

Gyakorló feladatok:
**Alapszintű modellek, temporális logikák,
modellellenőrzés, állapottérképek**

Majzik István
BME Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

Elméleti kérdések

1. Indokolja meg, hogy az **A (X Stop V F Start)** kifejezés szintaktikailag helyes kifejezés-e **CTL** illetve **CTL*** temporális logikában!
2. Írja le a **korlátos modellellenőrzés** alapötletét!
3. Írja le, hogy mire használjuk az **ROBDD**-ket a modell-ellenőrzésben?
4. Definiálja, hogy mit jelent UML állapottérképek esetén a **konfliktus** fogalma (mely átmenetek vannak egymással konfliktusban) és hogyan történik a **konfliktus feloldása**!

Elméleti kérdések

Indokolja meg, hogy következő LTL ekvivalencia helyes-e:

1. $(F \text{ Stop}) \vee (F \text{ Start}) \equiv F (\text{Stop} \vee \text{Start})$
2. $G \text{ Stop} \equiv \text{not } F (\text{not Stop})$

Indokolja meg, hogy következő CTL ekvivalencia helyes-e:

1. $AF (\text{Start} \vee \text{Stop}) \equiv (AF \text{ Start}) \vee (AF \text{ Stop})$
2. $AF (\text{Start} \wedge \text{Stop}) \equiv (AF \text{ Start}) \wedge (AF \text{ Stop})$
3. $EF (\text{Start} \wedge \text{Stop}) \equiv (EF \text{ Start}) \wedge (EF \text{ Stop})$

Követelményformalizálás: Vasúti kereszteződés

- Egy vasúti kereszteződést biztosító **fénysorompó** viselkedését az állapotaihoz rendelt következő atomi kijelentésekkel jellemezzük: {**kikapcsolt**, **fehér**, **piros**}
- A kereszteződéshez érkező **autós** viselkedését az állapotaihoz rendelt következő atomi kijelentésekkel jellemezzük: {**érkezik**, **körülnéz**, **megáll**, **áthalad**}
- Formalizálja LTL kifejezések segítségével az alábbi követelményeket, amelyek az autós viselkedésére **minden esetben** vonatkoznak:
 1. **Kikapcsolt** állapotú **fénysorompó** esetén az autós **körülnéz** és a következő időpillanatban vagy **áthalad**, vagy **megáll**.
 2. Az autós előbb-utóbb **át fog haladni** a vasúti kereszteződésen.
 3. Ha egy autós **érkezésekor** a lámpa **piros**, akkor az autós addig **nem halad át**, amíg **fehérre** nem vált a **fénysorompó**.

Követelményformalizálás: Szerverterem

- Egy bonyolult szimulációt futtató **szerver** állapotait a következő atomi kijelentésekkel jellemezzük: {**kikapcsolt**, **várakozó**, **bemelegítés**, **szimuláció**}
- A szerverszoba **hűtőberendezésének** működését az állapothoz rendelt következő atomi kijelentésekkel jellemezzük: {**készenlét**, **normál**, **maximális**}
- Formalizálja LTL kifejezések segítségével az alábbi követelményeket, amelyek a rendszer működésére minden esetben vonatkoznak:
 1. Ha egy adott pillanatban a **szimuláció** a hűtőberendezés **készenléti** állapota mellett zajlik, akkor a következő pillanatban a szerver **várakozó** állapotra kapcsol.
 2. Előbb-utóbb elkezdhető a **szimuláció**.
 3. Csak úgy hajtható végre **szimuláció**, ha volt **bemelegítés** a hűtőberendezés **normál** működése mellett.

Modellellenőrzés: Szerverek

- Egy informatikai rendszer két erőforrásból áll, ezek egy **adatbáziszerver** és egy **alkalmazáserver**, amelyek kikapcsolt vagy bekapcsolt állapotban lehetnek.
- Az erőforrásokat hibamentes esetben egyszerre kapcsolják ki/be.
- Alaphelyzetben mindkét erőforrás ki van kapcsolva. A megfelelő üzemállapot az, amikor mindkét erőforrás be van kapcsolva.
- Ha az üzemállapotban az adatbáziszervert hiba következtében kikapcsolják, az rendszer szinten üzemképtelen állapotnak tekinthető. Ezután az alkalmazáservert is kikapcsolják, majd mindkét erőforrás bekapcsolásával indítják újra a rendszert.
- Feladatok:
 1. Rajzolja fel a **rendszer** itt leírt működését modellező **Kripke-struktúrát** az egyes erőforrások bekapcsolását és kikapcsolását figyelembe véve! Az egyes állapotokat jellemezze a következő atomi kijelentésekkel:
{alaphelyzet, üzemállapot, üzemképtelen}
 2. Ellenőrizze a modellen, hogy az üzemállapotot kezdőállapotnak tekintve teljesül-e a következő CTL kifejezés:
E(–üzemképtelen U alaphelyzet)
Válaszát indokolja meg!

Modellellenőrzés: Informatikus hallgató

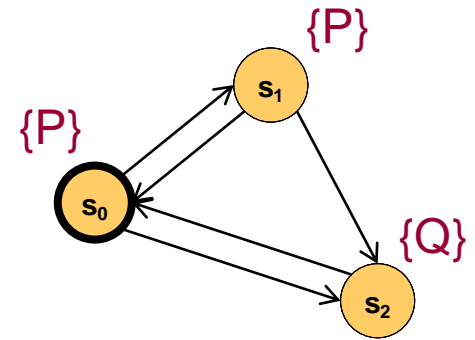
- Egy informatikus **hallgató** „tevékenységeit” úgy különböztetjük meg, hogy **kávézik** vagy nem, valamint **alszik** vagy nem.
- A hallgató három állapotát különböztetjük meg:
 - **tanulás** közben **kávézik** és nem **alszik**;
 - ezután **vizsgál**, ahol nem **kávézik** és nem is **alszik**;
 - a vizsgázás után **pihen**, ekkor **alszik** és nem **kávézik**.
- A hallgató alapállapota a **tanulás**, amit a vizsgázásig nem is hagy abba. **Tanulás** nélkül a hallgató nem **vizsgál**; a vizsgázást követően csak **pihenés** után **tanul**.
- Feladatok:
 1. Rajzolja fel a **hallgató** itt leírt viselkedését modellező **Kripke-struktúrát** a hallgató **kávézását** és **alvását** figyelembe véve! Az egyes állapotokat jellemezze a következő atomi kijelentésekkel:
 $\{\text{pihen}, \text{tanul}, \text{vizsgál}\}$
 2. Ellenőrizze a modellen, hogy a hallgató alapállapotából (ami a **tanulás**) kiindulva teljesül-e a következő CTL kifejezés:
 $E(\neg \text{vizsgál} \cup \text{pihen})$

Modellellenőrzés tábló módszerrel

Adott a rajzon látható Kripke struktúra.

Végezzük el a következő kifejezés ellenőrzését a tábló módszert alkalmazva:

$$\neg (P \cup Q)$$

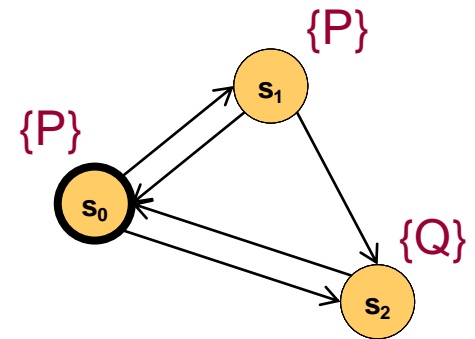


Modellellenőrzés tabló módszerrel

Adott a rajzon látható Kripke struktúra.

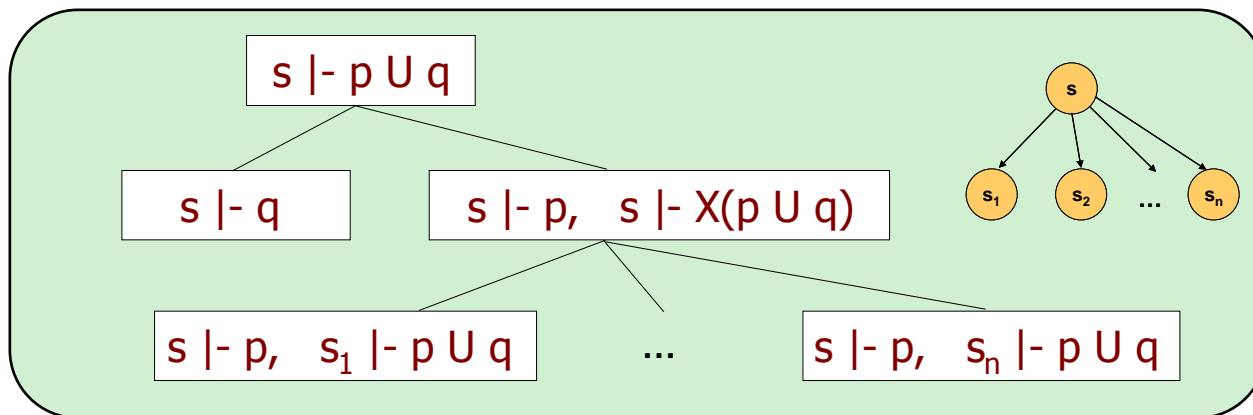
Végezzük el a következő kifejezés ellenőrzését a tabló módszert alkalmazva:

$$\neg (P \cup Q)$$



Tudnivalók:

- Negált kifejezés (ellenpélda kereséshez): $(P \cup Q)$
- Tabló szabálya: $(P \cup Q) = Q \vee (P \wedge X(P \cup Q))$

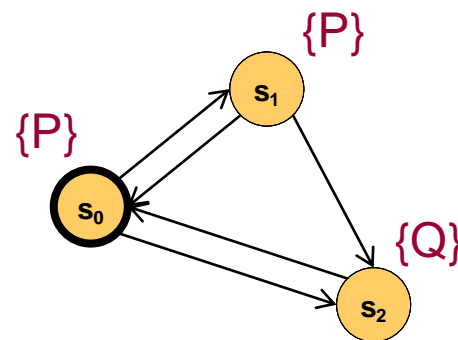


Modellellenőrzés tabló módszerrel

Adott a rajzon látható Kripke struktúra.

Végezzük el a következő kifejezés ellenőrzését a tabló módszert alkalmazva:

$$\neg (P \cup Q)$$



Tudnivalók:

- Negált kifejezés (ellenpélda kereséshez): $(P \cup Q)$
- Tabló szabálya: $(P \cup Q) = Q \vee (P \wedge X(P \cup Q))$
- A tabló építésben ellentmondásra jutunk:
 - Atomi kijelentésre vonatkozó lokális állítás nem teljesül
 - X operátor van, de az útvonal véget ér Q teljesülése nélkül
 - Ciklus alakul ki P teljesülésével, de Q teljesülése nélkül
- A tabló sikeres ágai (itt ellenpéldát adnak):
 - Atomi kijelentésekre vonatkozó állítások listája teljesül
 - Ciklus alakul ki, és nincs ellentmondás

ROBDD: ROBDD összeállítása

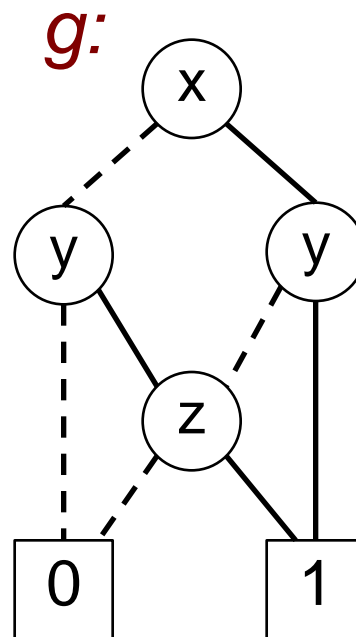
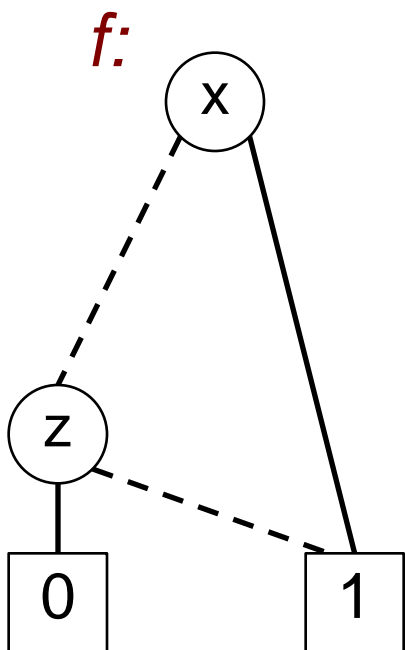
Adott a g logikai függvény igazságtáblázata:

x	y	z	f(x,y,z)
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

1. Rajzolja fel a g logikai függvény döntési fáját! A rajzoláshoz a függvény igazságtáblájában adott x, y, z változósorrendet használja.
2. Ez alapján adja meg a g függvényt redukált rendezett bináris döntési diagram (ROBDD) alakban!
3. Adja meg a függvényt algebrai (képlet) alakban!

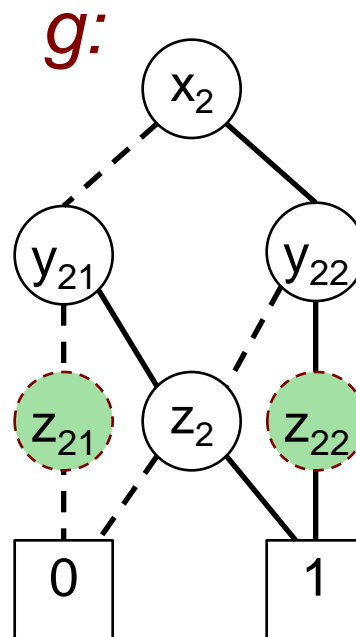
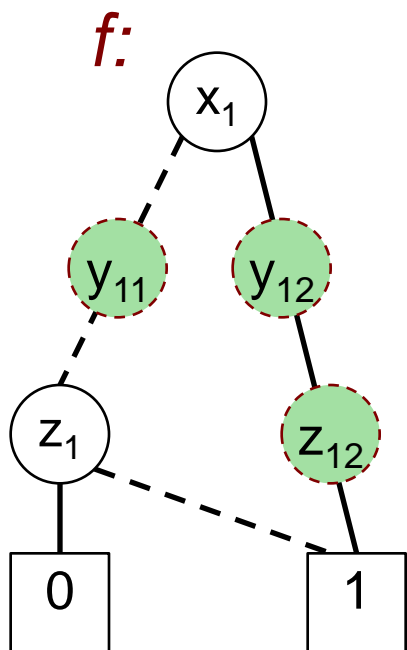
ROBDD: Műveletek függvényeken

Tekintse az alábbi, ROBDD alakban megadott f és g függvényeket, és rajzolja fel ezek alapján az $f \wedge g$ függvényt ROBDD alakban!

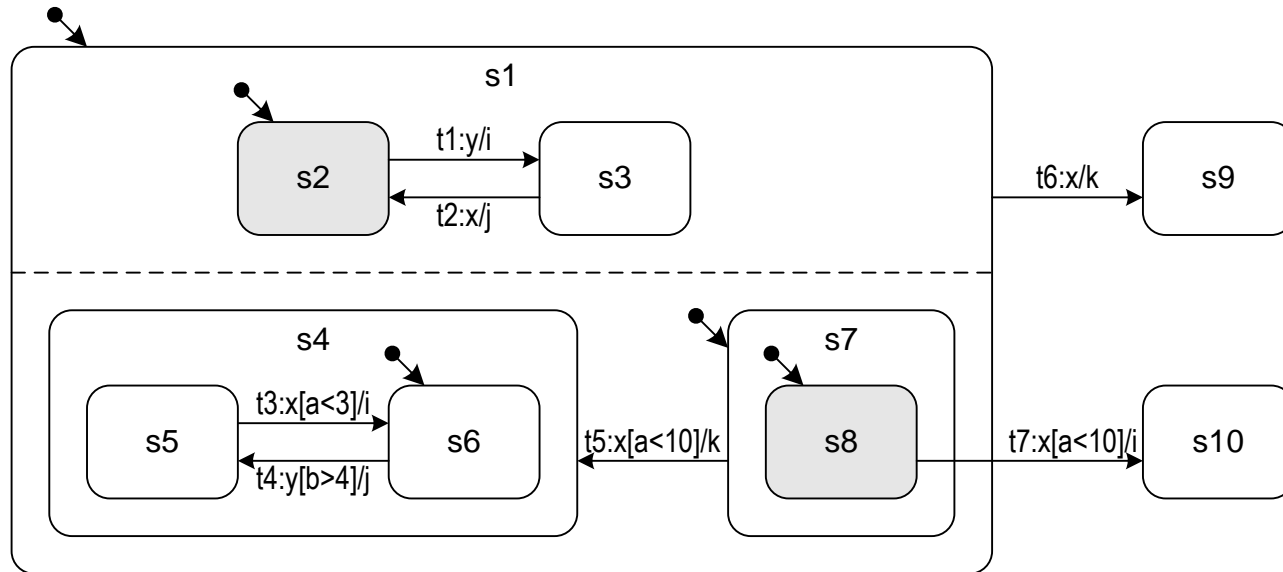


ROBDD: Műveletek függvényeken

Tekintse az alábbi, ROBDD alakban megadott f és g függvényeket, és rajzolja fel ezek alapján az $f \wedge g$ függvényt ROBDD alakban!



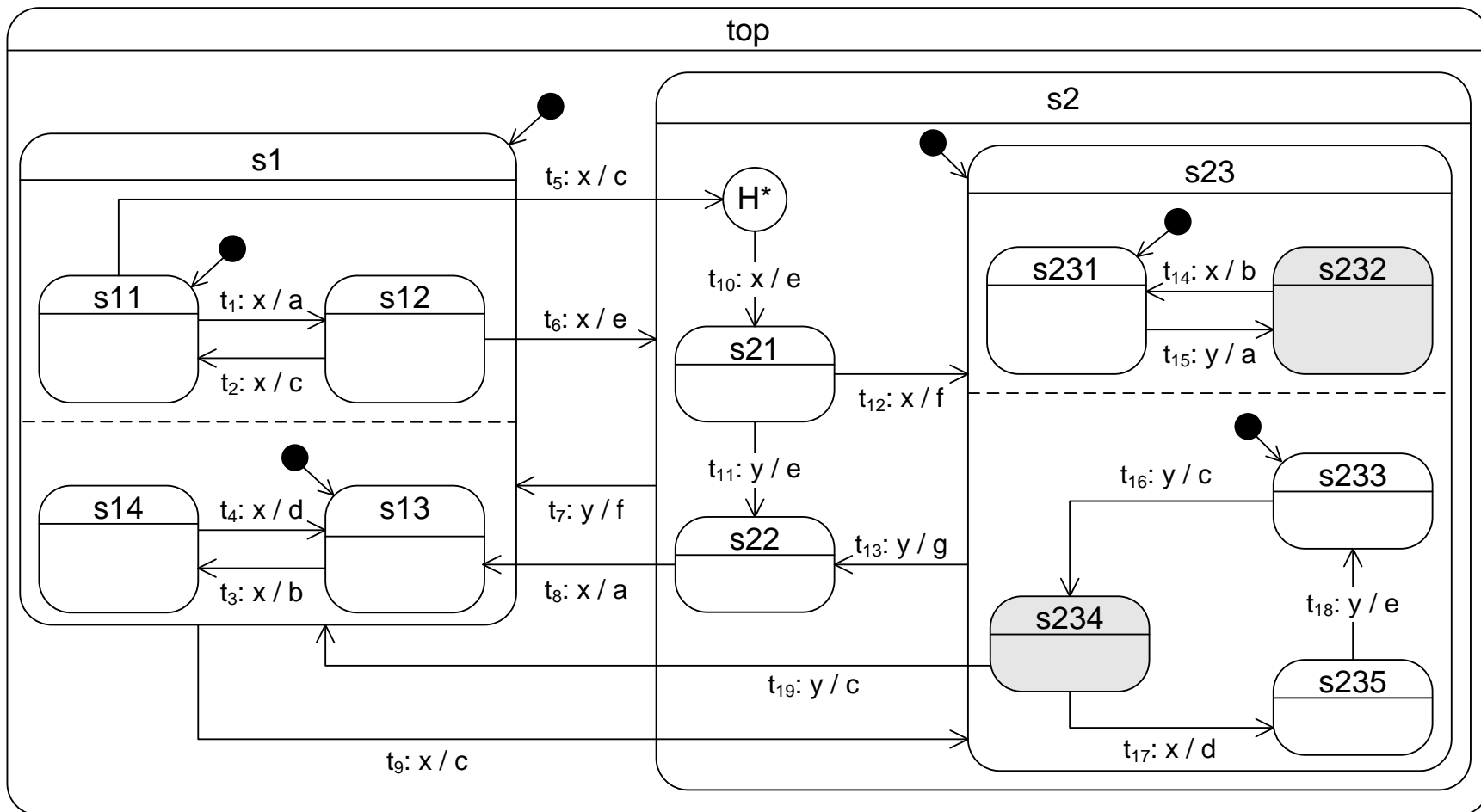
Állapotterképek 1.



A kezdő állapotkonfigurációban az a változó értéke 8 és egy „x” esemény érkezik.

1. Melyek az engedélyezett állapotátmenetek?
2. Mely engedélyezett állapotátmenetek vannak konfliktusban?
3. Hogy néz ki a tüzelhető állapotátmenetek halmaza?
4. Hogy néz(nek) ki a következő stabil állapotkonfiguráció(k)?
5. Milyen akciók és milyen sorrendben hajtódnak végre?

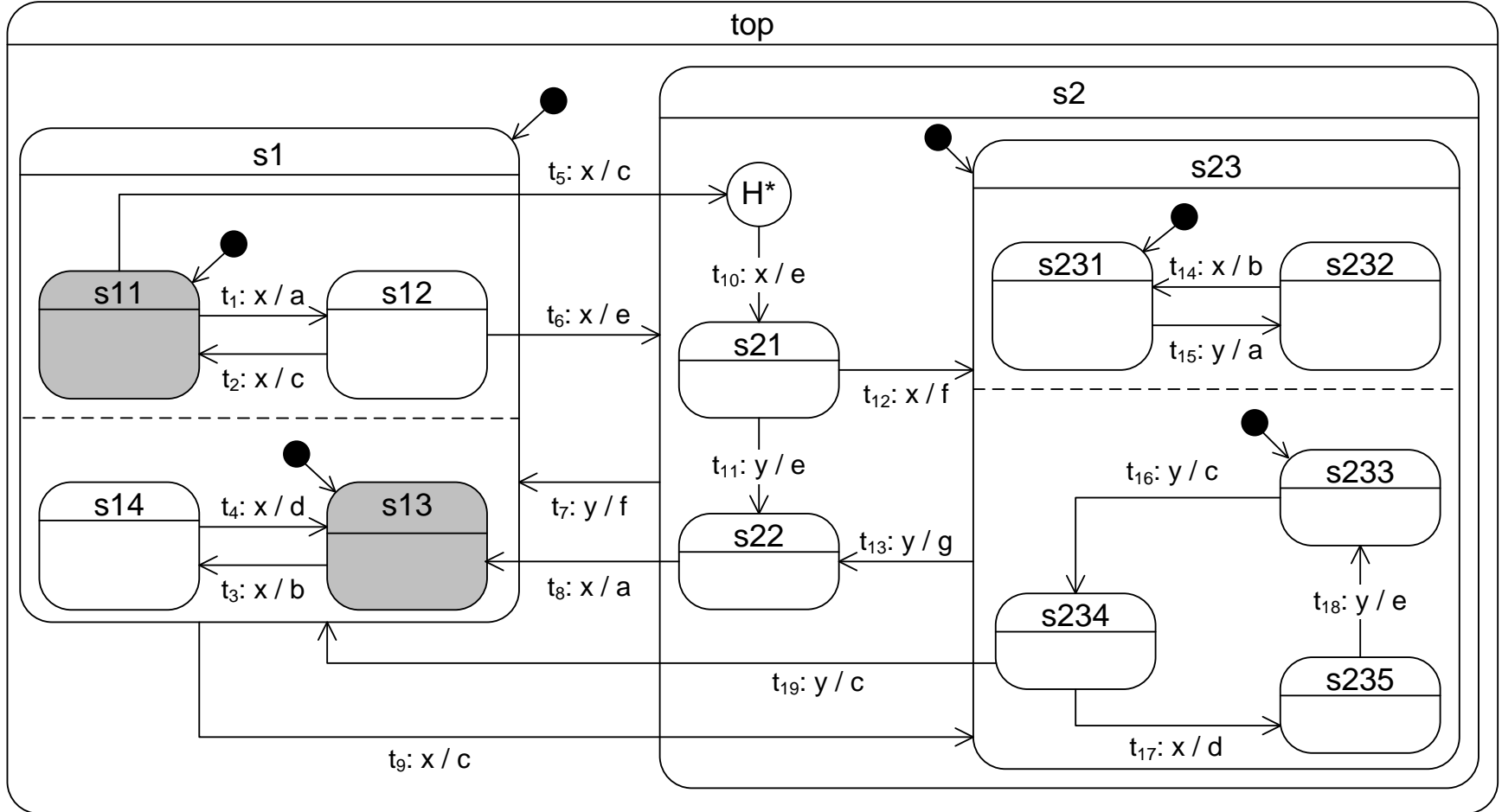
Állapotterképek 2.1.



A $\{top, s2, s23, s232, s234\}$ állapotkonfigurációban az y esemény érkezik az eseménykezelőtől.

- Mi lesz az új állapotkonfiguráció?

Állapotterképek 2.2.



Ezután az x esemény érkezik az eseménykezelőtől.

1. Melyek az engedélyezett, a konfliktusban lévő, illetve a tüzelő átmenetek?
2. Mi lesz az új állapotkonfiguráció? Milyen akciók hajtódnak végre?