

## APLICAÇÕES E PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO DE PRODUTOS ELETRÔNICOS NAS EMPRESAS MULTINACIONAIS

Applications and Process of Electronic Products Manufacturing in Multinational  
Companies

**GRANDEZE BONALDO, Marcos Eduardo**

Faculdade de Jaguariúna

**MANZATO, André**

Faculdade de Jaguariúna

**BOZZI, Felipe Chagas**

Faculdade de Jaguariúna

**PINTO, Caleb**

Faculdade de Jaguariúna

**Resumo:** Descrever os processos de manufatura de produtos eletrônicos e suas principais características, abordando de forma simples as principais etapas no processo de fabricação de produtos tais como: computadores, celulares e tablets. Os processos serão abordados individualmente no que diz respeito a processos de fabricação, custos industriais, demanda, qualidade, estoque, etc.

Ao final do projeto, o leitor terá observado vários tipos e etapas dos processos de transformação que envolve a manufatura de eletrônicos e quais as suas aplicações em empresas Multinacionais.

**Palavras chaves:** Manufatura, Eletrônicos, Custos, Demanda, Processos.

**Abstract:** Describes the electronics manufacturing process and main technical features, approaching simple methods to explain the key process of computers, cell phones and tablets. The process will be approaching individually to explain manufacturing process, industrial costs, demand, quality, warehouse, etc.

In end of this project, the reader will have overview inside of electronic manufacture process, main segments and your applications in Multinational Companies.

**Keywords:** Manufacture, Electronics, Costs, Demand, Process.

### INTRODUÇÃO

A manufatura de eletrônicos é um setor muito importante para economia do país. O setor conta hoje com uma variedade muito grande de produtos. Estes produtos são divididos em categorias que vão desde equipamentos de telecomunicações até simples brinquedos.

Este artigo abordará as aplicações e processos de transformação de produtos eletrônicos nas empresas Multinacionais e os casos analisados são

voltados à manufatura de celulares, computadores e tablets. Na manufatura destes produtos temos uma divisão de quatro grandes áreas. Essas áreas serão denominadas conforme as informações abaixo:

*Front End*, que traduzido para o português podemos definir como etapa inicial, denominada apenas com as iniciais *FE* neste artigo que se trata do processo de inserção de componentes na placa principal.

*Middle End*, que traduzido para o português podemos definir como etapa intermediária, denominado apenas com as iniciais *ME* neste artigo que se trata do processo de programação e testes das placas que foram fabricadas no *FE*.

*Back End*, que traduzido para o português podemos definir como etapa final, denominado apenas com as iniciais *BE* neste artigo que trata-se do processo de montagem manual das peças e da placa principal, que foi testada e programada no *ME*, no conjunto final do produto.

*Packing Process*, que traduzido para o português podemos definir como etapa do processo de embalagem, denominado apenas com as iniciais *PP* neste artigo que se trata do processo montagem do conjunto de acessórios, embalagem e produto final montado proveniente do *BE*.

Estas áreas possuem processos específicos que são interconectados pelo processo de transformação, desde matéria-prima até a sua transformação em produto final acabado.

## **Manufatura**

Pode-se definir produção como a junção de recursos utilizados para produzir um produto ou serviço, já para Slack (2002):

“A função produção (ou simplesmente função produção) na organização representa a reunião de recursos destinados à produção de seus bens e serviços. Qualquer organização possui uma função produção porque produz algum tipo de bem e/ou serviço”.

Slack também define a produção como:

Slack et al, (2002, p. 36), “Em resumo, a produção envolve um conjunto de recursos de input usado para transformar algo para ser transformado em outputs de bens e serviços.”

Pode-se observar que a produção é uma das funções principais da organização, que por sua vez determina como serão os processos para que o produto final seja adquirido.

### 1.1 Inserção dos Componentes na Placa Principal – FE

De acordo com Rowland (2006), o processo de montagem denominado com as iniciais *SMT* ou *Surface Mount Technology*, também conhecido como *Front End* neste artigo, segue alguns passos para a montagem das placas, sendo os processos:

- Projetar para a manufatura;
- Controle de Processo;
- Materiais de solda;
- Deposição da pasta de solda na placa;
- Epóxi, adesivos e disposição;
- Fixação dos componentes;
- Soldagem;
- Limpeza;
- Teste e inspeção;
- Retrabalho e reparo.

Basicamente, trata-se de uma linha de produção que possui máquinas automatizadas controladas por computador, conectadas entre si, formando no final do ciclo uma linha única com processos variados denominados *SMT*.

A Figura 1 mostra uma linha de *SMT* e as máquinas utilizadas no processo, que serão descritas individualmente para o melhor entendimento dos processos e recursos.

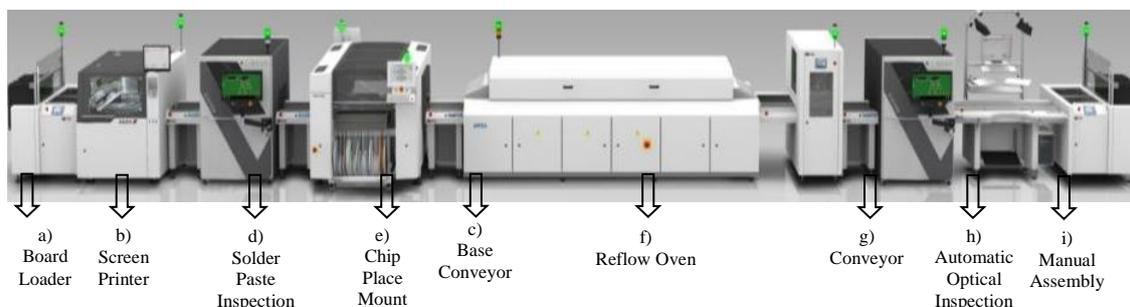


Figura 1: Processo de *SMT*

a) *Board Loader* – define-se sendo, local onde os painéis são disponibilizados para alimentação do conveyor.

b) *Screen Printer* – define-se como, impressora que deposita pasta de solda no painel.

c) *Base Conveyor* – define-se sendo, equipamento de conexão e transporte de painéis entre todos os equipamentos da linha, ou seja, alimentador de painel.

d) *Solder Paste Inspection* – define-se como, equipamento que faz a verificação e medição da correta aplicação da pasta no painel, medindo os parâmetros de posicionamento x, y e o volume.

e) *Chip Place Mount* – define-se como, equipamento onde os componentes são depositados ou aplicados no painel.

f) *Reflow Oven* – define-se como, forno de refusão onde os componentes depositados são soldados, através da fusão da solda por radiação do calor dos elementos aquecedores.

g) *Conveyor* – define-se sendo, equipamento de armazenamento ou *buffer* de painéis.

h) *Automatic Optical Inspection* - define-se como, equipamento de inspeção do posicionamento dos componentes aplicados no painel. Verifica tanto a falta de componente, como componente errado, deslocado ou rotacionado no painel.

i) *Manual Assembly* – define-se como sendo, posto de inspeção visual e aplicação de etiqueta de registro nas placas do painel.

A capacidade de *Front End*, baseado no fornecedor de máquinas, leva-se em consideração a velocidade da quantidade de componentes a serem depositados ou aplicados nos painéis para determinar o quanto será a produção por hora ou *rate*.

## 1.2 Programação e Teste das Placas – Middle End

Pode-se determinar o processo de *Middle End* como a fase de programação e validação da placa que foram fabricadas no *FE*, sendo dividida em duas etapas principais denominadas *Programming*, que traduzido para o português podemos definir como programação, denominado apenas com as iniciais *PRGM* neste artigo e *Phasing*, que traduzido para o português podemos

definir como por em fase ou modificar, denominado apenas com o inicial PH neste artigo.

O processo consiste em conectar as placas em estações de teste onde são simuladas e gravadas as funções nas placas. A bancada de testes ou estações simulam sinais como o de uma torre de celular para que as entradas dos circuitos eletrônicos das placas sejam testadas, a estação faz a leitura processando-os e comparando-os com os resultados previamente determinado de cada circuito.

Na estação de *PRGM* a placa recebe informações que serão gravadas dentro da memória, e avalia comunicação com o processador, na estação *PH* a placa é calibrada e é nesta estação onde são gravadas informações de transmissão e recepção do telefone.

De acordo com Oresjo (2006), “Expedir produtos de alta qualidade e sem defeitos é um desafio que não desaparece devido à complexidade das placas e da pressão do aumento de custos”. Para isso, é determinado que após a placa passar por todo o processo de *FE*, seja realizado uma bateria de testes para garantir a funcionalidade do produto, este processo é realizado no *MD*, para que assim a placa seja entregue para o processo de manufatura de *BE*.

Ou seja, para garantir a qualidade do produto, é necessário que seja realizado testes, com medições funcionais nas placas, garantindo que o cliente, receba placas em conformidade com a especificação para continuarem com o processo de montagem do produto final.

### **1.3 Montagem Manual das Peças – Back End**

De acordo com Askin e Standridge (1993), “uma linha de montagem é um conjunto de estações com atividades sequenciais, sendo interligadas através de um sistema contínuo de movimentação de materiais, sendo projetadas para agregar componentes para a obtenção de um produto acabado”.

Sendo assim, pode-se determinar o processo de *BE*, como uma linha de produção que agregará componentes, peças, adesivos, displays, parafusos, cabos etc. em torno da placa, dando o formato final ao produto, no *BE* determinam-se e realizam-se os balanceamentos das atividades necessárias

para que o produto seja concluído. No processo de *BE* os processos são manuais na maioria das vezes, necessitando de dispositivos que auxiliam na montagem dos celulares, *tablets* e computadores.

Outro fator importante a se ressaltar na linha de produção é que de acordo com Santos e Urbina (2002, pg. 3) linha de montagem é o sistema de produção que se caracteriza pela movimentação do produto enquanto que a mão de obra permanece fixa no lugar de trabalho, durante as etapas do processo produtivo.

Baseado na referência citada pode-se definir o *BE* como um processo de manufatura em linha, que por sua vez, as operações são definidas por estações ou postos de trabalho e os operadores não se movimentam, apenas o produto que está sofrendo transformação, até se tornar o produto final.

No processo de *BE* determinam-se também as funções de inspeções finais do produto, garantindo a qualidade e criando indicadores de produção, que por sua vez vão alimentar o processo e garantir as melhorias necessárias para que a produtividade seja máxima.

Neste processo também temos etapas de testes, para garantia da funcionalidade do produto, que deve estar em conformidade com as especificações técnicas regulamentadas por órgãos externos nacionais, internacionais e pelo cliente.

Com base nestas informações é necessário fazer o balanceamento de linha para determinar a capacidade produtiva da linha de operação. Para se determinar essa capacidade é necessário levar em consideração algumas categorias, assim como Law e Kelton (1991) descrevem sendo: dimensionamento dos recursos físicos e mão de obra, avaliação do sistema e avaliação das decisões operacionais.

Slack (2002), diz que o próximo passo depois de determinar os processos, é determinar a capacidade produtiva de cada parte da rede produtiva, sendo tratado ao longo prazo.

De acordo com Barnes (2011), se faz necessário estudar os tempos e métodos para adequar uma linha de produção em um padrão, que consiste em garantir a capacidade produtiva, qualidade do produto e padronização dos métodos.

#### 1.4 Processo de Embalagem – Packing Process

O processo de embalagem é definido como o processo que finalizará o produto para a entrega ao cliente, no caso dos produtos pesquisados, este processo é composto por algumas etapas.

Estas etapas vão desde agregar acessórios que acompanham os equipamentos, até a personalização final. Em alguns modelos de eletrônicos podemos destacar as seguintes atividades:

- a) Instalação de software de cliente.

Ajustado geralmente a pedido do cliente final, podendo sofrer alterações como, por exemplo, a instalação de diferentes tipos de sistemas operacionais, tais como *Windows* ou *Linux*, logomarcas, opcionais dos clientes, tampas, adesivos decorativos, indicações de utilização etc.

Podem acompanhar manuais do fabricante, manuais dos sistemas operacionais, *Softwares Trial* (aberto), pacotes *Office*, logomarca, brindes etc.

- b) Instalação de *Software* tipo *Retail*.

Aplicado para lojas varejo, tais como Submarino, Americanas etc.

Aplicam-se em computadores, celulares e *tablets* desbloqueados. Não possui personalização.

- c) Personalização de Operadora.

*Software* de operadora aplicado em celulares e *tablets* bloqueados e com logomarca.

Podem acompanhar manuais de operadora, tais como operadoras de telefonia móvel, juntamente com tipos de planos, tampas, adesivos decorativos, indicações de utilização, logomarca, ícones e brindes.

Este processo, assim como o processo de *BE* é realizado em etapas, onde cada acessório ou processo será colocado na embalagem final, tratando-se de item físico ou internamente no produto, tratando-se de *Software*. Este processo deve ser realizado separado por etapas para garantir a qualidade final da embalagem.

Além de ser dividido por etapas separadas, este processo conta com dispositivos tais como balança de pesagem, leitor de código de barras, estações de programação, sistemas de embalagem a vácuo etc. Tudo isso

para garantir que os itens estão sendo colocados nas caixas de cada produto e as personalizações sejam atendidas de acordo com a solicitação do cliente.

## 2 Estudo de Caso

No estudo de caso aborda-se o processo de balanceamento de linha nos processos de *Back End*, para entender a metodologia aplicada no processo de balanceamento de linha deve se explicar alguns conceitos dentro da Engenharia de Produção.

### 2.1 Conceitos e definições

a) *Rate Line*, que traduzido para o português pode se definir como taxa da linha, denominado apenas como *Rate* neste artigo, é a quantidade de unidades produzidas no final da linha por hora.

b) *Takt Time*, que traduzido para o português pode-se definir como ritmo da linha, denominado apenas como *Takt Time* neste artigo, é a relação da quantidade de hora produtiva disponível dividida pelas unidades produzidas no final da linha, podendo ser definido como:

“ANTUNES et. al. (2008, pg. 147), takt time é definido a partir da demanda do mercado e do tempo disponível para produção. Trata-se do ritmo da produção necessário, em um determinado período, para atender a uma demanda específica desse período.”

Matematicamente obtém-se:

$$Takt\ Time = \frac{Horas\ Disponíveis}{Rate}$$

c) *Cycle Time*, que traduzido para o português pode-se definir como tempo de ciclo, denominado apenas como *CT* neste artigo, é o tempo necessário para a realização da atividade de montagem definida para o posto em questão.

d) *Balance Index*, que traduzido para o português pode-se definir como índice de balanceamento, denominado apenas como *BI* neste artigo, é a relação entre o *Takt Time* e *Cycle Time* dentro do processo produtivo.

e) *Standard Time*, que traduzido para o português pode-se definir Tempo Padrão, denominado apenas como *TP* neste artigo, é o tempo total da operação somado com o tempo de cada falha gerada pelo produto final, que é onerado em tempo nas tabelas 1, 2 e 3.

## 2.2 Balanceamento de linha

Para realizar um balanceamento de linha no processo de *Back End* identifica-se primeiramente qual é o *Rate* para o produto em questão, com esta informação calcula-se o *Takt Time* a fim de obter o tempo que cada unidade de produto acabado será entregue no final da linha.

Matematicamente temos:

$$Takt\ Time = \frac{3600}{104} = 34,61\ \text{segundos}$$

Com o *Takt Time* calculado, encontra-se que a cada 34,61 segundos uma unidade de produto pronto no final da linha será entregue. Com a informação de *Takt Time* tem-se a base para seguir um *Balance Index* ideal para o processo de montagem.

Exemplo: para uma linha de produção com a necessidade de 104 unidades por hora com o *Takt Time* de 34,61 segundos e o *Cycle Time* do posto *MA01* de 28,10 segundos qual é a eficiência do posto de montagem em questão?

$$Balance\ index = \left[ \frac{Takt\ Time}{Cycle\ Time} - 1 \right] \times \left[ 100 \right] \Rightarrow$$

$$Balance\ index = \left[ \frac{34,61}{28,10} - 1 \right] \times \left[ 100 \right] = 23,17\%$$

Para o *Cycle Time* de 28,10 segundos do exemplo, a linha consegue atingir a eficiência operacional de 76,83%. Para aumentar a eficiência

operacional do posto, atividades deverão ser agregadas na sua montagem, a fim de alcançar o tempo médio de no máximo 34,61 segundos.

A seguir, será verificado através de um arquivo em Excel criado para cálculos gerais de linha de produção, como o *Cycle Time* dos vários postos de montagem descritos até o *MA08* afetam o *Balance Index* e qual é seu relacionamento direto com o *Rate* final do produto.

Tabela 1: Informações de gerais dos processos de montagem.

Operators	MA01	MA02	MA03	MA04	MA05	MA06	MA07	MA08
OP1 TC-Médio (s)	27.49	54.74	45.25	46.15	56.55	49.08	34.31	54.70
OP2 TC-Médio (s)	27.79	58.97	46.03	47.43	66.73	50.82	33.18	57.04
OP3 TC-Médio (s)	27.05	52.45	42.66	46.64	44.60	48.96	35.10	53.63
Risco OP1	50.93%	51.10%	53.09%	36.75%	51.43%	48.26%	48.54%	49.16%
Risco OP2	63.95%	57.00%	57.00%	57.00%	57.00%	57.00%	57.00%	57.00%
Risco OP3	22.88%	32.85%	11.78%	55.62%	0.00%	47.09%	59.34%	32.16%
MEAN	27.5	54.6	44.9	46.5	56.0	49.2	34.4	54.8
TEU (s)	27.5	54.6	44.9	46.5	56.0	49.2	34.4	54.8
TPU (s)	36.8	73.1	60.1	62.3	75.0	65.9	46.1	73.3
RPS	98	49	60	58	48	55	78	49
Frequencia	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
WT	9.3	18.5	15.2	15.8	19.0	16.7	11.7	18.6
TE (s)	27.5	54.6	44.9	46.5	56.0	49.2	34.4	54.8
TP (s)	36.8	73.1	60.1	62.3	75.0	65.9	46.1	73.3
RATE	98	49	60	58	48	55	78	49
RATE NOMINAL	131	66	80	77	64	73	105	66
HC	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Takt Time	74.95	74.95	74.95	74.95	74.95	74.95	74.95	74.95
Balance index	78.84%							
Operation Balance Index	37.92%							
Standard Time	0.8112							
Rate Line	48							
HC Focal	1.0							
HC Assembly	21.0							
HC Teste	8.5							
HC Caracterizador	3.0							
HC Rework	2.0							
HC CQA	0							
HC OP2	3.0							
HC Analyser	2.0							
HC No Touch - CQA	2.0							
HC Touch	39							

	MA01	MA02	MA03	MA04	MA05
Series1	36.8	73.1	60.1	62.3	75.0
Serie 2	74.95	74.95	74.95	74.95	74.95

A Tabela 1 apresenta o *Takt Time* de 74,95 segundos, verificando os postos de montagem nota-se que o posto *MA01* com o tempo de 27,50 segundos é o mais eficiente de todos os processos de montagem descrito neste exemplo apresentando um *rate* total de 98 unidades por hora e o menos eficiente é o posto *MA05* com o tempo de 56,00 segundos apresentando um *Rate* de 48 unidades por hora.

Tabela 2: Informações gerais dos postos de montagem.

Operators		MA01	MA02	MA03	MA04	MA05	MA06	MA07	MA08
OP1	TC-Médio (s)	66,55	66,55	66,55	66,55	66,55	66,55	66,55	66,55
OP2	TC-Médio (s)	66,55	66,55	66,55	66,55	66,55	66,55	66,55	66,55
OP3	TC-Médio (s)	66,55	66,55	66,55	66,55	66,55	66,55	66,55	66,55
	Risco OP1	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
	Risco OP2	50,00%	57,00%	57,00%	57,00%	57,00%	57,00%	57,00%	57,00%
	Risco OP3	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
	MEAN	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5
	TEU (s)	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5
	TPU (s)	89,1	89,1	89,1	89,1	89,1	89,1	89,1	89,1
	RPS	40	40	40	40	40	40	40	40
	Frequencia	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	WT	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6
	TE (s)	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5
	TP (s)	89,1	89,1	89,1	89,1	89,1	89,1	89,1	89,1
	RATE	40	40	40	40	40	40	40	40
	RATE NOMINAL	54	54	54	54	54	54	54	54
	HC	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Takt Time	89,92	89,92	89,92	89,92	89,92	89,92	89,92	89,92
	Balance index	99,02%							
	Operation Balance Index	96,71%							
	Standard Time	0,8226							
	Rate Line	40							
	HC Focal	1,0							
	HC Assembly	18,0							
	HC Teste	6,0							
	HC Caracterizador	3,0							
	HC Rework	2,0							
	HC CQA	0							
	HC OP2	3,0							
	HC Analyser	2,0							
	HC No Touch - CQA	2,0							
	HC Touch	33							

	MA01	MA02	MA03	MA04	MA05
Series1	89,1	89,1	89,1	89,1	89,1
Serie 2	89,92	89,92	89,92	89,92	89,92

Na Tabela 2 todos os tempos de operação foram alterados, apresentando um *Takt Time* de 89,92 segundos contra um *Standart Time* de 89,10 segundos obtendo assim um *Balance Index* de 99,02%.

Sendo assim, pode-se definir que o *Balance Index* ideal é o que possui 100% de eficiência operacional, em resumo, é o valor do *Takt Time*, ou seja, quanto mais próximo é o valor *Standart Time* em relação ao *Takt Time*, mais eficiente será o processo de montagem.

2.3 RESULTADOS

Conforme destacado na Tabela 1, observa-se que o posto MA05 determina o rate da linha, tornando-se o gargalo do processo. Sendo assim, é necessário avaliar todas as atividades, para balancear corretamente a linha, e fazer com que o posto não seja a restrição do processo.

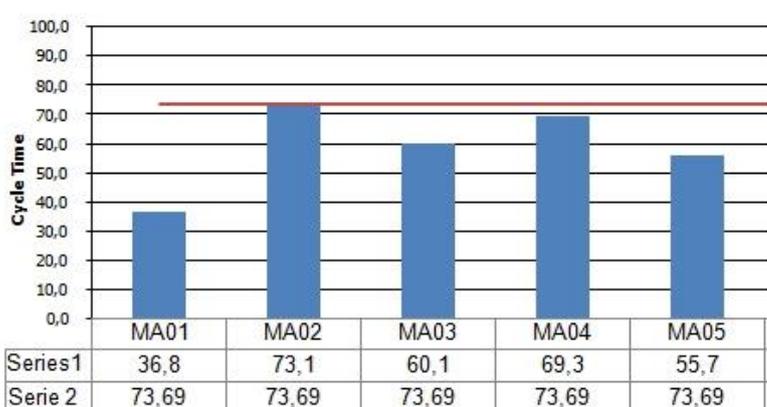
Baseado nesta informação levantou-se todas as atividades executadas no MA05 analisando qual seria o melhor método de balanceamento a ser aplicado no gargalo, com o intuito de se adquirir um menor Cycle Time.

Tabela 3: Alteração de tempo do posto de trabalho MA05.

Operators	MA01	MA02	MA03	MA04	MA05	MA06	MA07	MA08
OP1 TC-Médio (s)	27,49	54,74	45,25	52,50	40,50	49,08	34,31	54,70
OP2 TC-Médio (s)	27,79	58,97	46,03	50,36	41,00	50,82	33,18	57,94
OP3 TC-Médio (s)	27,05	52,45	42,66	49,09	43,33	48,96	35,10	53,63
Risco OP1	50,93%	51,10%	53,09%	85,93%	5,81%	48,26%	48,54%	49,16%
Risco OP2	63,95%	57,00%	57,00%	57,00%	57,00%	57,00%	57,00%	57,00%
Risco OP3	22,88%	32,85%	11,78%	33,31%	75,31%	47,09%	59,34%	32,16%
MEAN	27,5	54,6	44,9	51,7	41,6	49,2	34,4	54,8
TEU (s)	27,5	54,6	44,9	51,7	41,6	49,2	34,4	54,8
TPU (s)	36,8	73,1	60,1	69,3	55,7	65,9	46,1	73,3
RPS	98	49	60	52	65	55	78	49
Frequencia	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
WT	9,3	18,5	15,2	17,6	14,1	16,7	11,7	18,6
TE (s)	27,5	54,6	44,9	51,7	41,6	49,2	34,4	54,8
TP (s)	36,8	73,1	60,1	69,3	55,7	65,9	46,1	73,3
RATE	98	49	60	52	65	55	78	49
RATE NOMINAL	131	66	80	70	87	73	105	66
HC	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Takt Time	73,69	73,69	73,69	73,69	73,69	73,69	73,69	73,69
Balance index	79,62%							
Operation Balance Index	32,82%							
Standard Time	0,7976							
Rate Line	49							
HC Focal	1,0							
HC Assembly	21,0							
HC Teste	8,5							
HC Caracterizador	3,0							
HC Rework	2,0							
HC CQA	0							
HC OP2	3,0							
HC Analyser	2,0							
HC No Touch - CQA	2,0							
HC Touch	39							

	MA01	MA02	MA03	MA04	MA05
Series1	36,8	73,1	60,1	69,3	55,7
Serie 2	73,69	73,69	73,69	73,69	73,69

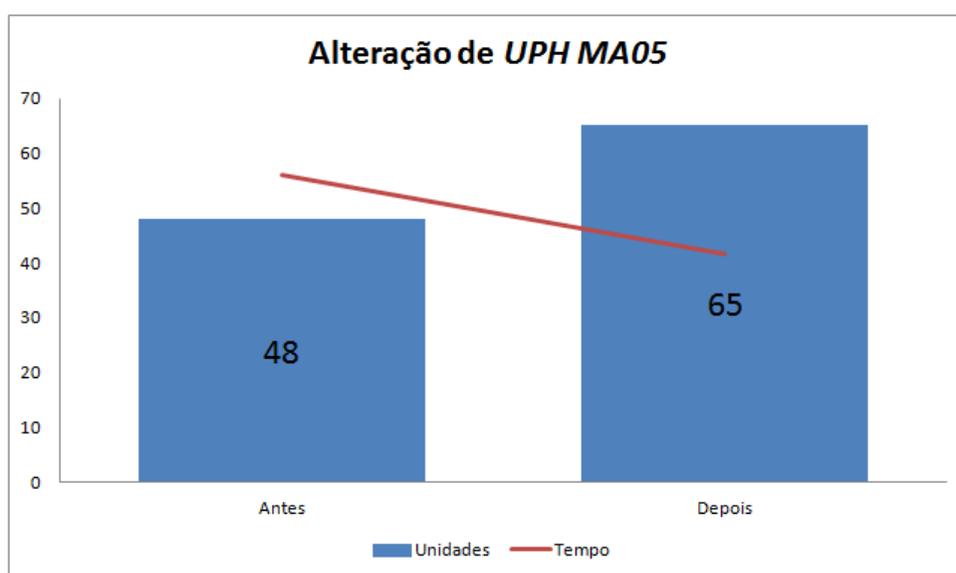


Após a análise, percebeu-se que existia uma atividade passiva de ser transferida para o posto anterior MA04 com acréscimo de 10,10 segundo no tempo, tendo um ganho de 14,40 segundos no posto MA05, reduzindo assim o

*Cycle Time* e alterando o posto gargalo para as operações *MA02* e *MA08* destacado na Tabela 3.

A Tabela 3 mostra o resultado da análise do posto *MA05*, que após a transferência de uma atividade para o posto anterior *MA04* teve um ganho, aumentando a produtividade e a diminuindo o *Cycle Time*.

O resultado obtido da transferência das atividades foi redução do *Cycle Time* de 56,00 segundos para 41,60 segundos, e conseqüentemente, tivemos uma alteração positiva no número de unidades por horas passando de 48 para 65 unidades por hora.



**Figura 2:** Gráfico com resultado após análise do posto

Conclui-se que é necessário estudar os tempos e métodos dos postos que possuem restrições a fim de aumentar a sua produtividade. Reavaliando todos os outros postos, que com a melhoria do tempo na operação do *MA05*, serão influenciados, criando assim outras restrições ou gargalos.

Logo, com a mudança, a restrição ou gargalo da linha é alterado para os postos *MA02* e *MA08*, conseqüentemente é preciso realizar um novo estudo de tempos e métodos para avaliar possíveis alterações que irão influenciar novamente o *Rate* final da linha.

Outro ponto importante a ressaltar, é que o *Balance Index* só se altera quando os postos estão com um maior balanceamento, tendo tempos mais próximos uns dos outros.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do estudo realizado, foi constatado que os processos de manufatura têm uma sequência lógica organizada e estruturada para a criação do produto final, seguindo métodos específicos dos processos *FE*, *ME*, *BE* e *Packing*, e cada processo necessita de uma análise precisa de tempo e método que irá definir o *Rate* correto da linha para atender a demanda de mercado.

Para uma produção *Lean*, as linhas de *FE*, *ME*, *BE* e *Packing* precisam trabalhar com o menor estoque possível entre os processos de transformação que consequentemente tornarão o balanceamento de linha mais eficaz.

Outro aspecto importante é que cada indicador tem um papel fundamental para obter um melhor balanceamento da linha, e todos devem ser estudados de acordo com o método estabelecido. Pois possuem grande influência desde o *Rate* que determina a capacidade da linha até o *Balance Index* que determina o quanto a linha está balanceada.

As aplicações e processos de transformação de produtos eletrônicos nas empresas Multinacionais são muito complexas e delicadas, necessitando de engenheiros altamente qualificados para projetá-las e dimensioná-las de forma correta, desde o *Front End* até o *Packing Process*, envolvendo cálculos e análises precisas, que se realizados incorretamente podem acarretar na perda de milhões de dólares em investimentos para as empresas e seus acionistas.

### 4 REFERÊNCIAS

ASKIN, R.G. & STANDRIDGE, C. R. **Modeling and Analysis of Manufacturing Systems**, New York, John Wiley & Sons, 1993.

ANTUNES, JUNICO et al. **Sistemas de Produção: Conceitos e Práticas para Projeto e Gestão da Produção Enxuta**, 2008.

BARNES, RALPH MOSSER. **Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e Medida do Trabalho**. 6. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2011.

CHIAVENATO, I. **Administração da Produção: uma abordagem introdutória**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 179 p. 658.5 C458a.

CONTADOR, J. C. et al. **Gestão de Operações – A Engenharia de Produção a serviço da modernização da empresa**. 1ª ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1997.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e de**

**Operações.** São Paulo: Atlas, 2005. 446p. 658.5 C842a.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações.** Tradução: José Carlos Barbosa dos Santos. 8. ed. São Paulo: Cengage, 2002. 658.5 G138a.

FUJI. **SMT Equipment.** Disponível em: <<http://smt.fuji.co.jp/e/>>. Acesso em: 05 de abril de 2013

LAW, A.M. & KELTON, W.D. **Simulation Modeling and Analysis.** 2. ed. New York, McGraw Hill, 2000.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações.** 4. ed. São Paulo: Pioneira, 2004. 658.5 M837a.

ROWLAND, ROBERT et al. **The Smt Step by Step.** Oklahoma: Pennwell, 2006.

SANTOS, ALOISIO ANDRÉ DOS; URBINA, LIGIA MARIA SOTO. **Inovação na Linha de Produção da Embraer: A montagem em doca,** 2002.

SLACK, NIGEL; CHAMBERS, STUART; JOHNSTON, Robert, **Administração da Produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.