Células de Produção Flexível Integração e Gestão da Produção

ADRIANO CASEIRO *

Na actual economia global, onde a concorrência surge de qualquer zona do mundo, as empresas confrontam-se com a necessidade de produzir em prazos mais curtos, com maior rigor dimensional e a precos mais reduzidos, de forma a manterem-se competitivas. Esta realidade afecta particularmente os fabricantes de moldes e ferramentas obrigando-os a importantes investimentos, de modo a conseguirem obter elevados níveis de eficiência.

Os produtos têm um ciclo de vida cada vez mais curto, obrigando os clientes a uma major flexibilidade nos seus ajustes e modificações, incorporando novas funcionalidades, de dificuldade acrescida, tais como espessuras mais reduzidas e outros efeitos estéticos ou ergonómicos, por vezes impossíveis de produzir de forma sistemática.

Os trabalhos são mais complexos, seja no projecto ou nas operações de electroerosão de penetração (EDM), nas operações de electroerosão por fio (WEDM) ou nas operações de fresagem de alta velocidade

Todas estas operações são fontes potenciais de erro, especialmente em processos tais como a preparação e pré-ajuste de eléctrodos ou na preparação dos programas de maquinação. Em particular, a validação de sequências numa grande quantidade de eléctrodos com uma enorme quantidade de programas e informação complementar, tornam a sua gestão extremamente dificil.

A formação profissional é demorada, sendo cada vez mais difícil e dispendioso recrutar profissionais qualificados.

Nestas circunstâncias, verifica-se complicado tirar partido dos investimentos e garantir a maximização da sua utilização, seja por causa da pesada gestão da logística do processo ou seja porque tal carece de recursos humanos mais preparados.

Não é difícil encontrar empresas com tempos de utilização efectiva dos equipamentos inferiores a 30%. Os tempos de fabrico até podem ser curtos mas, seja porque o processo de montagem e desmontagem é moroso, porque os programas não estão prontos ou, simplesmente, porque as operações não foram devidamente planeadas, o trabalho acaba por ficar parado na fábrica até ser conduzido à operação seguinte.

Uma forma de combater parte destes problemas passa pela automação e sistematização dos processos, aumentando assim a autonomia dos equipamentos e diminuindo a possibilidade de erros e omissões humanos. O operador deixa de trabalhar para a obra, passa a desenvolver e supervisionar o processo, ganhando assim importantes economias de escala resultantes da múltipla repetição das operações.

Apesar dos importantes ganhos da fresagem de alta velocidade (HSM) sobre a electroerosão (EDM), ambos os processos continuam indispensáveis à produção actual. Em qualquer dos casos a preparação de pecas e os respectivos tempos de montagem e controlo tendem a ser excessivos e causadores de potenciais erros humanos.

O SIMPLE é uma plataforma informática de gestão da produção. permitindo sistematizar processos, gerir a logística da produção, interligar os equipamentos e garantir o controlo e gestão efectivos de todo o processo.

Neste trabalho pretende-se apresentar as possibilidades do sistema SIMPLE e fazer o levantamento das condições necessárias à implementação de um sistema assente na automação de células de produção flexível. Tais condições podem ser enumeradas como se segue:

- Determinar os processos de fabrico repetitivos, não obrigatoriamente iguais. Deverá ser possível aplicar a regra dos 80-20%, sendo que uma parte menor do trabalho não é standardizável;
- Só após serem determinados os processos repetitivos podemos iniciar um processo de automatização da produção;
- É necessário rever, definir e escrever os processos da empresa, visando a sua integração no sistema;
- Todos os operadores terão de fazer parte do processo e compreendê-
- É necessário um sistema de ferramentas de aperto, fixação e maquinação consistente e fiável;
- Ter em consideração que as peças têm de sair perfeitamente acabadas, e dentro das tolerâncias, de cada operação de maquinação;
- É necessário ter um sistema de presetting e medição fiáveis;
- É importante ter todos os sistemas e processos devidamente calibrados e normalizar procedimentos para que estas operações de calibração sejam repetidas com regularidade.

No estado actual da tecnologia, um sistema de gestão e integração da produção deverá responder a requisitos tais como:

- Controlo e monitorização centralizada da produção;
- Definição e monitorização do processo e das sequências de trabalhos (workflow);
- Integração dos sistemas, minimizando a intervenção humana;
- Registar ocorrências, tempos e integrar os sistemas de custeio;
- · Integração dos processos de fresagem, electroerosão por penetração e fio, pelo uso da automação, do controlo dimensional e da integração de sistemas:
- · Permitir alterar prioridades dos trabalhos em curso;
- · A sua estrutura deve ser modular e parametrizável;
- Ajustável às realidades específicas de cada empresa;
- Adaptar-se, de forma económica, ao software e aos processos exis-
- Permitir a integração de um chip RFID, ou um código de barras,

garantindo a rastreabilidade e evitando a troca de peças ou de ferramentas:

· Permitir controlar células unitárias ou múltiplas.

CAD

Os operadores de CAD deverão produzir geometrias de forma estruturada, em software comum em toda a empresa ou em formato neutro. Devem produzir informação relevante para o processo, nomeadamente coordenadas e pontos com vectores para o posterior controlo dimensional, disponibilizando ainda ficheiros auxiliares de visualização. A informação disponibilizada terá de ser confiável, consistente e sempre entregue no mesmo formato, recomendando-se o uso de macros disponibilizadas pela maioria dos softwares, para que o software possa recolher os ficheiros e os dados de forma automática.



Sempre que possível, as fixações deverão ser previstas e desenhadas, especialmente nas peças a maquinar. Nos eléctrodos, as fixações devem ser normalizadas de forma a permitir que o sistema possa determinar o tipo de fixação a usar.

As estratégias e procedimentos de desenho e projecto deverão ser uniformizadas para melhor compreensão por todos os operadores.

CAM

Os operadores de CAM recebem os ficheiros do SIMPLE de forma automática, juntamente com as ordens de trabalho.

Tal como no CAD, na programação CAM recomenda-se o uso de programas comuns na empresa ou o uso de formatos neutros garantindo que a informação disponibilizada seja consistente, confiável, e sempre entregue no mesmo formato, recomendando-se para tal o uso de macros disponibilizadas pela maioria dos softwares.

O SIMPLE recolhe os programas CAM, que os processa e envia às fresadoras CNC, com os centramentos previamente definidos ou os resultantes do presetting. Os programas são editados com as funções de comando, tais como a de início, fim, aspiração, medição, micropulverização, etc.

Não é aceitável a edição de programas nas máquinas, de forma a serem

evitadas interrupções e possibilidades de introdução de erro humano no processo.

As ferramentas e estratégias de maquinação deverão ser uniformizadas para melhor compreensão por todos os operadores, promovendo assim um conhecimento mais profundo do sistema e garantindo a possibilidade de introdução de melhorias visando a optimização dos processos. Particular atenção deverá ser dada às ferramentas de corte, à sua medição e controlo, bem assim como ao registo dos seus tempos de trabalho e performance.

Ter em consideração que as peças terão de sair perfeitamente acabadas de cada estação de maquinação. É preferível passar um novo programa e fazer menores reduções de raios, garantindo assim a conclusão efectiva do trabalho dentro das tolerâncias dimensionais requeridas.

Existindo sistemas de medição de peças ou de ferramentas nas máquinas, o SIMPLE poderá editar estes programas de medição e, nos casos em que o comando numérico da máquina o permita, poderá criar condições de integração e recolha de dados.

PREPARAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

O controlo e rastreabilidade do processo é fundamental à implementação dum sistema de células de produção flexível, sendo que as tecnologias rádio frequência (RFID) ou de código de barras as mais interessantes para esta função.

O SIMPLE disponibiliza os dados necessários à preparação da matériaprima e das suas montagens, incluindo informação para o código de barras ou para o chip RFID. Permite emitir requisições para encomenda dos materiais, ajustar as dimensões da matéria-prima, seleccionar o sistema de fixação ou a máquina.

Recomenda-se a normalização de standards de fixações e dimensão de peças, permitindo o stock de peças pré-maquinadas com fixações realizadas e aptas a serem maquinadas. Tal é particularmente relevante para peças em grafite ou cobre, devido aos seus elevados custos e desperdícios habituais, porque reduz de forma importante os tempos de preparação das fixações, permitindo maquinações conjuntas, mas sobretudo porque minimiza os tempos de preparação dos eléctrodos a maquinar. No caso de peças em aço, podemos ter em armazém peças



temperadas e rectificadas, desde que tal esteja normalizado na secção de projecto.

Deverão ser criadas estratégias de fixação e desempeno de peças, com referenciais de trabalho, para que a sua montagem seja universal e entendida em toda a empresa.

TOOLING SET-UPS E PALETIZAÇÃO

O SIMPLE permite realizar, de forma integrada, a programação e posicionamento automático dos eléctrodos e das peças nas paletes, ou nos posicionadores, permitindo visualizar impossibilidades, diferenciar alturas de eléctrodos ou definir ferramentas e tempos de maquinação. De forma a aumentar a flexibilidade do sistema recomenda-se o uso de paletes de 320x320mm e o uso de ferramentas de fixação que garantam tolerâncias de fixação inferior a 0,01mm, sendo possivel, em alguns sistemas, níveis de tolerâncias de 0.002mm.

Embora o SIMPLE resolva parte destes problemas com o processo de controlo dimensional, o sistema de fixação deverá responder às necessidades de desmontagem para operações intermédias, tais como o tratamento térmico. Estes sistemas de fixação devem garantir uniformidade de processo e tolerâncias de fixação de uma máquina para outra.

De forma a serem obtidos importantes ganhos de produtividade, a fixação de peças nas paletes ou nos elementos de fixação deverá de ser SEMPRE realizada fora da máquina, numa estrutura assente num plano de granito, que garanta o alinhamento relativamente à face. Apesar de as máquinas actuais permitirem rodar os eixos, aceitando que as peças possam ser colocadas de forma aleatória, dependendo da dimensão da peça, essa funcionalidade verifica-se ser indutora de potenciais erros e desvios. Esta operação de presetting evita importantes percas de tempo com o desempeno da peça na máquina e permite que se possa criar um efectivo fluxo de trabalho dentro da empresa. A operação de presetting, podendo ser realizada na máquina de medição (CMM), deverá ser evitada de aí se realizar para que não seja fonte potenciadora de desvios e folgas neste tipo de equipamentos que se quer de elevada tolerância dimensional.

Com o presetting, o SIMPLE reconhece o posicionamento da peça na palete ou no fixador, transpondo essa informação para a operação subsequente de maquinação, seja fresagem, EDM ou WEDM.

CMM

O SIMPLE disponibiliza os ficheiros das geometrias a controlar. Caso os pontos e vectores de medição tenham sido produzidos no CAD, o programa de medição é gerado automaticamente. Caso contrário será produzido na CMM.

É da maior utilidade que o CAD defina os pontos a medir, tanto mais que esse operador consumiu energias e tempo a estudar e definir a geometria e, consequentemente, conhece os pontos críticos da peça, dispensando assim um operador muito qualificado na CMM e a duplicação de importantes percas de tempo.

O SIMPLE mede os pontos definidos e compara-os com a geometria. emitindo um relatório dimensional com os respectivos desvios. Toda a informação fica arquivada no sistema para posterior consulta ou uti-

No caso dos eléctrodos, faz o recentramento em x,y,z, ajusta o GAP e emite coordenadas para o processo de electroerosão.

Com a ajuda de equipamentos e estratégias adequadas o SIMPLE poderá responder ao controlo de postiços e peças de dimensão reduzida.

EDM

O CAM EDM SIMPLE processa a informação recolhida do CAD, CAM e CMM, nomeadamente o recentramento dos eléctrodos e as suas coordenadas x,y,z, processa automaticamente o programa de electroerosão com tecnologias de corte, cotas de erosão e desvios calculados, que envia para a máquina ou para o server de gestão da célula de erosão.

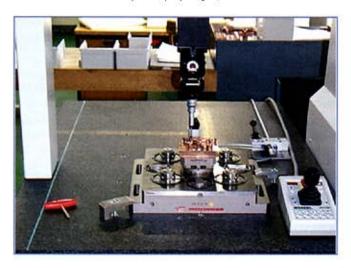
Além da alimentação de peças e eléctrodos, o operador não tem qualquer outra intervenção na máquina, embora lhe seja permitido ajustar parâmetros de erosão. Usando a tecnologia de código de barras ou RFID é permitido colocar os eléctrodos ou as peças de forma aleatória no armazém, ficando a base de dados automaticamente actualizada, incluso com informação estatística.

WEDM

Sendo dos processos com maior autonomia em termos dimensionais e fiabilidade, a electroerosão a fio tende a ser um processo manual devido à fraca integração de sistemas e ao pobre equipamento das máquinas.

Existindo equipamentos de fixação adequados, a autonomia das máquinas WEDM é substancialmente melhorada, garantido o alargamento dos tempos de ciclo com elevado rigor dimensional. O SIMPLE permite processar a informação recolhida do CAM WEDM e os dados de posicionamento da peça a erodir, obtidos na fase de

De forma a reduzir os tempos de preparação, recomenda-se o stock de



peças previamente temperadas e rectificadas e, quando necessário, com o pré-furo realizado.

Sendo a dimensão da cabeça dos postiços normalizada pelo departamento de projecto, justifica-se a existência de blanks já temperados e rectificados, já hoje disponíveis no mercado.

Justificando-se, podemos adaptar a este tipo de equipamentos um robot de alimentação, o qual poderá evitar a necessidade de aquisição de novos equipamentos.

ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICA

No essencial existem dois tipos de células automáticas de produção: Uma máquina e um robot manipulador ou células de produção com um robot e múltiplas máquinas.



Uma máquina com um robot:

A máquina é a master e o robot o escravo. O sistema é controlado por um programa disponibilizado à máquina, o qual garante a manipulação das peças, a maquinação e, eventualmente, o controlo dimensional. O armazém da máquina poderá ter múltiplas peças, as quais são ai colocadas pelo operador que também alimenta o processo com programas de maquinação previamente gerados. Este processo tende a ser mais económico e de mais fácil compreensão, no entanto, em caso de avaria de algum elemento, da máquina ou do robot, o equipamento perde a sua autonomia e as peças poderão não ser terminadas.

Célula de um robot e múltiplas máquinas:

As peças são armazenadas num armazém central e poderão ser distribuídas para qualquer uma das máquinas. Este processo requer um servidor que orquestra o processo, determinando sequências e prioridades. Tem a vantagem de oferecer maior autonomia e aumentar a garantia de terminar o trabalho caso alguma máquina avarie.

FERRAMENTAS DE FIXAÇÃO

Particular atenção deverá ser dada aos processos e sistemas de fixação, garantindo a sua intermutabilidade e apertadas tolerâncias dimensionais no processo, evitando o acréscimo de somatórios de erro, susceptiveis de ocorrerem nas múltiplas operações de fixação.

Recomenda-se o uso de sistemas com elevada força de aperto (60.000N), sobretudo na fresagem, e apertadas tolerâncias dimensionais nas fixações.

Os sistemas de fixação para a WEDM podem aumentar substancialmente os tempos de ciclo e autonomia das máquinas. Pese embora o relativamente elevado investimento, a insuficiência de quantidades de sistemas de fixação pode comprometer a eficácia do processo.

AUTOMAÇÃO

Podendo qualificar-se de qualidade os equipamentos existentes nas



fábricas, muitos destes equipamentos não estão preparados para os processos de produção integrada aqui apresentados. Os comandos das máquinas são múltiplos e diversos dentro da mesma fábrica, os sistemas de ferramental não são consistentes e uma maioria

das máquinas de electroerosão não tem sistema de armazém de eléctrodos ou de fixação à mesa.

Embora em alguns casos tal não seja possível, na sua maioria é possível e económico realizar retroffitings aos equipamentos, sendo exigível que tal seja realizado por especialistas, de preferência com o suporte do fabricante dos equipamentos ou, pelo menos, pelo fabricante do PLC. Complementarmente é possível e recomendável a aplicação de autómatos de alimentação, lineares ou rotativos, em máquinas de electroerosão ou em centros de maquinação por fresagem, aumentando assim a autonomia dos equipamentos.

Em qualquer dos casos é necessário a existência de uma estratégia consistente e integrada com vista à efectiva implementação dum sistema de produção eficaz e com elevados níveis de fiabilidade e autonomia.

NÃO BASTA COMPRAR UM SISTEMA

DE ROBOTIZAÇÃO E PALETIZAÇÃO

É NECESSÁRIO IMPLEMENTÁ-LO NA EMPRESA.