

Jidouka e Poka-Yoke

Prof. Fernando Deschamps
fernando.deschamps@ufpr.br

Introdução

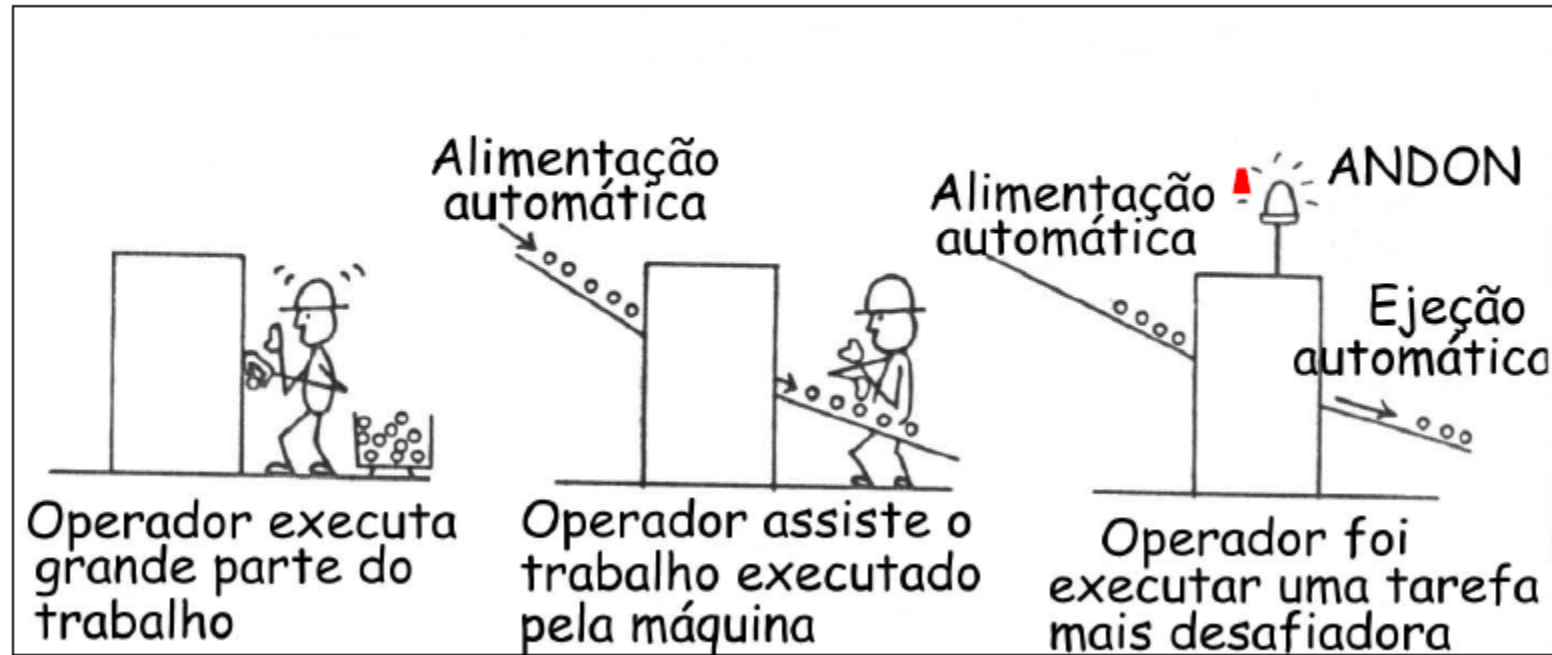
- Jidouka é definido como “automação com uma mente humana”, referindo-se aos trabalhadores e máquinas inteligentes que identificam os erros e decidem por contramedidas rápidas
- Jidouka significa criar processos livres de defeitos por constantemente fortalecer:
 - A capacidade do processo
 - A contenção
 - O feedback

Jidouka

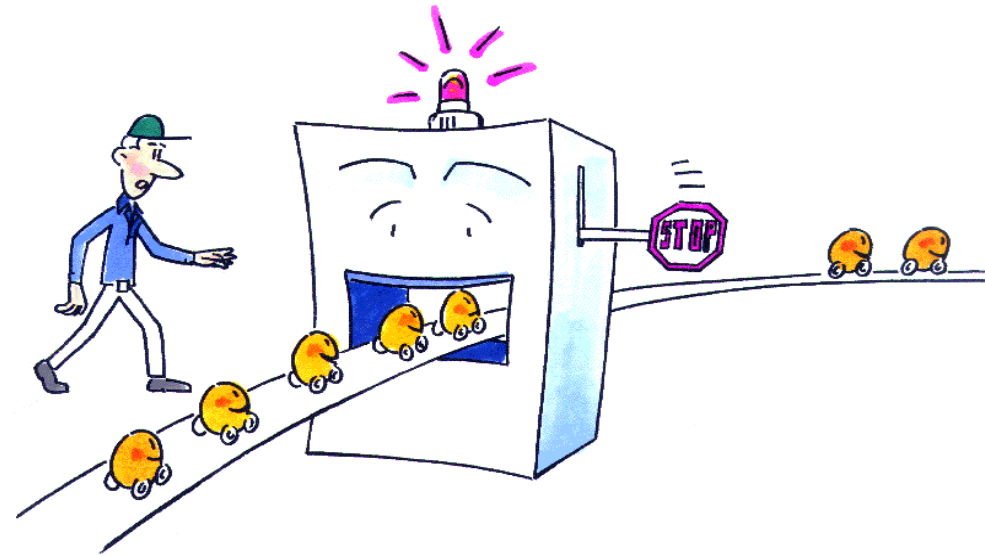
Tempos antigos

Pre-Jidoka

Jidoka



Jidouka



Nunca deixar que um defeito passe para a próxima estação e liberar as pessoas, das máquinas .

Desenvolvimento do Jidouka

- Início do conceito: 1920, com Sakichi Toyoda
 - Inventou uma máquina de tear que parava automaticamente se qualquer fio se rompesse
 - Quais os benefícios?
 - Um operador cuidava de dezenas de teares
 - Reduziu o número de defeitos
 - Reduziu o tempo de espera
 - Aumentou a produtividade
- Sakichi também introduziu a ideia de que não havia problema em parar a produção para extrair a causa de defeitos

Desenvolvimento do Jidouka

- Shigeo Shingo desenvolveu e estendeu o conceito do Jidouka
- Antes foi preciso escapar do feitiço do “Deus dos métodos estatísticos”
 - A meta é reduzir defeitos, porém os métodos estatísticos se baseiam na expectativa de defeitos, e não na prevenção
- O CEP possui algumas desvantagens:
 - Aliena os gerentes, supervisores e trabalhadores de produção que eram responsáveis pela qualidade
 - Baseia-se na falsa premissa de que inspeção 100% é impossível

Por que Jidouka?

- Pare a produção – para que a produção nunca pare
 - O modelo mental subjacente aqui é “Não envie porcaria!” versus aquilo que se vê na produção em massa, ou seja, “Olhe os números! Podemos consertar tudo depois!”
 - Deve-se encorajar o uso do Andon (geralmente na forma de uma corda que corre por toda a linha de montagem), em que o operador, ao identificar um problema, pode parar a produção
 - Toda vez que isso acontece, é preciso recomeçar a linha, identificando e tratando as causas de origem e, assim, melhorando a competência e a contenção do processo

Por que Jidouka?

- Como melhorar a confiabilidade humana?
 - Já se discutiu o trabalho padronizado, gerenciamento visual e 5S como formas de melhorar a confiabilidade humana
 - Porém, existe outro método: Poka-yoke!
 - Poka significa erro inadvertido e yoke significa prevenção
 - Poka-yoke significa implementar dispositivos simples, de baixo custo, que detectam situações anormais antes que ocorram ou param a linha para prevenir defeitos

Poka-yoke

- Poka-yokes reduzem a sobrecarga física e mental do trabalhador ao eliminar a necessidade de constantemente verificar erros comuns que provocam defeitos:
 - Pular etapas do processo
 - Erros de processo
 - Peças faltando
 - Peças erradas
 - Operação falha de máquina
 - Erros de ajuste
 - Equipamento não montado de forma correta
 - Ferramentas e gabaritos preparados de forma inadequada

Poka-yoke

- Um bom poka-yoke:
 - É simples, de longa duração e baixa manutenção
 - É altamente confiável
 - Tem baixo custo
 - É projetado para as condições do local de trabalho

Sistemas de inspeção e zonas de controle

- Cada nível de gerência deve pensar em termos de zonas de controle:
 - Por exemplo, a zona de um líder de equipe é a sua área de trabalho e de equipe imediata
 - O fornecedor e o cliente são as equipes fluxo acima e fluxo abaixo, respectivamente
- Essa forma de pensar incentiva a criação de controles redundantes, a essência da engenharia de confiabilidade

Inspeção de julgamento e a descoberta de defeitos

- Inspeções “bom/ruim” que objetivam prevenir que os defeitos cheguem aos clientes
- Atividades *post-mortem*, que geralmente são realizadas em departamentos de inspeção separados
- Gera pouco informação em relação à origem do problema

Inspeções informativas e a redução de defeitos

- Projetadas para descobrir defeitos e para dar feedback quanto à sua origem, o que leva à ação corretiva
- Com frequência, implicam no uso de ferramentas estatísticas tais como protocolos de amostragem e CEP
- Essas inspeções tendem a ser melhores do que as inspeções de julgamento, porém, muitas vezes, demora para que haja feedback e contramedidas

Inspeções informativas e a redução de defeitos

- Inspeções informativas mais eficazes são aquelas que envolvem a autoverificação ou a verificação sucessiva
 - Autoverificação significa que o operador verifica seu próprio trabalho
 - Na verificação sucessiva, o processo fluxo abaixo verifica defeitos e fornece feedback imediato

Usando poka-yokes

Quando um poka-yoke detecta um erro, deve parar a máquina ou enviar um alerta

Usando poka-yokes: parada

- Um sensor luminoso interrompe uma operação de perfuração quando não é detectado o número necessário de furos em uma peça em processo
- Uma máquina não inicia seu funcionamento se uma peça em processo não está posicionada corretamente – a chave “ligar” envia uma corrente elétrica fraca para grampos de referência, e a máquina inicia apenas quando a peça faz contato com cada grampo
- Uma rosqueadeira para porque o sensor metálico não detecta uma arruela em cada ponto do furo

Usando poka-yokes: alerta

- O quadro Andon da Toyota alerta o líder de grupo em relação a problemas, acendendo o número do processo, tocando um trecho de música, ou ambos – o Andon é posto em funcionamento quando um membro de equipe puxa a cordinha que corre pela linha



Caminhos para poka-yokes

Desvios de peças em processo

Desvios de métodos de processo

Desvios de valores fixos

Caminhos para poka-yokes

- **Desvios de peças em processo:** utiliza dispositivos sensores para detectar anormalidades de peso, nas dimensões ou na forma de um produto
 - **Peso:** estabeleça um padrão de peso e pese cada produto usando uma balança
 - **Dimensões:** estabeleça padrões para espessura, diâmetro interno e externo, e assim por diante, e identifique desvios usando chaves, tampões, gabaritos, olhos fotoelétricos e outros dispositivos de limite
 - **Forma:** crie padrões para ângulos, número e posição de furos, curvatura e assim por diante

Caminhos para poka-yokes

- **Desvios de métodos de processo:** usa sensores para detectar erros em movimentos padrão – nesse tipo de poka-yoke, o trabalho deve ser organizado para que o processo fluxo abaixo não siga adiante sem que o processo fluxo acima tenha sido completado:
 - Um sensor fotoelétrico conta o número de vezes em que um trabalhador passa a mão por um feixe luminoso ao pegar uma peça – Identifica se faltam peças
 - Um contador conta o número de soldas-ponto feita em uma peça em processo – os grampos não soltam a peça enquanto o número certo não for feito

Caminhos para poka-yokes

- **Desvios de valores fixos:** contadores são especialmente úteis nesse caso, assim como sensores para medir a condição crítica de processos (pressão, temperatura ou tensão, por exemplo):
 - Uma chave de limite pode ser usada para contar o número de furos feitos em uma peça em processo
 - Bicos de solda podem ser trocados após terem sido usados um número de vezes – um contador para as máquinas de solda quando o número exigido é atingido
 - Se o número de peças em um kit de montagem estiver padronizado, peças que sobram indicam erros de omissão
 - Calibradores de pressão interrompem processos quando são detectados vazamentos ou excesso de pressão
 - Termopares interrompem o funcionamento de motores quando temperaturas excessivas são detectadas na produção

Métodos de detecção por poka-yokes

- **Sensores de contato:**

- Chave de limite e micro-chave: detectam a presença de peças em processo, tarraxas ou ferramentas
- Chave de toque: é ativada por um leve toque e pode detectar presença, dimensões, dano e assim por diante

Métodos de detecção por poka-yokes

- **Métodos sem contato:**

- Dispositivos fotoelétricos: usados para assegurar que uma máquina está livre antes de entrar em funcionamento – também é usado para contar ações, objetos caídos e as dimensões de peças em processo
- Temperatura: termômetros e termopares são usados para detectar mudanças em temperatura de ferramentas, motores e fornos de secagem
- Pressão: calibradores de pressão detectam o bloqueio de fluidos em canos e excesso de pressão em motores
- Flutuações de corrente elétrica: largamente usado em solda-ponto para verificar a presença de correntes secundárias que comprometem a integridade da solda

Exemplos de poka-yoke

- **Indústria:** móveis para escritório
- **Processo:** furar e depois soldar por pontos
- **Antes da melhoria:** às vezes, trabalhadores esqueciam de fazer furos de montagem em peças
- **Poka-yoke:**
 - Foi colocada uma chave de limite na furadeira
 - Soa um alarme se o número específico de furos não for feito

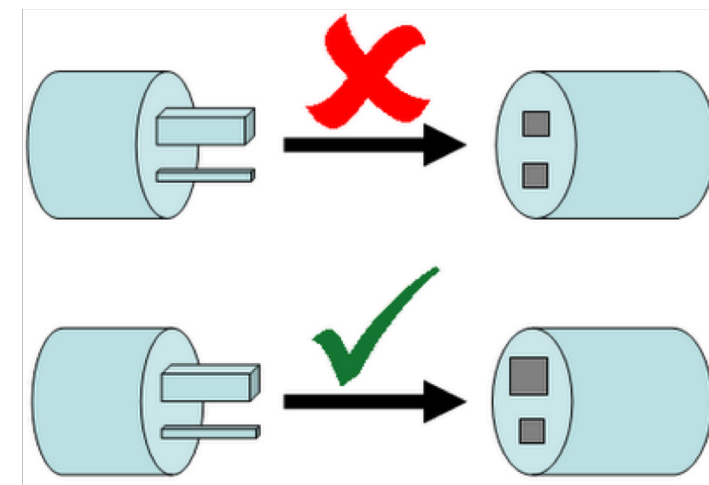
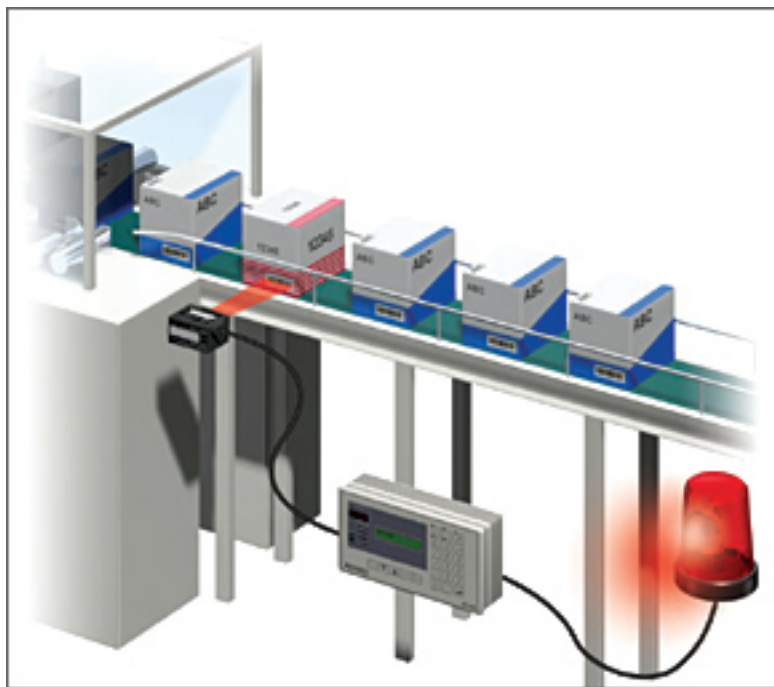
Exemplos de poka-yoke

- **Indústria:** empresa de soldagem
- **Processo:** solda-ponto
- **Antes da melhoria:** o desgaste requer a troca de bicos – quando os funcionários esquecem de trocar os bicos, peças saem das especificações
- **Poka-yoke:**
 - Foi acrescentado um contador ao soldador por pontos
 - Quando o número necessário de soldas foi alcançado, soa um alarme indicando que é hora de trocar o bico

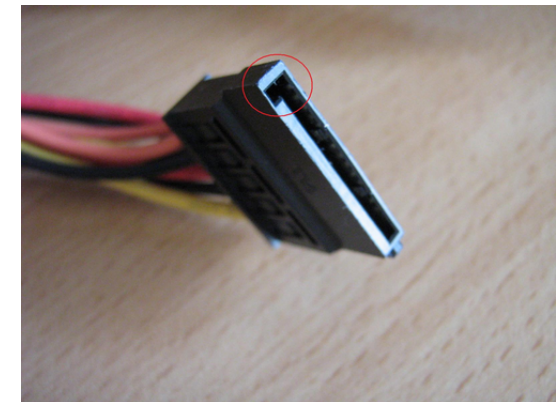
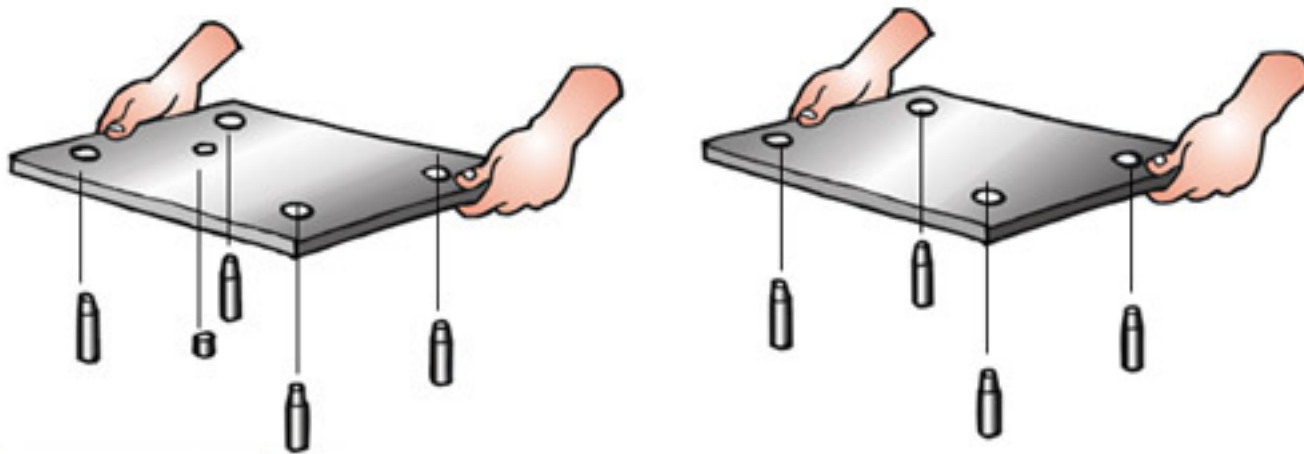
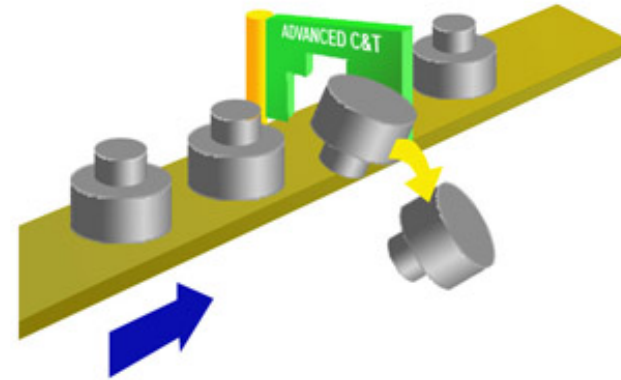
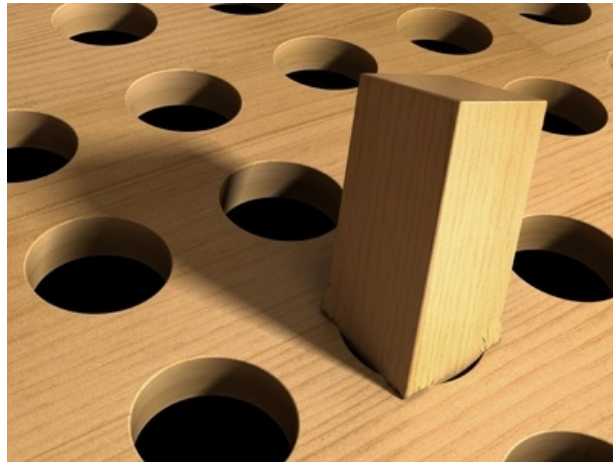
Exemplos de poka-yoke

- **Indústria:** produtos para o consumidor
- **Processo:** empacotamento final
- **Antes da melhoria:** às vezes, caixas não são preenchidas devido a erros de máquina, mas são fechadas e expedidas mesmo assim
- ***Poka-yoke:***
 - Foi instalado um ventilador de pedestal ao lado da esteira
 - Caixas que não foram preenchidas são derrubadas da esteira

Exemplos de poka-yoke



Exemplos de poka-yoke



Exemplos de poka-yokes

<https://www.youtube.com/watch?v=guluDI8QDSM>

Exemplos de poka-yokes

<https://www.youtube.com/watch?v=K8GQvF004-Y>

Exemplos de poka-yokes

<https://www.youtube.com/watch?v=brMydl8Re1A>

Resumo

Jidouka é essencial para alcançar metas de obter melhor qualidade com o menor custo, no lead time mais baixo

Jidouka requer que se repense os fundamentos do gerenciamento de qualidade, distanciando-se do controle estatístico de qualidade para adotar a inspeção total e o poka-yoke

Um poka-yoke é uma ferramenta simples, barata e robusta que inspeciona 100% dos itens, detecta erros que podem causar defeitos e fornece feedback rápido