

8 de outubro de 2022

1 O que é controle digital?

Controle automático digital é um ramo da Engenharia de Controle Automático que faz análise, projeto e implantação de sistemas de controle em malha fechada (realimentados) usando microprocessadores digitais.

O controle analógico é implantado através de um circuito composto de amplificadores operacionais (circuitos integrados), resistores e capacitores. Os ganhos do controlador são determinados pelos valores dos resistores e capacitores. Tudo é soldado em placa de circuito impresso (PCI) para poder interagir com os sensores e atuadores da planta.

Um controlador digital é apenas um programa de gravado na memória de um computador e executado por um microprocessador.

- As informações provenientes dos sensores da planta são obtidas através de um circuito conversor analógico digital (AD)
- O algoritmo de controle é uma equação de diferenças implementada dentro de um loop de repetição.
- Calculada a ação de controle (número dentro do programa), ela é transformada em sinal elétrico usando um circuito chamado conversor digital-analógico (DA)

A forma provavelmente mais barata de realizar um controlador digital é através de uma PCI contendo um microcontrolador, que já possui conversor AD, normalmente. A conversão DA usualmente é feita usando modulação por largura de pulso (PWM).

Entretanto, dependendo do recurso disponível, o controlador pode ser realizado um computador comum (PC, por exemplo), desde que ele esteja equipado com placas de conversão AD/DA.

2 Vantagens do controle digital

2.1 Mudança de ganhos

Às vezes é necessário modificar o controlador, porque a planta pode sofrer modificações (previsíveis ou não) que alteram a função de transferência. Se a função de

transferência muda, os ganhos do controlador precisam ser readequados.

Num circuito analógico isso é problemático porque alterar os ganhos requer mudar os resistores e capacitores, o que implica em dessoldar componentes e soldar novos. Em um controlador digital basta alterar o valor numérico das variáveis que armazenam os ganhos do controlador.

2.2 Monitoramento do controle

Colocar um computador em uma malha pode ser útil pois ele pode ser programado para fazer outras tarefas além do controle. Um exemplo é o armazenamento dos dados em longo prazo, que podem ser usados para diagnóstico de problemas e manutenção preditiva do sistema como um todo.

2.3 Controle avançado

Em um controlador digital podemos testar estratégias de controle que exigem cálculos mais complexos. Exemplos: controle adaptativo, não-linear, neural, entre outros. Tais cálculos não são viáveis de se fazer usando circuitos analógicos.

3 Desvantagens

3.1 Custos

Em geral o custo de implantação de um sistema digital é maior que um circuito analógico. Os custos tem caído bastante, principalmente usando placas onde o microcontrolador já vem montado.

Se levarmos em consideração apenas os componentes, um circuito analógico provavelmente ainda sai mais barato; porém, se incluirmos a mão de obra, provavelmente não compensa.

O custo se torna muito mais alto ao pensarmos em colocar um computador completo (estilo desktop ou industrial). Porém, deve-se levar em conta as outras funções que o computador pode desempenhar, que vão além de apenas o controle.

Vale ressaltar, porém, que em longo prazo e considerando custos de manutenção e riscos de parada do sistema, o controle digital acaba se tornando atrativo haja vista que tende a contornar esses problemas em relação à realização analógica. 1

3.2 Energia

Os computadores digitais normalmente usam mais energia do que um circuito analógico especificamente projetado para o controle de uma planta. Além do consumo do próprio computador, também há necessidade de circuitos de comunicação em rede e refrigeração.

Deve-se lembrar que quanto mais rápido o processador, mais chaveamentos ele faz e, portanto, mais ele aquece. Assim, o projeto fica mais caro não apenas pelo custo do processador, mas pela necessidade de pensar em algum tipo de resfriamento do sistema.

3.3 Atraso

O computador digital trabalha em tempo discreto, realizando as tarefas apenas em instantes específicos de tempo, de acordo com o clock do processador. Isso o efetivamente faz com que o controle digital esteja atrasado no tempo em relação a um circuito analógico que faz a mesma tarefa.

O problema pode ser contornado trabalhando com clocks mais rápidos, porém isso tende a ficar mais custoso em termos financeiros e energéticos.

As dificuldades podem ser reduzidas utilizando uma teoria mais específica para o projeto de controladores digitais.

4 Tempo discreto

A principal dificuldade do controle digital é trabalhar com o chamado tempo discreto. Isso é necessário porque o computador digital só executa instruções durante o ciclo de máquina. Entre um ciclo e outro, efetivamente o controlador não pode realizar ação nenhuma sobre o sistema.

Até aqui, os sinais trabalhados são tratados como funções, por exemplo $x(t)$ de um domínio contínuo, isto é, t pode assumir qualquer valor do conjunto dos números reais. Em outras palavras dentro de um intervalo de tempo qualquer, sempre pode-se recuperar alguma informação do sinal. Mais ainda, em tempo contínuo nunca é possível especificar “contar” os instantes de tempo, haja vista que é infinito o número de instantes em um dado intervalo.

Em tempo discreto, apenas a informação em determinados instantes é relevante. Na prática, um intervalo de tempo é dividido em intervalos menores e iguais entre si, de modo que podemos contar e ordenar tais intervalos.

O menor intervalo de tempo em um período de tempo discreto é chamado de período de amostragem, normalmente denotado T .

Os instantes de tempo discreto são unicamente identificados pela sequência kT , onde k é um número inteiro, isto é, $0, T, 2T$, etc. Também é possível considerar tempos negativos.

Observe que, como T é constante, o que governa a evolução do tempo discreto é o número inteiro k .

Um sinal de tempo discreto, denotado $x[k]$ pode ser entendido como um sinal contínuo cuja informação foi capturada apenas nos instantes de amostragem, isto é, $x[k] = x(kT)$.

As informações entre um período de amostragem e outro passam a ser irrele-

vantes. Quando necessário definir algum valor para elas, adota-se algum tipo de convenção, por exemplo que os valores entre amostras é simplesmente zero.