

SP 15/09/81

NT 073/81

Control - Um Semáforo Simulado

José Ernesto Lima Gonçalves

Este trabalho apresenta um simulador para controlador semafórico, baseado em uma calculadora eletrônica avançada.

Sendo o primeiro de uma série de artigos, mostra a versão básica do simulador em sua configuração mais simples. As versões mais complexas serão publicadas nos artigos seguintes da série.

Os Controladores

O controlador semafórico é a máquina mais importante e mais manipulada na atividade do engenheiro de tráfego. Sua função é controlar a mensagem do grupo focal que comanda cada movimento. Ao conjunto de mensagens mostradas simultaneamente por todos os grupos focais, a cada instante, chamamos fase. Ao conjunto de fases, que se repete no tempo, chamamos ciclo. Temos, portanto, uma duração para cada fase e a soma das durações de todas as fases do ciclo é a duração do ciclo do controlador. O programa é o conjunto dessas informações, com relação a um controlador.

Os controladores semafóricos se distinguem entre si, do ponto de vista funcional, por meio de três características: número de fases, sequência das fases e duração das fases.

As figuras 1 e 2 mostram duas situações que podem ser ligadas a um controlador típico. No primeiro caso, temos uma situação típica de semáforo de duas fases, em cruzamento de duas vias de sentido único. No segundo, temos um exemplo de um controlador operando em três fases.

Freqüentemente os volumes de veículos observados variam muito ao longo do dia, gerando demanda diferenciada em função do horário. Um controlador que tenha fases de duração fixa vai, então, ter desempenho adequado em apenas alguns horários do dia.

O modo de obter-se melhor rendimento é por uso de controladores que possam alterar a duração das fases ao longo do dia. Este ajuste pode ser feito de duas maneiras: pelo relógio ou por detecção.

No primeiro caso, um relógio escolhe um programa da coleção disponível no controlador para cada horário do dia. Esta escolha pode ser sequencial ou não, dependendo do controlador. Cada controlador pode ter de 2 a 20 programas, dependendo do fabricante e do modelo.

No caso de ajuste por detecção, a duração das fases varia em função da existência ou não de veículos na área de atuação de dispositivos detetores. No caso desses sensores determinarem a demanda de tempo pelos veículos, eles atuam sobre o controlador que altera a duração e mesmo a sequência das fases. Este é o chamado semáforo atuado pelo tráfego.

Figura 1 - Exemplo de interseção com semáforo de duas fases. Em cada fase alguns movimentos são liberados e outros são proibidos.

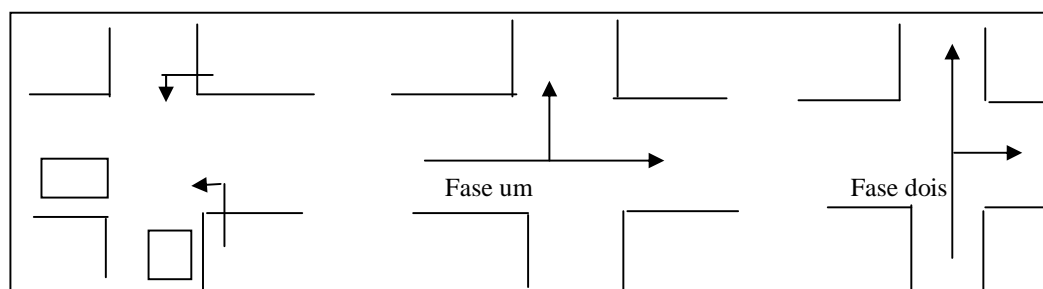
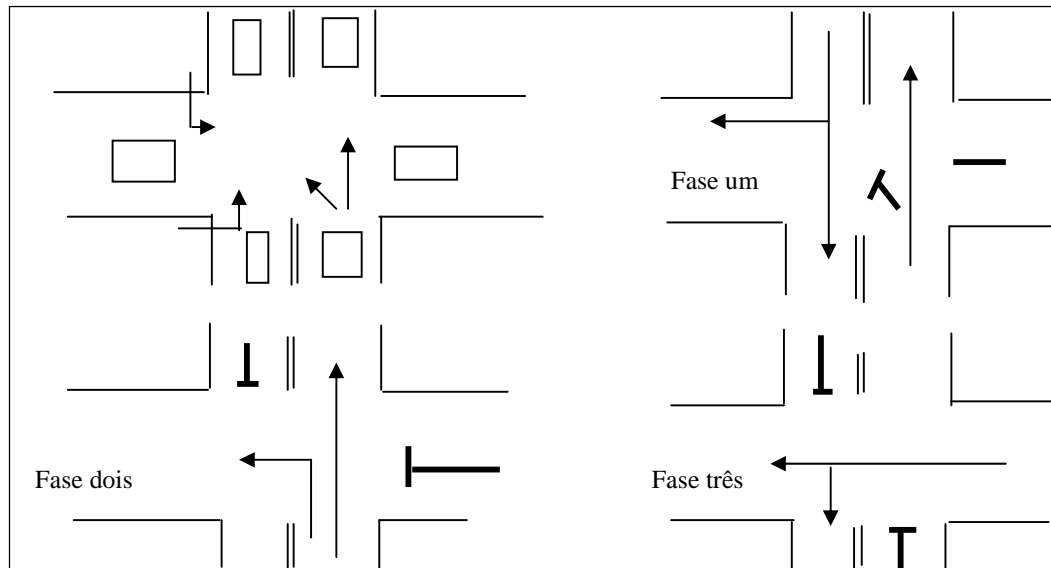


Figura 2 - Exemplo típico de interseção com semáforo de três fases. O programador pode escolher a seqüência 1-2-3 ou 1-3-2 e o controlador deve poder atender à escolha.



A Simulação

A variedade de tipos de controladores é grande e deve ser perfeitamente conhecida pelo engenheiro de tráfego, a fim de que ele saiba escolher e programar o melhor tipo para cada caso. Para ajudar nessa tarefa, desenvolvemos um programa, para calculadora eletrônica, que simula um controlador de semáforos com a complexidade desejada.

As máquinas de calcular avançadas, disponíveis atualmente no mercado, são capazes não apenas de realizar as operações algébricas e trigonométricas normais, como também podem ser programadas para a execução automática das operações. Mais recentemente foram lançadas calculadoras com capacidade de emitir mensagens alfanuméricas.

O programa aqui apresentado foi desenvolvido para a calculadora HP - 41C e procura fazer uso conveniente de seus recursos. Pode ser traduzido e trabalhado em outros equipamentos, embora o rendimento não seja o mesmo, devido as diferenças intrínsecas entre os vários tipos de calculadoras. O artigo *The Um-traffic Controller*, publicado na edição de abril de 1980 do *ITE Journal*, apresenta um programa, desenvolvido para as calculadoras Texas Instruments 58 e 59, que simula um controlador atuado pelo tráfego.

O programa que apresentamos a seguir simula um controlador semaforico do tipo mais simples: duas ou três fases, com seqüência e durações fixas. É um programa básico e será alterado em artigos posteriores, para que passe a apresentar as características dos controladores mais complexos, as quais sejam, trocas de programa e variação da seqüência e, por fim, duração das fases por detecção de veículos.

A capacidade alfanumérica da HP 41-C é utilizada para mostrar no display o nome da fase em que se encontra o controlador simulado. Outros recursos do display são usados para a indicação da contagem de tempo, ação dos detetores de veículos e tipo de controlador simulado. A figura 3 ilustra uma mensagem típica do display da HP-41C com o simulador básico: a mensagem principal indica que a fase atual é a segunda, o dígito zero acende e apaga durante cada fase, para indicar a passagem do tempo e a abreviatura "PRGM" (abreviatura de Program), indica que o programa está

em execução. Outras mensagens, usadas nas versões mais complexas do programa, serão apresentadas no momento oportuno.

Figura 3 - Mensagem típica da HP-41C. Indica a fase corrente, a exemplo do programa e a passagem do tempo.

```
FASE DOIS
      prgm
```

Figura 4 - O "scrolling" permite mostrar mensagens mais longas que os 12 dígitos do display.

```
FASE DOIS A
      prgm
```

```
FASE DOIS A 1
      prgm
```

O Modelo Básico

A Figura 5 apresenta o esquema básico de operação do simulador "Control" para um controlador de 3 fases, com tempos e seqüências fixas. Quando funcionando em seqüência fixa de três fases, onde as fases se sucedem uma após outra (por exemplo, 1-2-3), o modelo não faz uso do esquema todo, restringindo-se ao ciclo da figura 6. Note-se que entre duas fases existe uma transição, quando o display mostra a fase atual e a fase seguinte, por meio de uma mensagem do tipo "Fase um a dois". Na operação real do controlador, essa fase intermediária corresponderia ao amarelo para algumas das aproximações. Pode-se também notar que, a cada fase, a variável contadora é iniciada com o valor da duração da fase.

Figura 5 - Esquema geral de operação do simulador Control, versão básica. Já incorpora dispositivos para facilitar a adição modular de complementos para aumentar a complexidade do simulador.

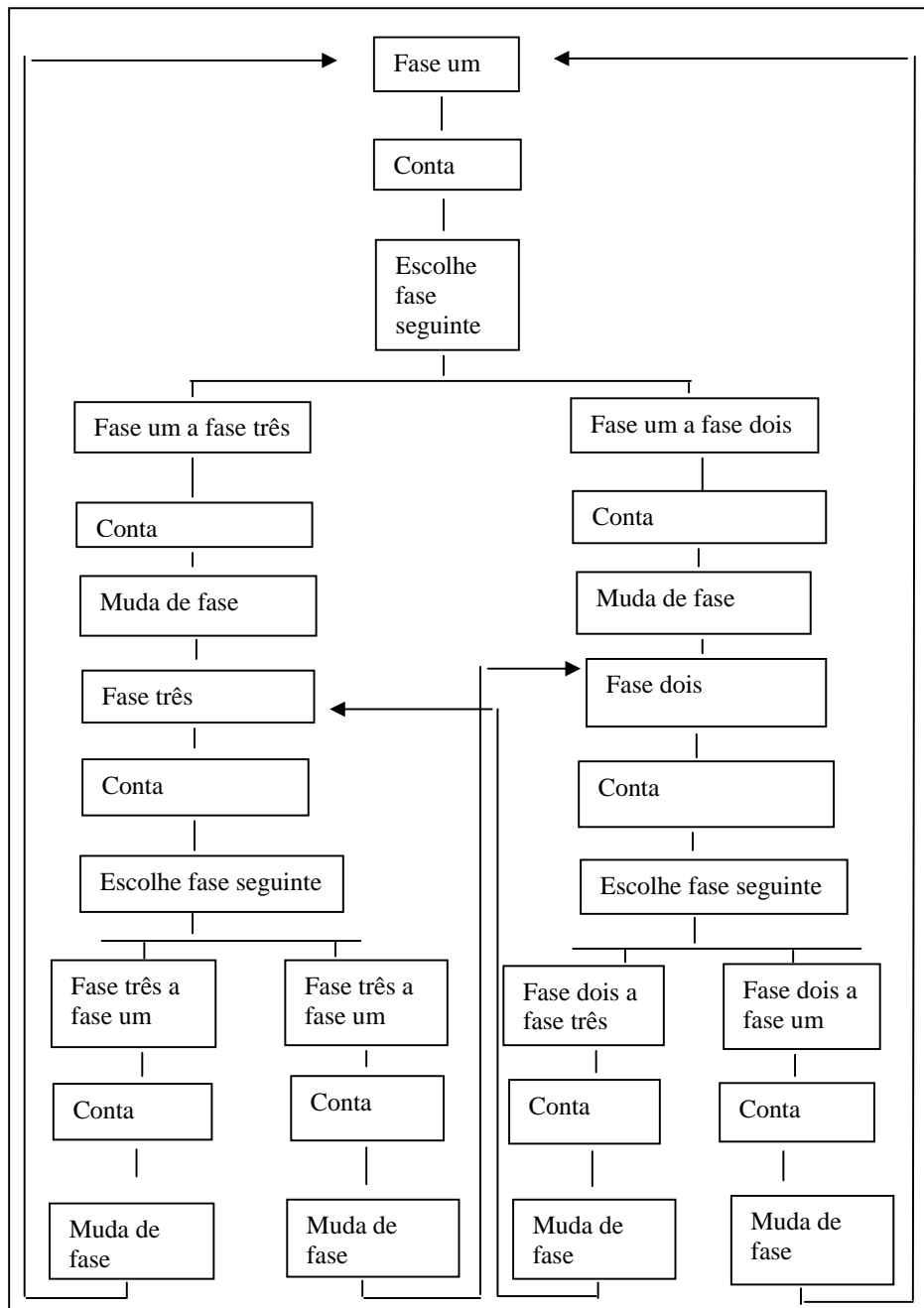
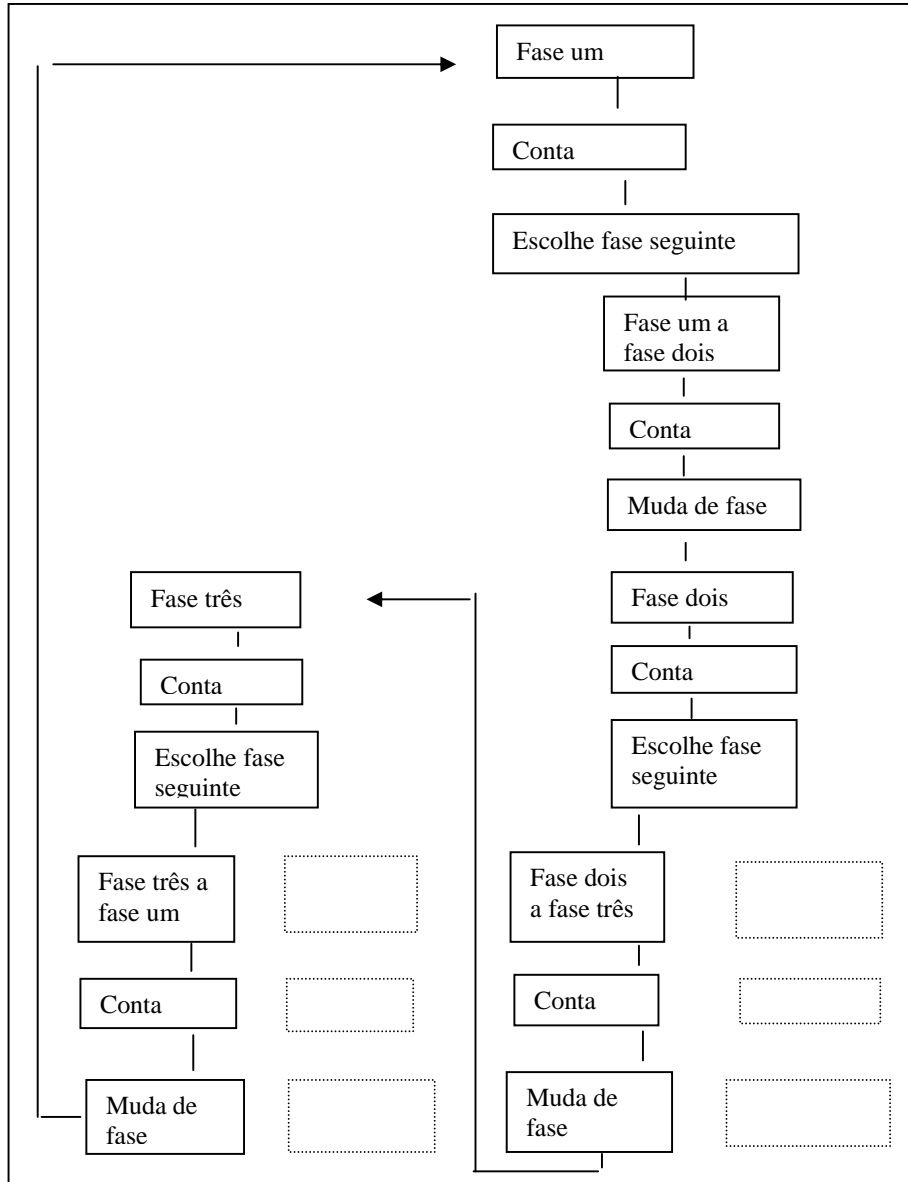


Figura 6 - Quando funcionando em seqüência fixa, o simulador Control executa um ciclo fechado. Na figura, está representada a seqüência 1-2-3.



Os valores operacionais importantes são armazenados em registros particulares, conforme mostrado na tabela 1. Os valores apresentados constituem mera sugestão e é exatamente através da alteração desses valores que o usuário consegue fazer com que o programa simule o controlador que lhe interessa.

Sempre que necessário, é possível conhecer o valor de qualquer registro por meio da operação recall (RCL). Como recurso mecânico, os registros 10, 20 e 30 foram reservados para a duração de cada fase e os registros do tipo 12,13 e 31 armazenam a duração das fases de transição de 1º para a 3º e assim por diante.

O programa utiliza dois flags para controle: o flag 10 controla as fases intermediárias e o flag 0 é indicado para sinalizar a passagem de tempo. Nas versões mais complexas são usados outros flags.

O Programa

O programa da versão básica do simulador Control foi simplificado ao máximo, ocupando apenas 61 passos. Após gravá-lo e armazenar os dados nos registros da tabela 1 o programa é colocado em operação no label b, no modo user.

Na versão básica, o programa pode simular um controlador de duas ou três fases, dependendo do dígito colocado no passo 41: use 2 ou 3, respectivamente, conforme o caso.

As versões mais complexas, que serão apresentadas futuramente, usam o mesmo programa básico, com a adição de segmentos modulares para a expansão das características.

Até lá, o técnico pode ir se dedicando a conhecer bem os recursos de sua calculadora, dos controladores simples e da simulação.

Tabela 1 - Uso dos registros na versão básica

Registro	Conteúdo	Valor Inicial
15-	contador	--
16-	fase atual	1
17-	próxima fase	1
12-		3
13-		3
21-	duração do amarelo	3
23-		3
31-		3
32-		3
10-		10
20-	duração da fase	10
30-		10

Tabela 2 - Uso dos flags na versão básica

Flag	
Ø	indicador da passagem do tempo
Ø	fase verde - fase amarela

 Eng.º José Ernesto Lima Gonçalves
 Métodos Operacionais