

N. CLASS. M 620.1
CUTTER M 379r
ANO/EDIÇÃO 2014

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG
ENGENHARIA MECÂNICA
ALEX RINALDO PEREIRA DE MARTINS

REDUÇÃO DE SOBRA DE PROCESSO DURANTE A OPERAÇÃO DE CORTE

Varginha
2014

ALEX RINALDO PEREIRA DE MARTINS

REDUÇÃO DE SOBRA DE PROCESSO DURANTE A OPERAÇÃO DE CORTE

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Rullyan Marques Vieira.

**Varginha
2014**

ALEX RINALDO PEREIRA DE MARTINS

REDUÇÃO DE SOBRADA PROCESSO DURANTE A OPERAÇÃO DE CORTE

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em

Prof. Rullyan Marques Vieira

Prof. Me. Alexandre de Oliveira Lopes

OBS.:

Dedico este trabalho primeiramente á Deus pelo dom da vida, á minha amada e futura esposa pelo apoio incondicional, pais e irmãos pelo apoio, incentivo e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus colegas, professores e minha família por terem ajudado na construção deste trabalho.

A arte de "engenhari" consiste em transformar números, cculos, formulas e desenhos em realidade. (Júlio Ap)

RESUMO

O trabalho pretende discutir formas de reduzir a sobra de processo durante a operação de corte do perfil 1110.81 (perfil de borracha de vedação da canaleta traseira 31 UX – GM). A ocorrência de sobra ou perda em qualquer processo produtivo gera um maior custo de produção, pois se torna necessário maior tempo para atender a demanda do cliente, assim utilizando um maior tempo de mão de obra e maior consumo de matéria prima. A sobra de processo ocorre devido o perfil ser extrudado em barras com um comprimento maior que necessário conforme (Plano de Inspeção) para atender a próxima operação de corte que realiza a operação de acabamento na peça. Onde será necessário analisar o encolhimento do perfil 1110.81 após 48 horas do perfil extrudado e analisar as variações no equipamento de corte da linha de extrusão com o objetivo de definir um novo comprimento de corte durante sua operação de extrusão. Com a definição de um novo comprimento de corte, será possível calcular os ganhos obtidos com a redução da sobra de processos.

Palavras chaves: Extrusão de borracha. Borracha de vedação. Encolhimento de borracha.

ABSTRACT

This paper discusses ways to reduce the surplus process during the cutting operation profile 1110.81 (profile gasket rear channel 31 UX - GM). The occurrence of surplus or loss in any production process generates a higher cost of production because more time is necessary to meet customer demand, thus using a longer labor and higher raw material consumption. Remainder process occurs because the profile is extruded into bars with a greater length as necessary (Inspection Plan) to meet the next cutting operation that performs the finishing operation on the part. Where you need to analyze the shrinkage profile 1110.81 after 48 hours of the extruded profile and analyze variations in the extrusion line with the objective of defining a new cutting length during operation of extrusion cutting equipment. With the definition of a new cutting length, you can calculate the gains from the reduction of leftover processes.

Keywords: *Extrusion of rubber. Rubber seal. Shrinkage of rubber.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	09
2 EXTRUSÃO DA BORRACHA.....	10
2.1 Vulcanização.....	10
3 PROCESSO DE CORTE.....	11
3.1 Estudo de encolhimento.....	11
3.2 Delimitar o comprimento de corte.....	11
3.3 Período de coleta de dados.....	11
3.4 Média aritmética simples.....	13
4 DEFINIÇÃO DE UM NOVO COMPRIMENTO DE CORTE.....	14
4.1 Índices de capacidade	14
4.2 Controle Estatístico de Processos (CEP).....	14
4.3 Análise do comprimento das barras do perfil 1110.81 após 48 horas da extrusão.....	16
4.4 Delimitar novo comprimento de corte.....	17
5 SAVING COM A MELHORIA.....	18
6 CONCLUSÃO.....	19
7 REFERÊNCIAS.....	20

1 INTRODUÇÃO

A busca no ramo automobilístico vem sendo crescente nos últimos anos, com o aumento das tecnologias e com as chegadas das novas marcas exigem que as empresas produzam uma maior quantidade de peças com maior qualidade e com menor custo de produção, para isso as empresas necessitam de maior robustez e estabilidade em seus processos produtivos.

O tema deste trabalho é a redução da sobra de processo do perfil 1110.81 borracha de vedação da Canaleta projeto 31UX - GM, analisando o encolhimento do perfil de borracha e a dispersão da máquina de corte da linha de extrusão. O problema de excesso de sobra de processo ocorre porque o perfil de borracha esta sendo cortado em um comprimento maior que o necessário para atender sua próxima operação.

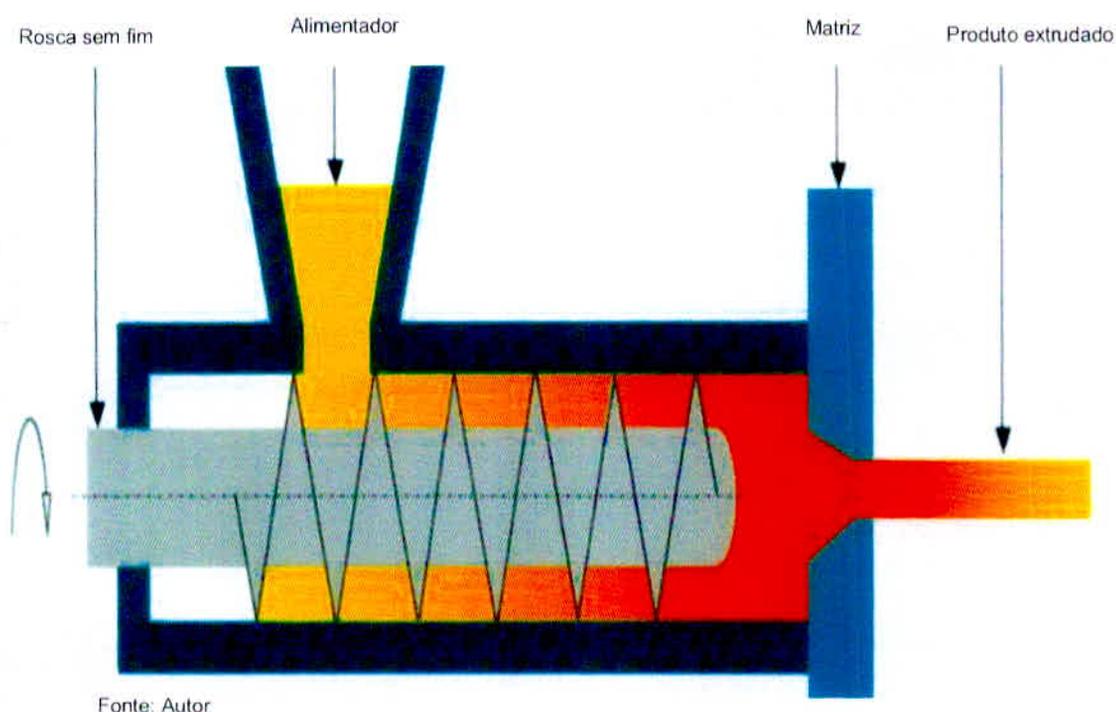
Para realização deste trabalho será necessário analisar e calcular o limite máximo de encolhimento do perfil de borracha após 48 horas de sua extrusão em relação a sua vulcanização, assim analisando a variação do comprimento das barras dos perfis. Tendo como objetivo de delimitar um novo comprimento de corte para o perfil 1110.81, visando reduzir o desperdício durante a operação de corte no acabamento e se obter um aumento significativamente de produção e lucro.

2 EXTRUSÃO DA BORRACHA

Considera-se atualmente, o processo de extrusão como um dos processos de transformação e uma das mais importantes técnicas de produção da Indústria da Borracha.

Segundo Caetano (2014), no processo de transformação da borracha a passagem é forçada por um composto de borracha por meio de uma matriz. A velocidade da rosca e temperatura depende do tipo de material extrudado, que através dele obtém uma tira de material cuja geometria é parecida ao desenho da matriz. É chamado de extrusoras os equipamentos que realizam este tipo de operação e o material que delas provém é conhecido por extrudado.(CAETANO, 2014).

Figura1 – Modelo de extrusoras de borracha com rosca sem fim.



2.1 Vulcanização

Segundo Hills (1971) em seus estudos afirma que a vulcanização da borracha se dá por meio da combinação química com certos agentes chamados de agentes vulcanizantes. Através disso a borracha adquire a propriedade de sofrer deformações, e cessadas as causas

determinantes, retomar suas dimensões iniciais. O enxofre é considerado um dos agentes vulcanizantes mais importante.

3 PROCESSO DE CORTE

O processo de corte do perfil 1110.81 na extrusão é um processo importante que define o comprimento do perfil finalizado dentro dos limites de tolerância de acordo com o seu plano de inspeção, e para que este possa ser cortado sem gerar algum desperdício.

Bornia (1995) aborda também que o desperdício não só não adicionam valor aos produtos é também não são necessários ao trabalho efetivo, sendo que ocasionalmente até reduzem o valor destes produtos.

3.1 Estudo de Encolhimento

A falta de estudos de encolhimento do perfil 1110.81 de borracha após um período de tempo, O perfil extrudado era cortado no final da linha de extrusão com um comprimento maior que o necessário, gerando desperdício por meio das sobras de processo realizados na operação de recorte no acabamento.

Segundo Costa (2008, p. 64), o desperdício é o tempo que a produção não está produzindo efetivamente, mesmo que os custos sejam contabilizados, não estão agregando valor ao produto.

Paim (2009) afirma que as ações de modelagem e a estudos de processos devem estar bem estruturadas e organizado, permitindo que os processos sejam rapidamente localizados e as soluções sejam mais facilmente identificadas, permitindo assim implantações no menor intervalo de tempo e custo possíveis.

3.2 Delimitar o comprimento de corte.

Para iniciar o estudo de encolhimento do perfil de borracha 1110.81 foi necessário ajustar a máquina de corte localizado no final da linha de extrusão, de acordo com o plano de inspeção.

Foi inserido no display da máquina de corte os valores descritos no plano de inspeção, delimitando o comprimento de corte do perfil 1110.81 para 600mm.

3.3 Período de coleta de dados

Segundo Levin (1987) para pesquisar é necessário trabalhar com tempo, energia e recursos econômicos limitados. Portanto, dificilmente pode trabalhar com todos os elementos da população. Normalmente, o pesquisador estuda um pequeno grupo de indivíduos retirados da população. Este grupo denomina-se amostra. População é um conjunto de indivíduos que compartilham pelo menos, uma característica comum, seja ela cidadania, filiação a uma associação de voluntários, etnia, matrícula na universidade, etc. Amostra é um subconjunto de indivíduos extraídos da população.

Basicamente o período de coleta de dados para avaliação da estabilidade é diferente para cada processo. Muitos autores sugerem um mínimo de 25 amostras coletadas. Esta regra nem sempre é possível de ser estabelecida. Fair afirma que este procedimento era feito antigamente quando poucas variações de produtos eram produzidas e os processos de fabricação, por consequência, não eram tão complexos (FAIR e WISE, 1998, P. 66-71).

Dessa maneira, uma abordagem prática indica que 2 princípios determinam o período mínimo necessário para coleta de dados: Tempo necessário para que todas as fontes de variação do processo se manifestem. Tempo suficiente para tornar o processo estável sob o ponto de vista estatístico.

Para este processo de extrusão, foi determinada uma coleta de 125 amostras para medição, devida essas amostras terem sido recolhidas em um período de 8 horas de produção onde as medições foram realizadas logo após o corte na operação de extrusão do perfil 1110.81, para analisar o quanto o perfil de borracha tenderia a encolher.

Quadro 1 – Dados gerados através da medição do perfil 1110.81 após da extrusão.

Comprimentos do Perfil 1110.81 após extrusão				
597,66	598,91	597,96	599,26	602,60
598,65	600,10	597,30	603,18	602,54
597,99	598,45	598,45	602,63	596,95
600,02	602,42	594,99	601,25	600,76
598,66	601,38	598,78	598,84	601,40
597,87	599,82	600,32	599,24	597,62
598,41	598,84	600,19	604,74	600,27
601,78	600,84	601,68	598,52	598,24
597,86	595,19	601,11	599,83	604,02
599,66	602,35	595,97	597,96	599,83
598,83	597,35	599,73	602,58	598,82
600,35	604,57	600,49	600,98	601,25
601,58	599,40	602,91	597,40	599,92
600,74	599,78	600,35	603,24	600,26
603,39	598,84	600,54	601,96	603,63
603,61	598,63	599,60	600,78	600,87
600,52	602,74	601,85	606,08	597,67
598,73	602,59	601,19	596,77	601,05
598,43	597,31	600,42	598,17	599,55
599,18	600,67	605,99	600,20	599,61
598,09	601,42	600,50	601,74	599,10
601,51	600,00	600,66	599,16	600,59
597,70	599,17	595,50	604,42	599,41
601,04	597,75	605,34	600,58	600,63
598,70	601,95	599,77	601,13	599,92

Fonte: Autor

3.4 Média aritmética simples

Diniz (2001) afirma que a média aritmética simples é conhecida também apenas por média. É a medida de posição mais utilizada e a mais intuitiva de todas. Ela está tão presente na rotina que qualquer pessoa pode entender seu significado e utilizar com frequência. É realizada dividindo-se a soma das observações pelo número delas.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

Calculando a média aritmética das amostragens coletadas, chegamos à conclusão que o comprimento das barras do perfil 1110.81 após a extrusão é igual a 600,15 mm de comprimento.

4 DEFINIÇÃO DE UM NOVO COMPRIMENTO DE CORTE

4.1 Índices de capacidade

Machado (2010) apresenta a estatística como campo do conhecimento que utiliza teorias prováveis para a explicação de eventos, estudos e experimentos. Tem por objetivo obtenção, organização e análise de dados, determinar suas correlações, tirando assim suas consequências para descrever e explicar o que passou e previsão para o que irá acontecer. A estatística é definida com uma ferramenta necessária e fundamental para análise de problemas diários quando estabelece a explicação de eventos, estudos, análises e experimentos.

Em seus estudos, Baptista (1996) afirma que a estatística é a parte da matemática que quando aplicada fornece métodos para coleta, organização, descrição, análise e interpretação de dados e para utilização de medidas decisórias. Portanto, a estatística não se trata simplesmente de um instrumento de análise e sim um estudo fundamental de monitoramento, melhoria de processos e tomadas de decisões.

Machado (2010) demonstra em seus estudos, que a apresentação do processo tem como objetivo verificar quando um processo está estatisticamente estável e atende as especificações definidas para o produto ou se há geração de itens não conformes. A análise da performance pode ser realizada pela interpretação de dados específicos para este fim. Pode-se concluir então, que realizando estudos da capacidade de um processo pode obter a real análise de resultados de que o mesmo poderá produzir peças sem qualidade, podendo obter através de índices, um diagnóstico atual deste processo.

4.2 Controle Estatístico de Processos (CEP)

O CEP (Controle Estatístico de Processos) é uma ferramenta da qualidade que é utilizada nos processos produtivos que tem como objetivo de mostrar informações para um diagnóstico eficaz para evitar e detectar os defeitos/problemas nos processos avaliados e, auxilia no crescimento da produtividade e resultados da empresa, evitando desperdícios de matéria-prima, insumos, produtos, etc.

Dessa maneira o CEP resultará em menos retrabalho e maior aproveitamento dos recursos disponibilizados e o bem estar dos funcionários que trabalharão melhor e com metas específicas para cada área.

As três linhas representam dois limites de controle: um superior (LCS) e outro inferior (LCI), e no meio a qual é a média da variável ou o alvo da característica. Geralmente, as linhas de controle localiza numa distancia de três desvios padrão da média ou alvo do processo.

Somohyl (2009) afirma que o uso de três é um pouco exagerado, mas na prática funciona bem na maioria dos casos. Os limites definem uma área grande que vai evitar alarmes falsos. O engenheiro que perde tempo correndo atrás de causas especiais que não existem certamente não está sendo bem empregado.

Depois da coleta dos dados é essencial que eles sejam analisados e que padrões sejam definidos, encontrando os valores ou fatores de controle que serão chamados de limites de controle e são divididos em três tipos:

Limite superior de controle (LSC): é o maior limite aceito pelo processo. Calculada pela expressão:

$$LSC = \bar{x} + (3\sigma)$$

Calculando o LSC para o processo de extrusão do perfil 1110.81 obtivemos o valor de 606,75 mm.

Limite de controle (LC): é o valor zero ou ideal para a amostra, média aritmética das amostras:

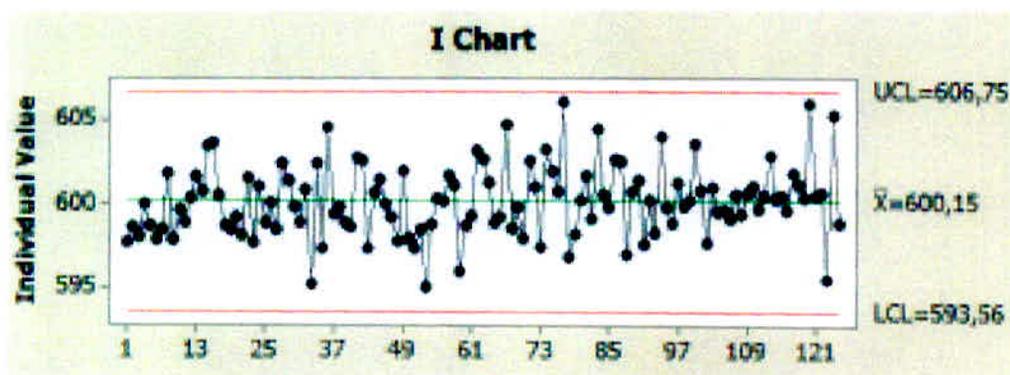
$$LC = \bar{x}$$

Limite inferior de controle (LIC): é o menor limite aceito pelo processo. Calculada pela expressão:

$$LIC = \bar{x} - (3\sigma)$$

Calculando o LIC para o processo de extrusão do perfil 1110.81 obtivemos o valor de 593,56 mm.

Gráfico 1 – Carta X (barra) Ilustrando o posicionamento das 125 amostras coletadas.



Fonte: Autor

4.3 Análise do comprimento das barras do perfil 1110.81 após 48 horas da extrusão.

Após 48 horas que o perfil 1110.81 ficou em repouso, foi retirada as últimas medições das 125 amostras recolhidas durante a operação de extrusão.

Refazendo a média aritmética das amostras coletadas, chegamos à conclusão que o comprimento das barras do perfil de borracha 1110.81 após 48 horas de descanso é igual a 595,22 mm de comprimento. Havendo assim um limite de encolhimento médio de 4,95 mm. O limite máximo de encolhimento foi de 5,70mm, e o limite mínimo de encolhimento foi de 4 mm.

Quadro 2 – Dados gerados através da medição do perfil 1110.81 após 48 horas da extrusão.

Comprimentos do Perfil 1110.81 após 48 horas extrusão				
592,46	594,90	592,70	596,78	595,97
594,05	593,85	594,15	600,38	593,37
592,79	598,12	589,79	591,57	595,35
595,42	596,18	593,08	593,27	594,55
592,96	594,92	596,02	595,60	594,41
592,67	594,24	594,99	597,44	594,10
593,81	595,64	597,68	593,46	595,69
596,08	589,99	595,41	600,42	595,11
592,66	596,65	591,07	595,68	595,43
595,06	593,05	593,50	594,57	596,13
593,13	599,67	594,06	598,30	594,03
595,15	594,20	598,88	597,34	595,59
596,38	595,48	598,03	592,35	597,21
596,14	593,64	596,35	595,86	595,75
599,09	594,63	594,84	596,80	595,34
597,91	597,84	593,54	592,62	594,70
595,92	597,39	600,74	595,07	596,65
593,83	592,71	592,82	592,54	596,59
593,83	596,37	594,63	599,12	594,72
593,98	596,22	593,06	594,83	600,79
592,89	595,10	598,28	593,12	595,30
596,91	594,57	596,38	596,35	594,96
592,00	593,45	593,40	594,72	590,90
596,74	596,25	598,04	595,66	600,14
594,01	593,06	597,06	598,43	594,92

Fonte: Autor

4.4 Delimitar novo comprimento de corte

Com as informações de quanto o perfil tenderá a encolher após a extrusão (5 mm máximo) juntamente com a variação do equipamento de corte (± 20 mm), foi possível calcular o novo comprimento de corte do perfil 1110.81 Perfil de borracha de vedação de porta do projeto 31 UX - GM.

Onde foi agregado ao valor mínimo que a barra do perfil extrudado deve ter para realizar o segundo corte no acabamento (548 mm mínimo).

Novo comprimento de corte = (Comprimento mínimo da barra do perfil extrudado + média de encolhimento + variação do equipamento de corte).

$$\text{Novo comprimento de corte} = (548 + 5 + 20) = 573 \text{ mm.}$$

Aplicando a regra do arredondamento para facilitar liberação do equipamento no início da produção, foi definido o novo comprimento de corte do perfil 1110.81 para 575 mm. Havendo assim uma redução de sobra de processo de aproximadamente 25 mm por peça.

5 SAVING COM A MELHORIA

Após realizar e definir um novo comprimento de corte, foi necessário emitir um Aviso de Engenharia (comunicado interno entre os departamentos dentro da empresa), assim comunicando com todos os envolvidos sobre a futura alteração e melhorias, para que sejam alterados seus respectivos documentos e procedimentos.

Com esta melhoria foi possível obter uma redução diária de R\$ 728,00.

Quadro 3 – Tabela ilustrando a economia através da melhoria implantada.

Economia com a Melhoria					
	Preço / Metro	Comprimento por barra de cada perfil 1110.81	Custo de produção por barra	Volume diário de produção	Custo de produção por dia
Comprimento Atual	R\$ 5,32	600 mm	R\$ 3,19	5200 peças	R\$ 16.588,00
Comprimento Novo	R\$ 5,32	575 mm	R\$ 3,05	5200 peças	R\$ 15.860,00
Economia	R\$ -	25 mm	R\$ 0,14	0 peças	R\$ 728,00

Fonte: Autor

6 CONCLUSÃO

Com a finalização deste trabalho, pode-se concluir que com o crescimento e desenvolvimento no ramo automobilístico, o processo de redução de sobras de processo é de grande importância para uma empresa, pois visa reduzir o desperdício e obter um aumento significativo de produção e lucro.

Para estudos de redução de sobra de processos, é fundamental que todas as etapas que a compõem como um todo, desde sua análise, planejamento e finalmente a execução, trabalhem em forma conjunta e uniforme. Esses problemas podem ser minimizados ou otimizados em função de um estudo mais detalhado na etapa de planejamento.

Para que se tenha o sucesso de uma empresa, será necessário obter o progresso e qualidade de seus produtos e processos, que com o sistema de melhoria contínua e redução de custos de processo de produção, irá garantir uma maior lucratividade, estimulando o crescimento e a estabilidade da mesma no mercado.

Após a realização dos estudos de encolhimento e capacidade da máquina de corte, foi possível delimitar um novo comprimento de corte assim reduzindo significativamente a sobra de processos durante a operação de acabamento.

REFERÊNCIAS

- CAETANO, Mário. **Extrusão da borracha**. Disponível em: http://www.ctb.com.pt/?page_id=1448; Acesso em: 31/08/13 às 11h: 25min
- DINIZ, Marcelo Gabriel. **Desmistificando o Controle Estatístico de Processo**. São Paulo: Artliber, 2001.
- HILLS, D. A. **Heat Transfer and vulcanization of rubber**. Londres: Elsevier Publishing Company Limited, 1971.
- LEVIN, Jack. **Estatística Aplicada a Ciências Humanas.2**. Ed. São Paulo: Harbra,1987.
- MACHADO, José Fernando. **Método Estatístico: gestão da qualidade para melhoria contínua**. São Paulo: Saraiva, 2010.
- RAMOS, Alberto Wunderler. **CEP (para processos contínuos e em bateladas)**. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.
- SAMOHYL, Robert Wayne. **Controle Estatístico de Qualidade**. São Paulo: Campus, 2009
- WISE, S. A., FAIR D. C. **Innovative Control Charting. Pratical SPC Solutions For Today's Manufacturing Environment**.ASQ Quality Press. Milwaukee, Wisconsin