

Završni ispit

(maks 36 bodova, prag 12 bodova)

IME I PREZIME: _____ JMBAG: _____

1. (2 boda) Pretvorite propozicijsku logičku formulu u CNF-oblik uz maksimalno pojednostavljenje (napisati cijeli postupak).

$$(Q \Rightarrow P) \wedge ((R \Rightarrow P) \vee (P \Rightarrow Q)) \wedge ((Q \Rightarrow R) \vee (R \Rightarrow P))$$

2. (2 boda) Navedite teorem o dedukciji i njegov korolar koji omogućuje dokazivanje logičkih tvrdnji opovrgavanjem.

3. (3 boda) Preslikajte rečenice prirodnog jezika u formule logike CTL:

- a) "Od početnog stanja postoji put na kojem p ne vrijedi dok ne počne vrijediti q ."
- b) "U početnom stanju vrijede p i q , a p uvijek vrijedi još i u sljedeća dva stanja."
- c) "Uvijek vrijedi da ako vrijedi p , da će uvijek nakon nekog vremena trajno vrijediti q ."

4. (3 boda) Za zadani kod u jeziku NuSMV potrebno je:

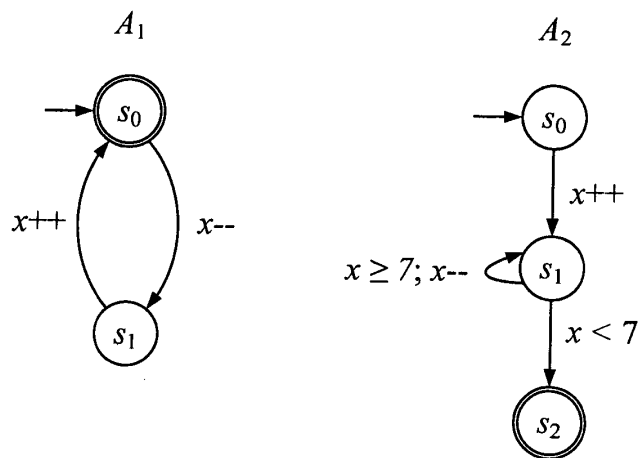
- a) Nacrtati odgovarajuću Kripkeovu strukturu (samo dosegljiva stanja).
- b) Utvrditi je li zadana CTL specifikacija istinita ili lažna.

```
MODULE cleaner
VAR
    ready : boolean;
    move: boolean;
    clean: boolean;
ASSIGN
    init (ready) := TRUE;
    init (move)  := FALSE;
    init (clean) := FALSE;

    next (ready) :=
        case
            (move & clean) : FALSE;
            (!ready & !move & clean) : FALSE;
            TRUE: TRUE;
        esac
    next (move) :=
        case
            (ready & !clean) : TRUE;
            (ready & clean) : FALSE;
            TRUE: move;
        esac
    next (clean) :=
        case
            (ready & move & !clean) : {FALSE,TRUE};
            (!ready & !move & clean) : {FALSE,TRUE};
            TRUE: clean;
        esac

CTLSPEC AX EF (ready & !move & !clean)
```

5. (3 boda) Na slici su prikazana dva *FSA* (A_1 i A_2) za koje treba:



- napisati pripadne naredbe za *Promela* procese (varijabla x neka je globalna varijabla tipa *byte* početne vrijednosti $x = 12$):
- nacrtati asinkroni produkt automata A_1 i A_2 ($C_{FSA} = A_1 \times A_2$) te odrediti njegove komponente (bez skupa prijelaza) $C_{FSA} = (C.S, C.s_0, C.L, C.T, C.F)$:

$C.S =$ _____

$C.s_0 =$ _____

$C.L =$ _____

$C.F =$ _____

- c) Postoji li sekvenca ekspaniranog produkta koja je beskonačne duljine? Što se pri tome dešava s vrijednostima varijable x ? Obrazložite!

6. (2 boda) Detaljno opišite funkcioniranje svake od navedenih *Promela* naredbi:

a) **mtype** i **chan**:

```
mtype = {START, STOP, ACK, REQ}
chan b2a = [0] of {bit, byte, bit, int}
```

b) **init** i **active**:

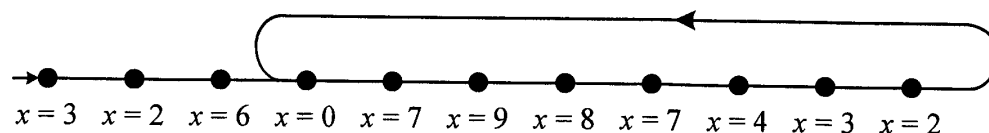
```
init {                                active [2] procD () {
    run procA();                        if
    run procB();                        :: x == 3 -> x++;
    run procC();                        fi
}
```

c) **skip** i **break**:

```
do
:: x > 4 -> x--;
:: x > 4 -> skip;
:: timeout -> break;
od
```

d) if i do:

7. (1 bod) Na slici je prikazan ekspanzirani asinkroni produkt (σ^ω) s vrijednostima varijabli. Odredite (zaokružite odgovor) da li su *LTL* formule istinite (T) ili neistinite (N):



- | | | |
|----------|----------|--|
| T | N | $\Diamond p$ ako je $p \equiv (x > 5)$ |
| T | N | $\Box p$ ako je $p \equiv (x < 9)$ |
| T | N | $\Box \Diamond p$ ako je $p \equiv (x == 3)$ |
| T | N | $\Diamond \Box p$ ako je $p \equiv (x \geq 1)$ |

Obrazložite postupak određivanja istinitosti za jednu po volji odabranu *LTL* formulu.

8. (6 bodova) Zadani su *Promela* procesi *ThreadA* i *ThreadB*.

```
byte x = 17;
```

```
active proctype ThreadA() {  
  do  
    :: x == 250 -> x = 0;  
    :: x < 250 -> x++;  
  od;  
}
```

```
active proctype ThreadB() {  
  do  
    :: x > 0 -> x--;  
  od;  
}
```

a) Nacrtajte konačne automate za sve *Promela* procese.

- b) Opisati postupak kako bez primjene *LTL* formule odrediti istinitost sljedeće tvrdnje:
„Tijekom izvođenja varijabla x ne može poprimiti vrijednost $x \geq 128$ ”.

- c) Opisati postupak kako primjenom *LTL* formule odrediti istinitost sljedeće tvrdnje te postupak pronalaženja protuprimjera (eng. *counterexample*):
„Tijekom izvođenja varijabla x ne može poprimiti vrijednost $x > 42$ ”.

- d) Za tako dobivenu *LTL* formulu nacrtati Büchi automat i skicirati *never claim* strukturu.

B.A.

never {

}

9. (3 boda) Zadana su dosegljiva stanja sustava $S = \{S_0, S_1, S_2, S_4-S_7, S_{16}-S_{21}\}$. Potrebno je odrediti njihovu karakterističnu Booleovu funkciju i zatim nacrtati njezin ROBDD, uz proizvoljno uređenje varijabli.

Napomena: zadatak riješiti u košuljicu ili na dodatnim papirima.

10. (2 boda) Objasnite što sadržavaju i koja je svrha jedinstvene (engl. *unique*) i izračunske (engl. *computed*) tablice kod ITE-algoritma.

11. (1 bod) Odredite vrijednost ITE-operatora za logičke funkcije dviju Booleovih varijabli:

a) $\text{NAND}(f, g) = \text{ITE}(?, ?, ?) =$

b) $\text{XOR}(f, g) = \text{ITE}(?, ?, ?) =$

12. (3 boda) Na zadanoj bazi klauzula potrebno je provesti osnovni **DPLL**-algoritam za SAT-problem i dobiti odgovor na pitanje je li baza klauzula zadovoljiva (SAT) ili ne (UNSAT). Ako je SAT, onda treba i ispisati konačno rješenje do kojeg se došlo. Ako je potrebno granati, izbor varijable po kojoj se grana provedite proizvoljno.

Napomene: Cjelokupni postupak treba biti jasno napisan, tako da se zna u kojem koraku se što događa. Zadatak riješiti u košuljicu ili na dodatnim papirima.

K1: $\neg x_1 \vee \neg x_2 \vee \neg x_3$

K2: $\neg x_2 \vee \neg x_5$

K3: $\neg x_3 \vee x_4 \vee \neg x_6$

K4: $x_1 \vee \neg x_2 \vee x_3 \vee \neg x_5$

K5: $\neg x_2 \vee \neg x_4 \vee x_6$

K6: $x_1 \vee x_3 \vee \neg x_5$

K7: $x_2 \vee x_4 \vee \neg x_5$

K8: $x_1 \vee \neg x_4$

K9: $\neg x_1 \vee x_3 \vee \neg x_4 \vee x_6$

13. (3 boda) Imate na raspolaganju SAT-rješavač GRASP. Pretpostavite da su za zadani skup klauzula:

$$K1: x1 + x2 + x5 + x4$$

$$K2: x1 + x2 + \neg x5 + x4$$

$$K3: \neg x3 + x6$$

$$K4: \neg x4 + x7 + x1$$

$$K5: \neg x4 + \neg x7 + x2$$

provedene tri odluke o grananju: $x1 = 0@1$, $x2 = 0@2$ i $x4 = 0@3$.

- a) Nacrtajte graf implikacija na razini 3 gdje dolazi do konflikta i napišite naučenu klauzulu proizašlu iz konflikta.
- b) Provedite alternativno forsirano pridruživanje vrijednosti varijabli na razini 3 i nacrtajte pripadni graf implikacija. Ako je ponovno došlo do konflikta, odredite novu naučenu konfliktu klauzulu i razinu odluke na koju se postupak vraća.

Napomena: zadatak riješiti u košuljicu ili na dodatnim papirima.

14. (2 boda) Na primjeru skupa klauzula iz zadatka 13, objasnite heuristiku VSIDS koju koristi SAT-rješavač Chaff za grananje. Po kojoj varijabli i kojem njenom literalu bi se najprije provelo grananje? Također pojasnite čemu služi VSIDS-ov parametar raspada (*decay*).