FTL066 – Programação em Tempo Real
Quinta Lista de Exercícios

1) Descreva com a suas próprias palavras o que você entende sobre verificação de modelos (*model checking*) e como isto difere de outras técnicas usadas para verificação de hardware e software. A sua resposta deve indicar quais são as entradas para verificar o software e quais são as suas saídas, e quais benefícios e implicações isto tem. Você também deve incluir uma explicação dos termos *modelo* e *propriedade de corretude*.

2) Mostre que as duas expressões ***if-then-else*** abaixo são equivalentes:

```
!(a||b)?h:!(a==b)?f:g          !(!a||!b)?g:(!a&&!b)?h:f
```

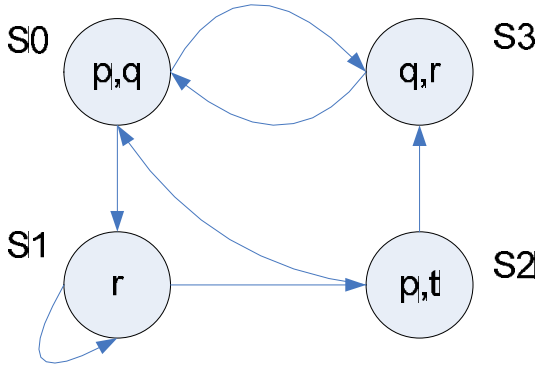
Você pode assumir que as variáveis têm somente um bit.

3) Considere três pessoas A, B e C que querem sentar em uma fileira, mas:

- A não quer sentar próximo do C.
- A não quer sentar na cadeira da esquerda.
- B não quer sentar no lado direito do C.

Escreva uma fórmula proposicional que é satisfeita se e somente se existe uma atribuição de assentos para as três pessoas que satisfaz todas as restrições. A fórmula é satisfeita? Caso positivo, forneça uma atribuição.

4) Considere a seguinte estrutura *Kripke*:



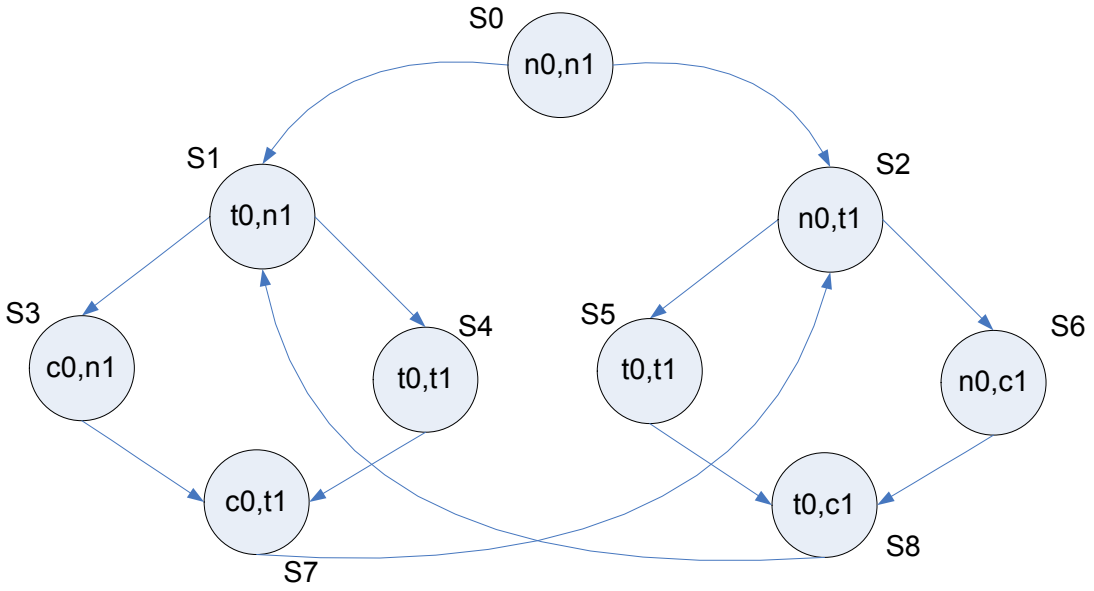
Verifique se S_0 satisfaz ϕ e S_2 satisfaz ϕ para as seguintes fórmulas CTL ϕ:

a) **AF** q
b) **AG EF** $(p \vee r)$

c) **EX EX** r
d) **AG AF** q

Explique a sua resposta.

5) Considere o seguinte modelo de Kripke da exlcusão mútua:



onde as proposições atômicas n_i, t_i e c_i com i = 0,1 significa "processo *i* em uma seção não-crítica", "processo *i* tentando entrar na região crítica" e processo *i* na região crítica", respectivamente. Aplique o algoritmo de verificação de modelo do CTL para checar se as seguintes fórmulas se mantêm no estado S_0 deste modelo:

a) **AG** $\neg(C_0 \wedge C_1)$
b) **AG**$((t0 \Rightarrow$ **AF** $C_0) \wedge (t1 \Rightarrow$ **AF** $C_1))$

Note que você precisará transformar estas fórmulas para as aquelas que são semanticamente equivalentes para que você possa aplicar o algoritmo.

6) Expresse as seguintes propriedades em CTL sempre que possível:

a) Depois de *p*, *q* nunca é verdadeiro. (esta restrição é requerida em todos os possíveis caminhos de computação.)
b) O evento *p* precede ambos *s* e *t* em todos os caminhos de execução. (você pode achar mais fácil expressar primeiro a negação desta propriedade.)
c) Entre os eventos *q* e *r*, o evento *p* nunca é verdadeiro.

7) Construa uma estrutura Kripke para a implementação de uma versão simplificada da técnica de inserção de bytes (*byte stuffing*) usada na camada de enlance em redes de computadores.

```
#define DLE 16
#define STX 2
#define ETX 3
int main (void) {
  uchar in[6] = {DLE, STX, NUL, DLE, ETX, '\0'};
  uchar out[6];
  int i = 0;
  int j = 0;
  while (in[i] != '\0') {
    switch (in[i]) {
      case (DLE):
        if (in[i+1]==STX || in[i+1]==ETX) {
          out[j] = in[i];
        } else {
          out[j] = in[i];
          out[++j] = DLE;
        };
        break;
      default:
        out[j] = in[i];
        break;
    }
    i++;
    j++;
  }
  out[j] = '\0';
  return 0;
}
```

Considere que a proposição atômica *p* verifica se *out[4]* é igual a ETX e a proposição atômica *q* verifica se *out[5]* é igual a ETX. Deste modo, verifique se a estrutura *Kripke* do código acima satisfaz a propriedade **AG** ($p \wedge q$).

21/02/2014