético. Mais tarde, quando introduzidas em países do norte da América e da Europa, onde as condições climáticas eram mais severas, o aspecto proteção ganhou maior importância.”

As primeiras fábricas de verniz foram estabelecidas na Inglaterra, em 1790; na França, em 1820; na Alemanha, em 1830 e na Áustria, em 1843. Mas a Grã-Bretanha e a Holanda foram as primeiras a produzir vernizes com as técnicas mais apuradas. J. Wilson Neil, em 1833, foi o primeiro a fornecer detalhes para a produção de verniz. Um dos produtos por ele descritos era fabricado numa proporção de oito libras de resina para dois a três galões de óleo de linhaça.

Hoje as cores são usadas para identificações de tubulações industriais, trânsito, sinais de alerta, ajudam também aspectos de segurança, decoração, etc. (CRUZ, 2000)

2.1 Equipamento Usado na Fabricação do Verniz

No processo de fabricação do verniz usamos o disco dispersor para dissolver a resina que esta no estado sólido no meio líquido.

O disco dispersor de alta velocidade (também conhecido como cowless) consiste essencialmente de um disco serrado com as bordas alternadas, montado em um eixo vertical de alta rotação, que é colocado em um tanque cilíndrico. Em uma concepção simples, a lâmina impulsora é plana e o disco, de bordas chapadas, que pode ser visto na figura 1 (KAIRALA e outros 2009)

O material do disco em geral é aço inoxidável. Um equipamento com um disco único, com várias capacidades de velocidade usualmente fornece toda a ação de dispersão que se pode esperar desse tipo de equipamento.

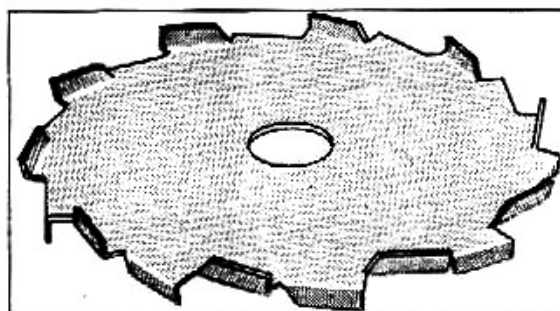


Figura 1 - Desenho Típico de um Disco Dispersor
Fonte: Kairala e outros 2009.

1 - Professor do Instituto Federal de São Paulo.

2 - Doutor em Física pela Universidade de São Paulo - Professor Titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.

2.1.1 Posicionamento e Velocidade do Disco Dispensor

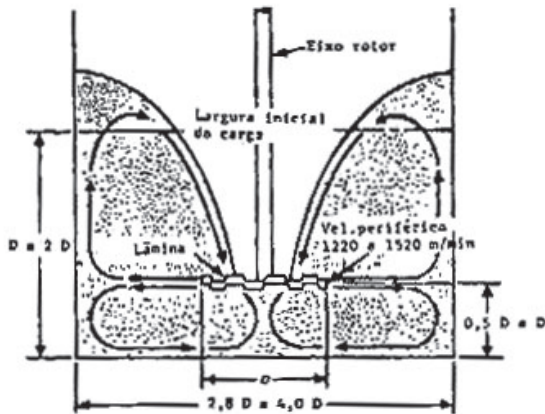


Figura 2 - Posicionamento correto do disco dispersor
 Fonte: Kairalla e outros.

A figura 2 ilustra o posicionamento correto do disco dispersor em função do diâmetro do tanque.

Uma velocidade de 2 a 3 m/s fornece uma condição favorável para uma boa dispersão da resina no verniz.

2.2 Flexografia

O verniz fabricado será utilizado no processo apresentado neste trabalho será usado para tintas flexográficas segue algumas considerações sobre o processo flexográfico.

As primeiras impressões flexográficas foram em 1860 tem-se patente nos Estados Unidos. (COTTON, 1980).

Em 1920 introduziram-se nos Estados Unidos as primeiras máquinas de impressão vindas da Alemanha. Em 22 de outubro de 1952 no fórum do instituto de embalagens foi anunciado o nome FLEXOGRAFIA, a definição oficial é: "Um processo de impressão tipográfico rotativo que utiliza clichês de borracha e tintas líquidas de rápida secagem". Com o avanço crescente das tecnologias hoje em dia a flexografia tornou-se um processo econômico e de qualidade. (SIMÕES).

2.2.1 Flexografia

Conforme Rebellato(1980), "na confecção de uma matriz para o processo de impressão flexográfica ou em anilina, confecciona-se um clichê de borracha vulcanizável, prende-se no cilindro da impressora flexográfica e passa-se a produzir o material impresso".

Segue as figuras mostrando o processo flexográfico de impressão

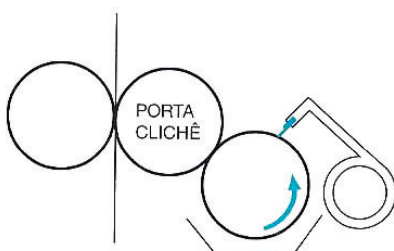


Figura 3 - Sistema Flexográfico
 Fonte: Fernandes, 2003.

Para uma dosagem mais precisa, passou-se a utilizar uma racle, raspando a superfície do entintador antes da impressão, mostrado na figura 3. (FERNANDES, 2003).

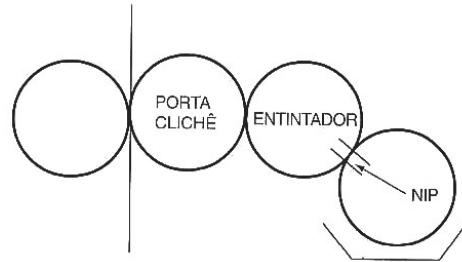


Figura 4 - Rolos de Impressão Flexografico com raspagem
 Fonte: Fernandes, 2003.

2.2.2 Consumo de Tintas

O consumo de tinta acompanha os dados relativos de consumo da classe média. Podemos, por exemplo, relacionar o consumo de tinta com a compra de carros. O desafio dos fabricantes é crescer acima de 3,2% ao ano, a partir de 2014 trabalhar pela excelência, retenção de talentos, confiabilidade, custos e distribuição do produto. (RACZ, 2014)

Tabela 1 - Consumo de tintas- Fonte SITIVESP 2014

Quadro Geral de Consumo de Tintas e Vernizes						
Setores / Período	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Tinta Imobiliária	975	982	1083	1119	1119	1141
Tinta Para Repintura	49	47	51	52	55	58
Sub Total Revenda	1024	1029	1134	1171	1174	1199
Período Setor Industrial	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Tinta Automotiva	48	46	50	51	49	51
Tinta para Indústria	171	157	174	176	176	176
Tintas para Impressão	101	94	100	97	97	96
Sub Total Industrial	320	297	324	324	322	323
Total Geral	1344	1326	1458	1495	1496	1522

Faturamento em US\$	Nº de Empregos
2009 = 3,55 BILHÕES	2009 = 17699
2010 = 4,51 BILHÕES	2010 = 18699
2011 = 5,12 BILHÕES	2011 = 19202
2012 = 4,83 BILHÕES	2012 = 19185
2013 = 4,72 BILHÕES	2013 = 19490

2.2.3 O verniz e a Tinta base água

Segundo Ponzetto, Rosseti e Kunniyoshi (1999), Tinta Base Água.

O principal mecanismo de preparação consiste em dissolver resina em co-solvente depois dissolver na água. Os favoritos são, por exemplo, o butilglicol éteres-alcoois. O solvente controla a formação do filme da tinta no processo de secagem.

2.3 O processo

O processo tem como objetivo o controle da pesagem de líquidos, água, solventes e óleos.

Isto será feito dentro de uma proporção conforme fórmula estabelecida.

O processo consiste em dosar os componentes dentro de uma ordem estabelecida comandada pelo operador que digita o peso estabelecido e abre a válvula solenóide em sequência. Peso do primeiro produto digitado abre a válvula solenóide do primeiro produto que irá fechar após atingir o estabelecido, digita-se o produto o 2 abre a válvula 2 assim para os demais produtos no caso são 5 (cinco) produtos. O fechamento da válvula é por mola (normalmente fechada) quando não temos corrente na bobina. Temos também controladores que armazenam já uma receita pré-estabelecida.

O controlador onde digitamos o peso através de reles que irá dar um sinal elétrico, por exemplo, pode ser de 1mV à 3mV, que acionará uma bobina de um contator dando a tensão para válvula solenóide que será de 220 Volts.

O controlador admite um número de células de carga. O projeto tem 4 (quatro) dutos a controlar, o display de marca AEPH admite até 8 produtos, é melhor termos um dosador para mais produtos pois poderemos ter alguma mudança na formulação. Dosadores que controlam mais produtos são mais caros. Temos condições de armazenarmos receitas com o controlador, combinações com o mesmo produto.

O elemento que transforma força perpendicular ao plano de fixação em sinal elétrico é a célula de carga vedada com resina, no meu caso a variação de temperatura de trabalho é de 5°C a 40°C, o que deve ser atendido na especificação da célula de carga. O processo de agitação em contato com o sistema de pesagem deverá ser feito com as células de carga desligadas, pois não suporta vibração. A célula de carga deve ter estabilidade, repetibilidade e linearidade.

Para absorver as vibrações foi colocado elastômeros que tiveram desempenho satisfatório em operação.

2.4 Justificativa

A competitividade é fator de sobrevivência para todas as empresas. Inicialmente, esta era conseguida com a utilização de eficientes técnicas de gestão, programas de qualidade que reduziam perdas. No entanto, estes instrumentos administrativos são de conhecimento geral, não mais caracterizando um fator de diferenciação.

O crescimento produtivo da indústria tem uma relação com o uso de novas tecnologias e novos produtos. Pois estamos enfrentando aumento da concorrência e competitividade (FRAJUCA, 2011).

O processo atual usado é manual, o operador pesa em baldes e tambores através de uma balança, que introduz discrepâncias que podem favorecer ao erro:

No balde é envazado os produtos e levado ao tacho despejado sempre temos produtos que ficam aderidos ao balde é uma perda. Colocando direto no tacho evitamos, isto também evitamos o transporte do produto, pois o ele envazado direto no tacho.

O processo manual gera fadiga ao funcionário a repetição das pesagens pode gerar erro, o processo terá um controlador com display de fácil visão.

O funcionário esta em contato com os produtos químicos retirando de tambores e levando ao tacho. O processo automatizado afastamos o funcionário dos produtos que irão ficar em uma área fechada sem contato com o operário.

O novo processo irá favorecer a segurança já que o empregado não terá contato com o produto.

Segundo Franchi (2013), "uma técnica que pode minimizar o ruído é a utilização um sensor de peso, conforme figura 1. Nessa aplicação uma célula de carga colocada no tanque a fim de medir a massa do tanque. O sinal é enviado ao transmissor. Esse método é efetivo, pois a turbulência e o borbulhamento não interferem na massa final do tanque".

É importante minimizar as perturbações estabilizando o processo.

3 METODOLOGIA DE ESTUDO

Optamos em fazer este estudo por estudo de modelo de caso, baseado num modelo inicial de estudo.

3.1 Apresentação do Modelo Inicial de Estudo

O método da pesquisa consiste na forma de pensar para se chegar à natureza de um determinado problema, quer seja para estudá-lo ou explicá-lo. (YIN, 2005)

A primeira ideia era medir o volume através de um transdutor de pressão é um processo barato, poderia usar o pressostato Festo PEV com ajuste mecânico (FESTO, 2011). Este sistema teria que ter uma ponta em contato com o líquido e sólido. O material sólido é breu o qual danificaria a ponta do transdutor já que a rotação de trabalho é 1750 RPM. Portanto o breu seria como uma pedra que impacto danificaria o transdutor. Abandonei esta ideia. Segue dados de um transdutor de pressão:

Incerteza de 0,4% com um nível de confiabilidade de 95,45%, Classe 0,5 (Festo, 2011).

A segunda seria começar a estudar a dosagem por medição volumétrica e vazão pela gravidade. Este sistema baseia-se em contar o giro do rotor. Este sistema parecia ser simples. Para água funcionaria bem. Mas para produtos como glicol e etanol teria que ser rotor metálico já que o plástico não suportaria a agressividade dos produtos. O rotor metálico necessitaria de acionamento por bomba devido à massa do rotor. A bomba subiria o preço do projeto também não teríamos a precisão necessária. Outro fator é que a formulação é feita pela unidade de quilos, que teríamos que converter litros para quilos.

O modelo é um sistema de pesagem e dosagem de líquidos armazenados em tambores que iriam por tubulação até as válvulas solenoides para ter a dosagem correta. Os líquidos são: água, glicol, etanol e óleo mineral.

Eles são pesados em sequência e em quantidades estabelecidas por fórmula.

A pesagem é feita através de uma célula de carga que transmite para o controle. Este enviará um sinal a um contator que energizado a 220V enviará um comando a válvula solenóide para abrir ou fechar.

Conforme Felício (2010): "é dentro do contexto de soluções aproximadas que encontramos o significado de Modelagem, pois Engenharia é um conjunto de modelos". "O julgamento prático será sempre considerado na decisão de quão preciso um resultado se faz necessário se a demanda de tempo é possível e se custo de metodologia pode ser economicamente justificado."

Seguem os produtos:

Tabela 2 - Formulação

VERNIZ ÁGUA FASE LÍQUIDA				
Código	Quantidade Kg		Substância	
AD-003	6	1	Óleo mineral, Anti espumante	
S-003	22,5	2	Glicol	
S-005	22,5	3	Etanol	
AD-001	8,1	4	Trieta lonamina	
S-001	140	5	Água	

Fonte: Arquivo Pessoal.

Os produtos são adicionados na sequência são todos líquidos com exceção a trietalonamina que é o mais viscoso. Posteriormente será adicionada a resina que dissolve no meio líquido. A resina é adicionada manualmente.

Na fase de estudo do projeto não foi feita a dosagem da trietalonamina devido a alta viscosidade.

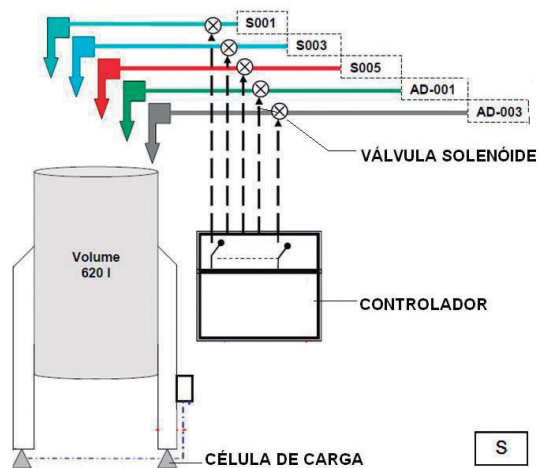


Figura 5 - Descrição do Sistema de Pesagem
Fonte: Arquivo Pessoal.

Os produtos estão armazenados em tambores. A abertura das válvulas irá fazer escoar o produto. O operário irá digitar a quantidade de produto que irá ser dosada. O controlador operado manualmente irá comandar a abertura das válvulas e medir a quantidade em peso corretamente. A célula de carga irá dar o sinal elétrico captado pelo controlador.

O tacho de 620 litros recebe os produtos e fica apoiado em cima da balança. A parte em contato com o tacho é uma estrutura metálica em aço inox, chamada prato que transmite às células de carga.

O processo do modelo em estudo apresentado na figura 1, será validado através de testes em operação, poderá ser feita simulações de falhas em operação. Temos Válvulas Solenóides, Células de Carga, Controle de dosagem e contadores.

Verificando o esperado como resultado e qual foram os obtidos.

O projeto inicial será comparado com os resultados obtidos na fase de validação.

3.2 Dinâmica de Processos

A dinâmica dos processos procura estudar o seu comportamento durante as variações na alimentação do processo ou na carga. O processo sairá de um regime estacionário para outro (ALVES, 2006), o processo real tem que ser estável.

O processo não linear é valido rigidamente para apenas um determinado ponto erro seja nulo (ALVES, 2006).

Segundo Astron 90 a 95% dos problemas de controle são solucionados empregando controle proporcional integrativo (ASTRON, 1996).

O tempo morto aparece devido a deslocamento de massa num processo (ALVES, 2006). Abrindo a válvula no processo demorará um certo tempo até o líquido se desloque até o tanque. Este tempo morto será compensado com ajustes e regulagens.

As balanças parcial e totalmente eletrônicas além de ser o dispositivo responsável por mostrar o peso da balança, em seu painel numérico luminoso, também informa a outros dispositivos ligados a ele através de interfaces de comunicação serial. Essa interface é:

O conjunto de células da carga mostra o peso da balança ou importa os dados para o microcomputador (ECHELON, 1995).

3.3 Processos de Pesagem

A precisão da medida efetuada dependera do tipo da balança, sendo determinada de acordo com o tipo e função da balança, obtendo-se medidas, por diferenças ou comparações de massas, que na pratica sempre apresentarão algum erro. As balanças deverão apresentar a melhor exatidão possível, ou seja, a leitura da medição do peso devera ser o mais próximo possível do valor real da carga. (PONTIUS, 1982)

As balanças mecânicas utilizam o principio de alavancas e contra pesos, necessitam de peço para instalação e apresentam como unidade sensora um braço mecânico, que e acoplado a um dial indicador de peso. Nesse tipo de balança a força exercida pela carga posicionada sobre a plataforma e dividida por um sistema de alavancas ate um valor reduzido, para então ser transmitida ao indicador mecânico de peso (Marte) e (Toledo).

3.4 Processo de Dosagem Manual

3.4.1 Fotos do Processo Atual Feito Manualmente



Figura 6 - Coleta dos solventes

O glicol e etanol estão armazenados em contêineres de 1000 lts. Abre-se a válvula e despeja-se no balde e posteriormente o funcionário desloca-se para ir a balança percorrendo a distância de 15 metros.



Figura 7 - Coleta do óleo mineral

A trietilonamina e o óleo mineral são coletados de um tambor através de um balde de 20 lts para levar posteriormente à balança. A distância percorrida pelo funcionário é de 6 metros.

Após a coleta dos líquidos no balde preto (solventes e antiespumante) são levados para a balança e feita a medição da quantidade correta conforme a fórmula. No caso da água é pesado 11 kgs. Se tem um pouco mais do produto retira-se e se tem a menos acrescenta-se.

Após pesada a quantidade correta o funcionário vai até o tanque e despeja o produto. A distância percorrida da balança até o tanque é de 3 metros



Figura 8 - Pesagem dos produtos



Figura 9 - Despejo dos líquidos



Figura 10 - Coleta da Água

A água é coletada manualmente através de duas torneiras abertas simultaneamente, enchem-se 8 (oito) baldes até uma marca estabelecida, depois despejam conforme figura 4. Para obter a quantidade correta pesa-se mais 11kgs de água e despeja-se no tanque. O controle de enchimento dos baldes é visual (volumétrico) portanto não se tem boa precisão. É o processo que demora mais tempo, 12,8 minutos também é o produto que vai em maior quantidade.

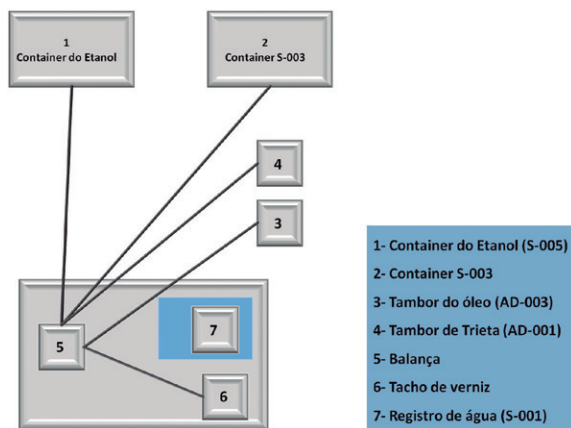


Figura 11 - Processo Antigo

Os materiais eram coletados em baldes nos recipientes 1, 2, 3 e 4 depois iam até a balança para fazer a pesagem posteriormente, envasava no tacho, Portanto o funcionário fazia varias percursos ou caminhava várias vezes.

3.4.2 Tempos cronometrados

Foi verificado o processo manual considerando a coleta dos produtos líquidos e transporte até o tambor de agitação das matérias primas do verniz. Conforme formulação

Tabela 3 - Processo manual - Fonte pessoal

Processo	Tempo em minutos
1 - Coletar Butil glicol e pesar	3
2 - Coletar etanol e pesar	3
3 - Coletar óleo mineral e pesar	3
4 - Envasar 15 kg de água por 9 vezes mais 11 kgs	12,8
5 - Coletar e pesar trietalonamina	1,2
Total	23,0

3.5 Fotos do Processo Novo



Figura 12 - Tambor e a válvula solenóide

A foto mostra o tambor e a válvula solenóide de diâmetro de ¾ pol. com a mangueira para transferência do líquido.



Figura 13 - Container de estocagem de Etanol e Glicol

Foi colocado os container de etanol e butilglicol sobre estrutura de porta pallets a 3,5 mts de altura o que possibilita a vazão dos produtos por gravidade tem-se possibilidade armazenar outros produtos sobre os containers. Dentro do espaço físico foi a melhor solução. Estes produtos não poderiam ficar na área de processo do verniz pois são inflamáveis.

3.6 Layout Processo Novo

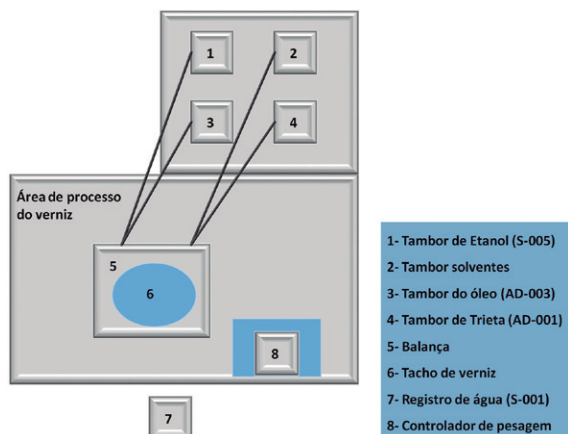


Figura 14 - Processo Novo (automatizado)

3.6.1 Tempos Cronometrados do Processo Novo

Tabela 4 - Processo com Automação de Pesagem - Fonte pessoal

Processo	Tempo em minutos
1- Vazar o Glicol e pesar 22,5 kgs	1,09
2- Vazar etanol e pesar 22,5 kgs	1,6
3- Derramar óleo mineral e pesar 10 kgs	0,46
4- Alimentar com 140 kgs de Agua	6,53
5- Coletar e pesar trietalonamina 8,1 kgs	1,2
Total	10,88

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os aspectos relevantes referentes ao projeto foram apresentados e a medida que ensaios, pesquisas e resultados satisfatórios alcançados são relatados. Portanto neste capítulo pretendo focar as principais conclusões. São sugeridas possibilidades para melhorar e continuar o este trabalho. A economia de tempo no processo com automação de pesagem da fase líquida chegou a 52,6% em relação ao processo manual.

O trabalho tem uma forma construtiva, significado importante e prático na aplicação em uma fábrica brasileira de pequeno porte de tintas, vide estudo do caso.

Com o novo equipamento é necessária a reciclagem e treinamento dos funcionários que sendo qualificados, irá aperfeiçoar o processo. Evita a má utilização da balança e mantém a qualidade de funcionamento dentro

das condições recomendada pelo fabricante e legislação relacionadas ao tema.

Foi feito um estudo de viabilidade econômica e encontrou-se uma solução mais simples e barata, isto é o objetivo da engenharia.

REFERÊNCIAS

ABNT, Normas NBR IEC 60947 4/2/2011 (Contatores), NBR 5123-199.

AEPH do Brasil. **Catálogo, Célula de Carga capacidade 500 kg, Suporte liberdade plena SLP-3T 500 Kg, Indicador de pesagem Matrix.** São Paulo. 2012.

ALFA Instrumentos. **Catálogo Soluções de Pesagem para Silos, Tanques, Moegas e Reatores.** São Paulo. 2014. Catálogo controlador modelo 3100C 2014.

ALVES J. L. L. Instrumentação, Controle e Automação de Processos, 2ª edição Rio de Janeiro, LTC, 2010.

Astron Q. J. Hagglundt PID Control- The Control Hamd Book, IEEI Press. (1996).

< <http://www.fengpuhrs.br/gacs//new/disciplinas/psc-cn/apostolas/aula6> >. (2007). L.F. A. Pereira e Haffner J. F.

“ASCOVAL Indústria e Comércio. **Válvulas Solenóide:** Catálogo Geral 32B. Barueri. 2011. Disponível em: < <http://www.ascoval.com.br/formliteratura.aspx> >. e Endereço específico: disponível em: < http://www.ascoval.com.br/literatura/FluidControl/31B/catalogo/015_8210.pdf >. Acesso em: jun. 2014.

Balbinot, Alexandre, 1970. Instrumentação e fundamentos de medidas, V. 2, Alexandre Balbinot, Valter João Brusamarello, segunda edição - Rio de Janeiro - LTC 2011.

“Bega E. Alberto (organizador) e outros Instrumentação Industrial, Editora Interciência, Instituto Brasileiro do Petróleo e Gás 2 edição Rio de Janeiro.

Bhuyan, M Instrumentação Inteligente princípios e aplicações/ Manabenta Bhuyan: tradução e revisão técnica Sérgio Gilberto Taboada - ! Ed - Rio de Janeiro: LTC . 2013.

BRODKEY, R. S. **The phenomena of fluid motions.** Reading, Mass: Addison-Wesley Pub. Co. 1967.

- COTTON, J. W. **Flexografia Principios Y Practicas**. Copyright by the Flexographic Technical Association Inc and the Foundation of Flexographic Technical Association, Inc. 1980
- CAPUANO F. G., Idiota I. V. **Elementos de Eletrônica Digital** 40ª edição – São Paulo, Erica 2007.
- CRUZ, F. S. **Fundamentos de Segurança do Trabalho**. 2002.
- CURTIS, L. G. **Journal on Coating Technology**, Vol. 52, Jan. 1980
Echelon Corporation, Engineering Bulletins Lonworks, 1995.
- FARQUI, E. A. **Automação e Informatização aplicados a controle e supervisão de processos de pesagem**. São Paulo. Tese de Doutorado Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, 1997.
- FAZENDA JORGE M. R. V 1 Tintas , V 2 Vernizes (vários autores) Parte 1 Introdução História Composição Química Jorge M. R. Fazenda, Francisco D. Diniz. **Processo da Fabricação**.
- RICARDO BERNARDO KAIRALLA, Ana Lucia Cardoso Gianfardoni, Paulo Sérgio do Prado, Paulo Cesar Maziero Tiano 4ª Edição e amp. São Paulo – Blucher - 2009.
- FELÍCIO, L. C. **Modelagem Dinâmica de Sistemas e Estudo da Resposta**, 2010.
- Festo, Catálogo Programa de Fornecimento Pressostato página 5-76, 2011.
- FERNANDES, J. A. **Anuário Rotoflexo** – 2003.
- FIALHO, A. B. **Instrumentação Industrial, Aplicações**, São Paulo: Editora Érica, 2002.
- FRANCHI, C. M. **Controle de Processos Industriais Princípios e Aplicações**, São Paulo: Editora Érica, 2013.
- FRAJUCA, C., PANDOVANI, C., SOUSA, J. S. S. **Implantação do MÊS para melhoria de produtividade em uma linha de fabricação de compressores de eletrodomésticos**, 2011.
- Frajuca C. **Notas de Aula do Curso de Mestrado de Automação Industrial** 2013.
- HBM, **The application and installation of load cells**, Gomola, Gert e outros Frankfurt/Main – Zarbook, 2000.
- INSTITUTO DE FÍSICA DA UNICAMP. **Conceito sobre Ponte de Wheatstone**. Disponível em: < http://www.ifi.unicamp.br/leb/f329-06/4_ponte_de_Wheatstone.pdf >. Acesso em: 2013.
- Marte Balanças, **Catálogo Documentos** 2013.
- Maziero, Prof. Carlos **Sistemas Digitais**, UFSC. Disponível em: < <https://pt.wikipedia.org/wiki/Disparador-Schmitt> >. Acesso em: 11 jun. 2015.
- MOLINARI, Marcelo A. **Análise de coeficiente para escolha de soluções da Produção Limpa**. Dissertação de Mestrado. UNICAMP, 2010.
- PONZETTO, E., ROSSETTI, R. A., KUNNIYOSHI, P. M. **Éteres butílicos derivados do óxido de eteno** – 6º Congresso Internacional de Tintas 1999.
- RACZ, F. **Mercado Brasileiro de Tintas: Um breve cenário de 2013, perspectiva para 2020**. In Forum Paint & Pintura de Tecnologia e Gestão em Tintas. Palestra. 2014.
- Rolim, R. L. **Análise de confiabilidade para gerenciamento operacional de sistemas automatizados de pesagem rodoviária**. Tese de Mestrado Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1997.
- Rubio, M. Gongorio. **Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo**, 2000.
- SITIVESP Sindicato de Tintas e Vernizes do Estado São Paulo. Disponível em: < <http://sitivesp.org.br> >. Acesso em: 13 out. 2014.
- Indicadores de Consumo de Tinta 2014.
- Toledo do Brasil Indústria de Balanças Ltda. **Catálogos, Documentos**. Catálogo Prix 5 Plus.
- Torres, Claudio, **Guia Prático de Marketing na Internet para Pequenas Empresas**, 2010. Disponível em: < <http://www.claudiotorres.com.br/mktdigitalpequenaempresa.pdf> >.
- Vásquez, J. D. H. **Proposição e validação de sistema gravimétrico para calibração de medidores de vazão de líquidos**/José Daniel Hernández Vásquez; orientador: Mauricio Nogueira Frota; Co-orientadores: Alcir de Faro Orlando, Elcio Cruz de Oliveira. – 2014.
- Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2014.
- REBELLATTO, G. **Curso de Artes Gráficas**. Prof. de Artes Gráficas – 3ª edição - Canoas - RS, 1980.
- Sindicato da Indústria de Tintas e Vernizes do Estado de São Paulo. **Sitivesp**. Disponível em: < <http://www.sitivesp.org.br> >. Acesso em: 04/2014.
- Santos A. F., M. **Aplicação de Redes de Controle Distribuídos em Processo de Pesagem Automatizados Informatizados**. São Paulo. Tese de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2001.
- Pontius, P. E./Cameron, J. M.- **Incertezas Realísticas e o Processo de Medição de Massas**, 1982.
- YIN, R. K. **Estudo e caso Planejamento e Método** . 2 ed – São Paulo, Bookman, 2001.