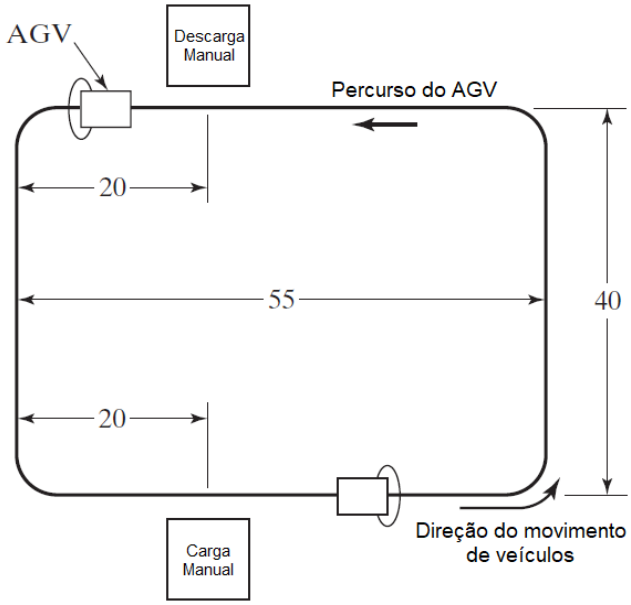
Processo Seletivo 06/2024 UDESC

PADRÃO DE RESPOSTA DAS QUESTÕES CONSTANTES NA PROVA ESCRITA
Área de Conhecimento: Engenharia de Produção

Questão 1

Peso: 2,0 pontos

Considere o *layout* de um sistema AGV na figura a seguir. Veículos se deslocam no sentido anti-horário em torno do percurso para entregar cargas da estação de carga para a estação de descarga. O tempo de carregamento na estação de carga é de 0,75 minuto e o tempo de descarga na estação de descarga é 0,5 minuto. Estamos interessados em determinar quantos veículos são necessários para satisfazer a demanda para esse *layout* se um total de 40 entregas/hora precisam ser completadas pelo AGVS. Os parâmetros de desempenho são dados a seguir: velocidade do veículo de 50 metros/minuto, disponibilidade de 0,95 e fator de tráfego de 0,9. A eficiência do operador não se aplica ($E_w = 1$). Determine:
(a) distâncias de deslocamento carregado e vazio (0,8 ponto);
(b) tempo de ciclo de entrega ideal (0,7 ponto); e
(c) número de veículos necessários para satisfazer a demanda de entrega (0,5 ponto).



* As unidades na figura são dadas em metros.

Padrão de Resposta Esperado:

(a) Ignorando os efeitos de distâncias ligeiramente mais curtas em torno das curvas nos cantos da volta, os valores de L_d (distância que o veículo se desloca entre as estações de carga e descarga, em metros) e L_e (distância que o veículo se desloca vazio até o começo do próximo ciclo de entrega, em metros) são prontamente determinados a partir do *layout* como sendo 35+40+35 = 110 metros e 20+40+20 = 80 metros, respectivamente.

(b) O tempo de ciclo de entrega ideal por veículo é dado por:

$$T_C = T_L + \frac{L_d}{v_c} + T_U + \frac{L_e}{v_o}$$

$$T_C = 0{,}75\ minuto + \frac{110\ metros}{50\ metros/min} + 0{,}5\ minuto + \frac{80\ metros}{50\ metros/min} = 5{,}05\ minutos$$

(c) Para determinar o número de veículos necessários para realizar 40 entregas/hora, calculamos a carga de

Pág. 01 de 07 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00051293/2024 e o código 8Z5BB58U.

trabalho do sistema AGV e o tempo disponível por hora por veículo:

$$W_L = R_f T_C = 40\ \frac{entregas}{hora}(5{,}05\ min) = 202\ \frac{min}{hora}$$

$$AT = 60 \cdot A \cdot F_t \cdot E_w = 60\ \frac{min}{hora} \cdot (0{,}95) \cdot (0{,}9) \cdot (1) = 51{,}3\ \frac{min}{hora}\ por\ veículo$$

Portanto, o número de veículos necessário é:

$$n_C = \frac{W_L}{AT} = \frac{202}{51{,}3} = 3{,}94\ veículos$$

Esse valor deve ser arredondado para 4 veículos, já que o número de veículos deve ser um número inteiro.

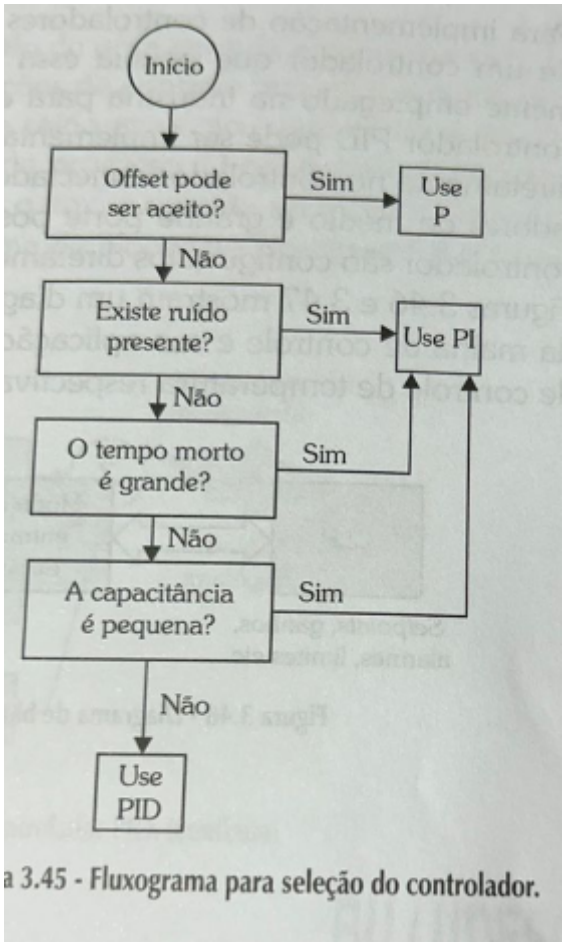
Fonte: GROOVE7R, M. P. **Automação industrial e sistemas de manufatura**. 3ª ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2014.

Questão 2

Peso: 2,0 pontos

Descreva os passos que devem ser seguidos para escolha do controlador correto.

Padrão de Resposta Esperado:



a 3.45 - Fluxograma para seleção do controlador.

Vamos iniciar analisando o topo do fluxograma. O primeiro bloco de decisão questiona: *Offset* pode ser aceito? Se a resposta for afirmativa, então um controlador somente proporcional pode ser usado. Se a resposta for negativa deve-se ir para o próximo bloco, que pergunta: Existe ruído presente? Se houver ruído, deve-se utilizar o controlador PI. Se não houver ruído, á para o próximo bloco, que pergunta se o tempo morto é grande. Se a

Pág. 02 de 07 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00051293/2024 e o código 8Z5BB58U.

relação entre o tempo morto e o tempo de atraso do processo for maior que 0.5, então o processo pode ser considerado dominante pelo tempo morto e necessita de um controlador PI. Se o processo não possui um tempo morto excessivo, o próximo bloco pergunta se a capacitância é pequena. Se a resposta for afirmativa, um controlador Pl pode ser usado. Um processo com pequeno tempo morto e capacitância não necessita de ação derivativa para acelerar a resposta do processo, pois ele já é suficientemente rápido. Como foi mostrado anteriormente, o controlador PI é o mais comumente encontrado na indústria. Analisando esse fluxograma, pode-se constatar o motivo. Pela análise do fluxograma, pode-se notar que existem três caminhos possíveis para o controlador PI, e há quatro blocos de decisão para chegar ao controlador PID.

Fonte: FRANCHI, C. M. Controle de processos industriais – Princípios e Aplicações. 1ª ed. São Paulo: Érica, 2011.

Questão 3

Peso: 2,0 pontos

Um robô realiza uma operação de carga e descarga para uma máquina-ferramenta. O ciclo de trabalho consiste da sequência de atividades a seguir:

Seq.	Atividade	Tempo (s)
1	Robô estica o braço, pega a peça de um transportador de chegada e carrega a peça no gabarito da ferramenta de máquina	5,5
2	Ciclo de usinagem (automático)	33
3	Robô insere o braço, retira a peça da ferramenta de máquina e a deposita no transportador de saída	4,8
4	Robô retorna à posição inicial	1,7

As atividades são realizadas sequencialmente como listadas. A cada 30 peças, as ferramentas de corte na máquina têm de ser mudadas. Esse ciclo irregular leva três minutos para ser realizado. A eficiência de tempo produtivo do robô é de 97 por cento e a eficiência de tempo produtivo da máquina-ferramenta é de 98 por cento, não incluindo interrupções para as mudanças de ferramentas. Presume-se que as duas eficiências não se sobrepõem (isto é, se o robô quebra, a célula vai deixar de operar, então a máquina-ferramenta não terá a oportunidade de quebrar e vice-versa). O tempo improdutivo resulta de defeitos elétricos e mecânicos do robô, da máquina-ferramenta e do gabarito. Determine a taxa de produção por hora, levando em consideração o tempo perdido devido a mudanças de ferramentas e à eficiência de tempo produtivo.

Padrão de Resposta Esperado:

1. Calcular o tempo médio total do ciclo de operação: O tempo de um ciclo regular (com a sequência de 4 atividades) é a soma dos tempos das atividades:

$$T_{\text{ciclo regular}} = 5,5 + 33 + 4,8 + 1,7 = 45\,\text{s}$$

A cada 30 ciclos, ocorre uma mudança de ferramenta, que leva 3 minutos (3 min=180 s).

Pág. 03 de 07 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00051293/2024 e o código 8Z5BB58U.

Portanto, o tempo total para produzir 30 peças inclui:

- 30 ciclos regulares, cada um com 45 s:

$$30 \cdot 45 = 1350\,\mathrm{s}$$

- Tempo de mudança de ferramentas:

$$180\,\mathrm{s}$$

O tempo total para produzir 30 peças é:

$$T_{30\text{ peças}} = 1350 + 180 = 1530\,\mathrm{s}$$

O tempo médio por peça é:

$$T_{\text{médio por peça}} = \frac{T_{30\text{ peças}}}{30} = \frac{1530}{30} = 51\,\mathrm{s/peça}$$

2. Ajustar pelo tempo produtivo: As eficiências de tempo produtivo do robô e da máquina-ferramenta não se sobrepõem, e a célula como um todo opera com a eficiência combinada:

$$E_{\text{total}} = E_{\text{robô}} \cdot E_{\text{máquina}}$$

Substituindo:

$$E_{\text{total}} = 0,97 \cdot 0,98 = 0,9506\,(95,06\%)$$

Portanto, o tempo efetivo de produção por peça será ajustado pela eficiência:

$$T_{\text{efetivo por peça}} = \frac{T_{\text{médio por peça}}}{E_{\text{total}}} = \frac{51}{0,9506} \approx 53,67\,\mathrm{s/peça}$$

3. Calcular a taxa de produção por hora: o número de segundos em uma hora é 3600 s. Assim, a taxa de produção é:

$$\text{Taxa de produção} = \frac{3600}{T_{\text{efetivo por peça}}} = \frac{3600}{53,67} \approx 67,06\,\text{peças/hora}$$

Resposta final: A taxa de produção da célula é aproximadamente 67 peças por hora.

Fonte: GROOVER, M. P. **Automação industrial e sistemas de manufatura**. 3ª ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2014.

Questão 4

Peso: 2,0 pontos

Conceitue o Diagrama de Bode e discorra a respeito de suas vantagens.

Padrão de Resposta Esperado:

Pág. 04 de 07 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00051293/2024 e o código 8Z5BB58U.

Diagramas de Bode

Diagramas de Bode ou gráficos logarítmicos. Um diagrama de Bode é constituído por dois gráficos: um é o gráfico do logaritmo do módulo de uma função de transferência senoidal; o outro é o gráfico do ângulo de fase. Ambos são traçados em relação à frequência em escala logarítmica.

A representação padrão do logaritmo do módulo de $G(j\omega)$ é $20 \log|G(j\omega)|$, onde a base do logaritmo é 10. A unidade utilizada nessa representação do módulo é o decibel, normalmente abreviado como dB. Na representação logarítmica, as curvas são desenhadas em papel semilog, com a utilização da escala logarítmica para a frequência e a escala linear tanto para módulo (mas em decibéis) como para ângulo (em graus). (O intervalo da frequência de interesse determina o número de ciclos logarítmicos requeridos na abscissa.)

A principal vantagem de utilizar o diagrama de Bode é que a multiplicação dos módulos pode ser convertida em soma. Além disso, existe um meio simples de esboçar uma curva aproximada do logaritmo do módulo, baseada em aproximações assintóticas. Essas aproximações por retas assíntotas são suficientes se forem desejadas apenas informações aproximadas sobre as características da resposta em frequência. Se for necessária a curva exata, as correções poderão ser feitas facilmente nesses gráficos assintóticos básicos. A expansão da faixa de baixas frequências pelo uso da escala logarítmica de frequência é muito vantajosa, visto que as características dos sistemas em baixas frequências, na prática, são as mais importantes. O fato de não ser possível traçar as curvas até a frequência zero em virtude da escala logarítmica ($\log 0 = -\infty$) não cria nenhum problema sério.

Note que a determinação experimental de uma função de transferência pode ser feita de modo simples, se os dados da resposta em frequência forem apresentados sob a forma de um diagrama de Bode.

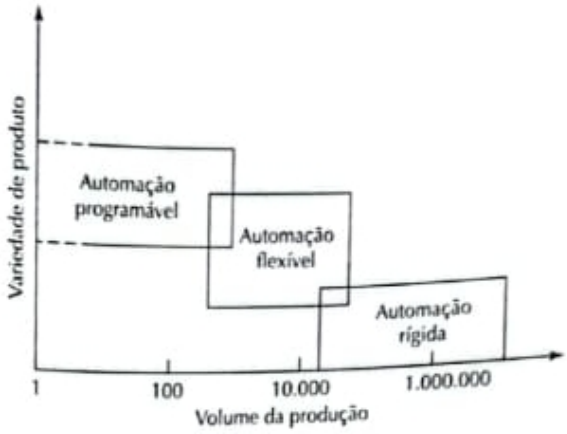
Fonte: OGATA, K. Engenharia de Controle Moderno. 5ª ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2010.

Questão 5

Peso: 2,0 pontos

Os sistemas automatizados de produção podem ser classificados em três tipos básicos: automação rígida, automação programável e automação flexível. Discorra sobre cada um deles e correlacione à figura sobre seu entendimento.

Três tipos de automação relativos ao volume de produção e variedade do produto



Padrão de resposta Esperado:

Pág. 05 de 07 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00051293/2024 e o código 8Z5BB58U.

1.2.1 Sistemas de produção automatizados

Os sistemas de produção automatizados operam na fábrica sobre o produto físico. Eles executam operações tais como processamento, montagem, inspeção e gerenciamento de materiais e, algumas vezes, várias dessas tarefas são realizadas pelo mesmo sistema. São denominados automatizados porque executam suas operações com um nível reduzido de participação humana se comparado ao processo manual equivalente. Em alguns sistemas altamente automatizados, quase não existe participação humana. Exemplos de sistemas de produção automatizados incluem:

- Máquinas-ferramenta automatizadas que processam peças.
- Linhas de transferência que executam uma série de operações de usinagem.
- Sistemas de montagem automatizados.
- Sistemas de produção que utilizam robôs industriais para executar operações de processamento ou montagem.
- Sistemas para tratamento e armazenamento automáticos de materiais que integram operações de produção.
- Sistemas de inspeção automática para controle de qualidade.

Os sistemas automatizados de produção podem ser classificados em três tipos básicos: (1) automação rígida; (2) automação programável; (3) automação flexível. Eles costumam operar como sistemas totalmente automatizados, embora os sistemas semiautomatizados sejam comuns na automação programável. A posição relativa dos três tipos de automação para os diferentes volumes e variedades dos produtos é mostrada na Figura 1.5.

Pág. 06 de 07 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00051293/2024 e o código 8Z5BB58U.

Automação rígida. Sistema no qual a sequência das operações de processamento (ou montagem) é definida pela configuração do equipamento. Normalmente, cada operação na sequência é simples e talvez envolva um movimento linear plano ou rotacional, ou uma combinação simples dos dois, tal como a alimentação de um carretel em rotação. A integração e a coordenação de muitas dessas operações em um único equipamento é o que torna o sistema complexo. Algumas características da automação rígida são: (1) alto investimento inicial em equipamentos com engenharia personalizada; (2) altas taxas de produção; (3) inflexibilidade relativa do equipamento na acomodação da variedade de produção.

A justificativa econômica da automação rígida está nos produtos que são fabricados em grandes quantidades e nas altas taxas de produção. O alto custo inicial do equipamento pode ser diluído na grande quantidade de unidades, o que torna o custo unitário mais atrativo se comparado a métodos alternativos de produção. Exemplos de automação rígida incluem a linha transfer de montagem e as máquinas de montagem automatizadas.

Automação programável. Nesse tipo de automação, o equipamento de produção é projetado com a capacidade de modificar a sequência de operações de modo a acomodar diferentes configurações de produtos. A sequência de operações é controlada por um *programa*, um conjunto de instruções codificado de maneira que possa ser lido e interpretado pelo sistema. Novos programas podem ser preparados e inseridos nos equipamentos para fabricarem novos produtos. Algumas das características da automação programável incluem: (1) alto investimento em equipamentos de propósito geral; (2) baixas taxas de produção se comparada à automação rígida; (3) flexibilidade para lidar com variações e alterações na configuração do produto; (4) alta adaptabilidade para a produção em lote.

Os sistemas de produção automatizados programáveis são utilizados em produção de baixo e médio volumes. As peças ou produtos são normalmente produzidos em lotes e, a cada novo lote de um produto diferente, o sistema deve ser reprogramado com o conjunto de instruções de máquina correspondentes a ele. A configuração física da máquina também deve ser alterada: ferramentas devem ser carregadas, acessórios devem ser fixados à mesa da máquina e as configurações necessárias devem ser carregadas. Esse procedimento de alterações toma tempo. Consequentemente, o ciclo típico para determinado produto inclui um período durante o qual a configuração e a reprogramação acontecem, seguido de outro período no qual as peças no lote são produzidas. Exemplos de automação programável incluem máquinas-ferramenta numericamente controladas (CN), robôs industriais e controladores lógicos programáveis.

Automação flexível. É uma extensão da automação programável. Um sistema automatizado flexível é capaz de produzir uma variedade de peças (ou produtos), quase sem perda de tempo e com modificações de um modelo de peça para outro. Não existe perda de tempo de produção enquanto são reajustados o sistema e as configurações físicas (ferramentas, acessórios e configurações de máquina). Assim, o sistema pode produzir diferentes variações e planos de peças e produtos sem exigir que eles sejam produzidos em lotes. O que viabiliza a automação flexível é que a diferença entre as peças processadas pelo sistema não são significativas e, portanto, o volume de alterações exigidas entre os modelos é mínimo. Dentre as características da automação flexível estão: (1) alto investimento em um sistema com engenharia personalizada; (2) produção contínua de um conjunto variado de produtos; (3) taxas médias de produção; (4) flexibilidade para lidar com variações no

Fonte: GROOVER, M. P. **Automação industrial e sistemas de manufatura**. 3ª ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2014.

Pág. 07 de 07 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00051293/2024 e o código 8Z5BB58U.

Assinaturas do documento

Código para verificação: **8Z5BB58U**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

EDINA ELISANGELA ZELLMER FIETZ (CPF: 003.XXX.929-XX) em 25/11/2024 às 20:03:08
Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:38:57 e válido até 30/03/2118 - 12:38:57.
(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTIwMjJfMDAwNTEyOTNfNTEzNDRfMjAyNF84WjVCQjU4VQ== ou o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo **UDESC 00051293/2024** e o código **8Z5BB58U** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.