

<b>Formális módszerek (VIMIMA07)</b>	<b>2019/2020. tanév II. félév</b>					2020. március 24.
<b>ZH1B Első zárthelyi dolgozat, B csoport</b>	1.	2.	3.	4.	5.	Összesen
Minden feladatot külön oldalon kezdjen! Minden oldalra írja fel nevét és Neptun-kódját!	7 pont	5 pont	5 pont	6 pont	12 pont	35 pont

### 1. Elméleti kérdések (7 pont)

1.1. Írja le az alábbi állításokról, hogy *igaz*, *hamis*, vagy *nem eldönthető* (az, hogy igaz vagy hamis)!

3 pont

A. Címkezett tranzíciós rendszerek (LTS) esetén egy tranzícióhoz tetszőleges számú akció címke rendelhető.

B. Korlátos modellellenőrzéssel invariáns jellegű tulajdonsághoz sosem tudunk ellenpéldát találni, mert az végtelen számú iterációt igényel.

C. Az ROBDD alakban történő felírás előtt a logikai függvényt mindig negált normál formába kell hozni.

1.2. Rajzolja fel azt a *lehető legkevesebb* címkezett állapotot tartalmazó állapotsorozatot, amin teljesül az **FP** és az **XX(P U Q)** temporális logikai tulajdonság, de nem teljesül az **X(P ∨ X P)** tulajdonság.

3 pont

1.3. Írjon fel egy olyan temporális logikai kifejezést, ami szintaktikailag helyes CTL\* kifejezés, de nem helyes CTL kifejezés.

1 pont

### Megoldás:

#### 1.1

A: Hamis. LTS esetén egy tranzícióhoz csak egy akció címke rendelhető.

B: Hamis. Ilyen jellegzetessége nincs a korlátos modellellenőrzésnek.

C: Hamis. Nem szükséges a függvényt negált normál formába hozni.

#### 1.2:



#### 1.3:

Sokféle ilyen kifejezés lehetséges.

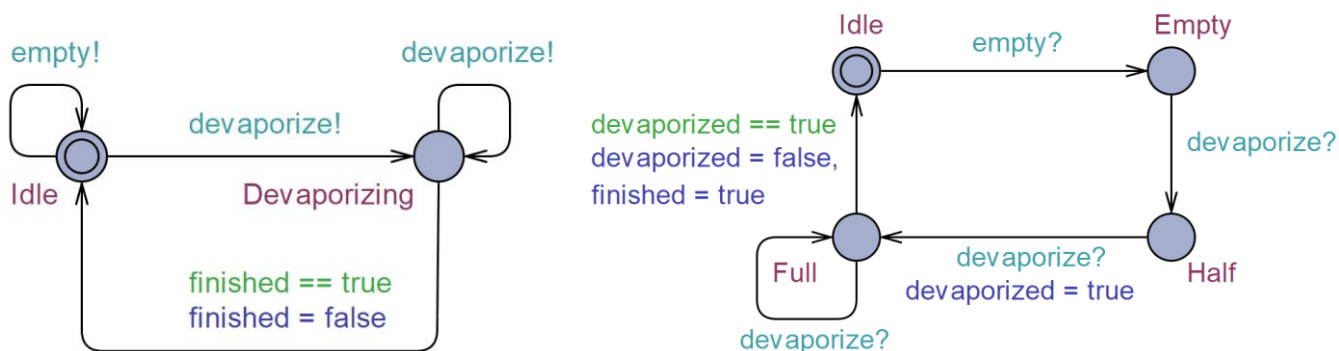
Pl. CTL-ben útvonal kifejezések nem kombinálhatók (ezeket közvetlenül útvonal kvantornak kell megelőznie), de CTL\*-ban kombinálhatók.

## 2. Modellezés (5 pont)

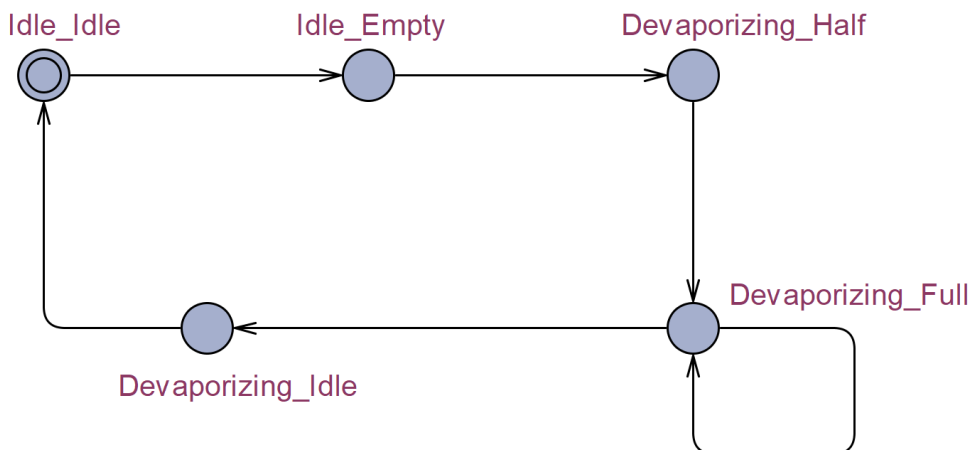
Az alábbi ábrákon látható két (az UPPAAL eszközben modellezett) automata, ezek egy páratlanító berendezés vezérlőjének állapotait (*Idle* és *Devaporizing*), és a páratlanító állapotait (*Idle*, *Empty*, *Half* és *Full*) modellezik. Az automaták két logikai változót (*bool devaporized* és *bool finished*), és két csatornát (*chan empty* és *chan devaporize*) használnak. A logikai változók kezdetben hamisra vannak állítva. Figyeljen arra, hogy őrfeltételekben „=” szerepel, míg értékadásokban „=”.

- 2.1. Készítse el a két automata együtteseként tekintett *teljes rendszer* Kripke-struktúra modelljét, a vezérlő és a páratlanító lehetséges állapotkombinációit és a köztük lévő átmeneteket felvéve. A Kripke-struktúra minden állapotát címkézze meg azzal, hogy a vezérlő és a páratlanító mely állapotait reprezentálja (a címkékben használhatja az állapotok neveinek kezdőbetűit).

5 pont

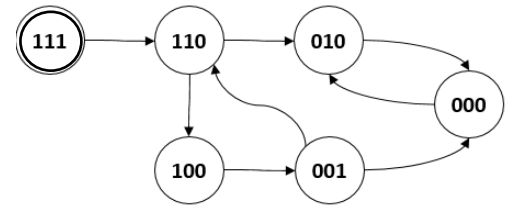


### Megoldás:



### 3. Bináris döntési diagramok (5 pont)

Adott az ábrán látható Kripke-struktúra, melynek állapotai 3 biten, sorban az  $x, y, z$  változók segítségével vannak kódolva (tehát például az 111 kódolású kezdőállapot esetén  $x=1, y=1, z=1$ ).



3.1. Adja meg a Kripke-struktúra *kezdőállapotának*, valamint a kezdőállapotból induló  $111 \rightarrow 110 \rightarrow 010$  *útvonalának* karakterisztikus függvényét!

2 pont

3.2. Ábrázolja a Kripke-struktúra *állapotainak halmazát* reprezentáló karakterisztikus függvényt ROBDD alakban! A változók sorrendezése legyen  $x, y, z$ !

3 pont

#### Megoldás:

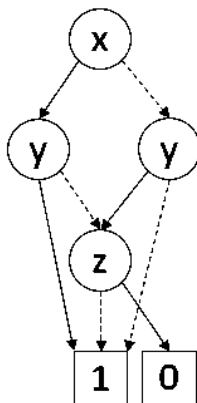
3.1:

$$C_{111} = x \wedge y \wedge z$$

$$C_{111 \rightarrow 110 \rightarrow 010} = (x \wedge y \wedge z) \wedge (x' \wedge y' \wedge \neg z') \wedge (\neg x'' \wedge y'' \wedge \neg z'')$$

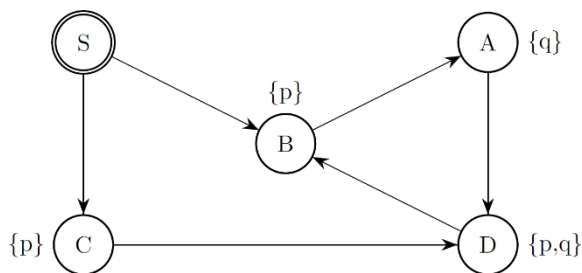
3.2:

Az ROBDD (megkapható a bináris döntési fa felírásával, majd az azonos részfák összevonásával és a redundáns csomópontok redukálásával):



#### 4. CTL modellellenőrzés (6 pont)

Adott a jobb oldali Kripke-struktúra az S kezdőállapottal és a megadott állapotcímkékkel.



- 4.1. A tanult iteratív állapotcímkézési eljárást végrehajtva ellenőrizze a modellen, hogy teljesül-e a kezdőállapotból az alábbi CTL kifejezés:  $\mathbf{E}((\mathbf{AX} \mathbf{p}) \mathbf{U} \mathbf{q})$ . Az iteráció minden lépéséhez adja meg a címkéző kifejezést és (felsorolással) a címkézett állapotok halmazát.

6 pont

#### Megoldás:

1. lépés: S, A, C, D állapotokra:  $\mathbf{AX} \mathbf{p}$  címke (minden közvetlen rákövetkezőjén van  $\mathbf{p}$  címke).
2. lépés: A, D állapotokra:  $\mathbf{E}((\mathbf{AX} \mathbf{p}) \mathbf{U} \mathbf{q})$  címke (ahol  $\mathbf{q}$  címke van).
3. lépés: C állapotra:  $\mathbf{E}((\mathbf{AX} \mathbf{p}) \mathbf{U} \mathbf{q})$  címke (itt  $\mathbf{AX} \mathbf{p}$  címke már van és van olyan közvetlen rákövetkezője, amin már van  $\mathbf{E}((\mathbf{AX} \mathbf{p}) \mathbf{U} \mathbf{q})$  címke).
4. lépés: S állapotra:  $\mathbf{E}((\mathbf{AX} \mathbf{p}) \mathbf{U} \mathbf{q})$  címke (itt  $\mathbf{AX} \mathbf{p}$  címke már van és van olyan közvetlen rákövetkezője, amin már van  $\mathbf{E}((\mathbf{AX} \mathbf{p}) \mathbf{U} \mathbf{q})$  címke. Az iterációnak vége.

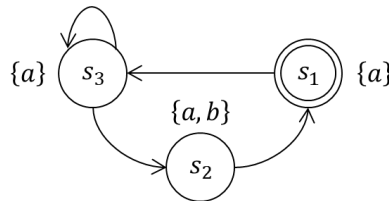
A kifejezés teljesül a kezdőállapotban, mivel az S állapoton ott van az  $\mathbf{E}((\mathbf{AX} \mathbf{p}) \mathbf{U} \mathbf{q})$  címke.

## 5. LTL követelményformalizálás és ellenőrzés (12 pont)

Egy városba vagy az összes autó behajthat, vagy csak az *elektromos* autók vagy *semmilyen* autó sem (a behajtási tilalmak ebben a sorrendben szigorodnak). A káros anyagok mennyisége a levegőben lehet *alacsony* vagy *magas*, és lehet *riasztás* is ezzel kapcsolatban. Mindezeket az információkat napi bontásban tekintjük. Formalizálja LTL operátorok és az előbbieken szereplő dőlt betűs atomi kijelentések segítségével az alábbi három követelményt, amelyek a rendszer viselkedésére minden esetben (folyamatosan) vonatkoznak:

- 5.1. Ha egy napon semmilyen autó nem engedélyezett, de a káros anyagok mennyisége alacsony és nincs riasztás, akkor a következő napon átváltunk az elektromos autók engedélyezésére, majd a rákövetkező napon az összes autó engedélyezésére.
- 5.2. Ha riasztás van, és az összes autó behajthat vagy csak az elektromos autók hajthatnak be, akkor előbb-utóbb átváltunk egy szigorúbb korlátozásra (az összesről az elektromosokra vagy semmilyen autóra, az elektromosokról a semmilyen autóra).
- 5.3. A riasztás egészen addig van érvényben, amíg a káros anyagok mennyisége magas.
- 5.4. Tabló módszerrel ellenőrizze a lenti Kripke-struktúrán (amelynek kezdőállapota  $s_1$ ) a  $\neg(a \mathbf{U} b)$  követelmény teljesülését! Ha a követelmény nem teljesül, adjon meg a *tabló* alapján egy ellenpéldát is.

2 pont
2 pont
2 pont
6 pont



### Megoldás:

5.1:  $G((\text{semmilyen} \wedge \text{alacsony} \wedge \neg \text{riasztás}) \rightarrow (X \text{ elektromos} \wedge XX \text{ összes}))$

5.2:  $G(((\text{riasztás} \wedge \text{összes}) \rightarrow F(\text{elektromos} \vee \text{semmilyen})) \wedge ((\text{riasztás} \wedge \text{elektromos}) \rightarrow F \text{semmilyen}))$

5.3:  $G(\text{riasztás} \mathbf{U} (\neg \text{magas}))$

5.4: Az  $a \mathbf{U} b$  kifejezés tablójának építése szükséges  $s_1$  állapotból. Ellenpélda a sikeres ágon:  $s_1, s_3, s_2$

