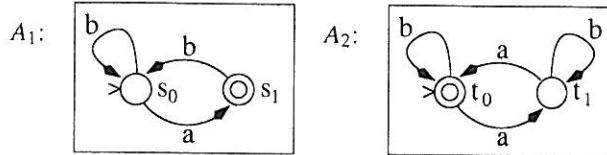


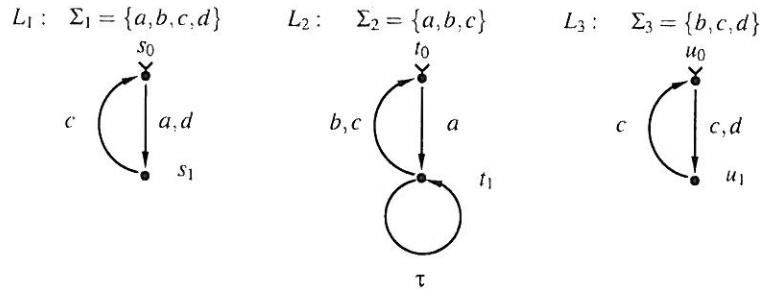
Please note the following: To pass the course you need at least 50% of the home assignment points. Please contact the Lecturer after the exam if you've not completed the home assignments successfully.

Assignment 1 Consider the following finite state automata A_1 and A_2 , where $\Sigma_1 = \Sigma_2 = \{a, b\}$.



- (a) Construct the finite state automaton $A_a = A_1 \cap A_2$.
- (b) Construct the finite state automaton A_b that accepts the complement of the language accepted by the automaton A_a .

Assignment 2 Consider the following three labelled transition systems (LTSs) L_1 , L_2 , and L_3 :



- (a) Compute the parallel composition $L = L_1 || L_2 || L_3$.
- (b) Does L contain any conflicts? If it does, please give a list consisting of all the triples (v, t, t') , where: v is a global state of L where a conflict occurs and t, t' are a pair of global transitions of L which are in conflict in v .
- (c) Does L contain any deadlocks? If it does, please give a list of global states of L which are deadlocks.
- (d) Does L contain any livelocks? If it does, please give a list of global states of L in which a livelock exists.
- (e) Does L contain a pair of independent transitions? If it does, give one example of two global transitions which are independent.
- (f) Give a deterministic finite automaton A_f accepting the language $\Sigma^* \setminus traces(L)$, where Σ is the alphabet of L .
- (g) Answer the question: Is $traces(L_2) \subseteq traces(L)$? Please use the automaton A_f constructed in the previous step. If the answer is no, give a word in $traces(L_2) \setminus traces(L)$.

Note! More assignments on the other side of the paper.

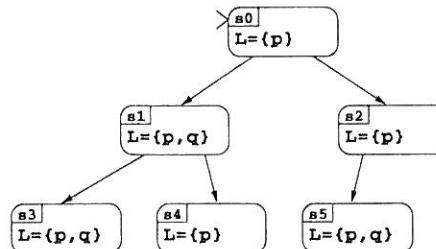
The name of the course, the course code, the date, your name, your student id, and your signature must appear on every sheet of your answers.

Course feedback through the course Noppa page link "Course feedback" by 7.1-2009.

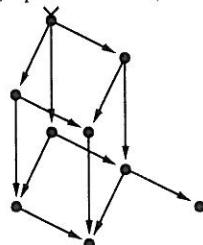
- Assignment 3**
- (a) Give two LTSs L_a and L'_a such that $L_a \leq_{sim} L'_a$ holds but $L'_a \sim L_a$ does not hold.
 - (b) Give two LTSs L_b and L'_b such that $L_b \leq_{tr} L'_b$ holds but $L'_b \leq_{tr} L_b$ does not hold.
 - (c) Is the following claim true: If both $L_e \leq_{sim} L_d$ and $L_d \leq_{sim} L_c$ hold, then L_c simulates L_e .
 - (d) Let L be a parallel composition of LTSs $L = L_1 || L_2 || \dots || L_n$ with n global transitions enabled in the initial state that are all pairwise independent, and in which each transition becomes disabled after its firing. How many states does the reachability graph of L at least have? How many edges does the reachability graph of L at least have? (In both cases give as tight a lower bound as possible as a function of the parameter n .)
 - (e) Formally define the following notion: Simulation preorder.

Assignment 4 Consider the Kripke structure M below. For each of the formulas below check whether the formula holds in M or not. If the formula holds, give a short explanation (max 5 lines of text) why the formula holds. If the formula does not hold, give a counterexample path through the Kripke structure. (A simple yes/no answer is **not** sufficient to obtain full points in this assignment.)

- (a) Does $M \models G(p \vee q)$ hold?
- (b) Does $M \models G(\mathbf{Y} p)$ hold?
- (c) Does $M \models G(q \Rightarrow (\mathbf{Y} \neg q))$ hold?
- (d) Does $M \models G((p \wedge q) \Rightarrow (\mathbf{Y}((\neg q) \vee \mathbf{Y}(\neg q))))$ hold?



Assignment 5 Create a P/T-net N with at most 4 transitions, whose reachability graph matches the reachability graph G below (all labellings removed).

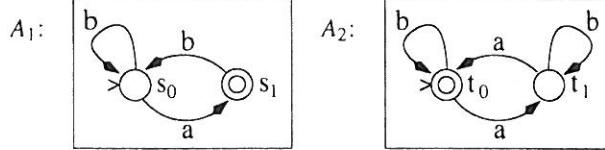


The name of the course, the course code, the date, your name, your student id, and your signature must appear on every sheet of your answers.

Course feedback through the course Noppa page link “Course feedback” by 7.1-2009.

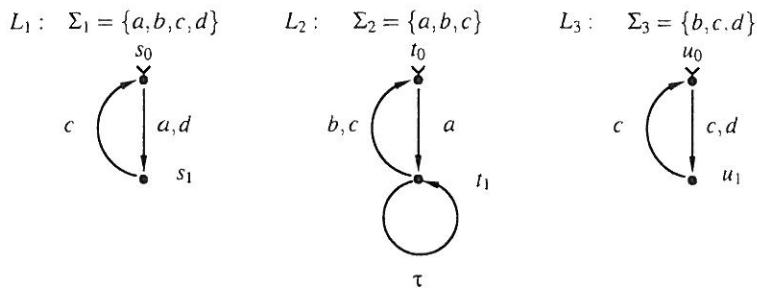
Huom! Kurssista läpi pääsemiseksi kotitehtävistä tarvitaan vähintään 50% pistestä. Jos et ole saanut pisteyttä täyneen, ota yhteyttä luennoijaan tentin jälkeen.

Tehtävä 1 Tarkastellaan seuraavia kahta tilakonetta A_1 ja A_2 , joissa $\Sigma_1 = \Sigma_2 = \{a, b\}$.



- (a) Muodosta tilakone (finite state automaton) $A_a = A_1 \cap A_2$.
- (b) Muodosta tilakone A_b joka hyväksyy tilakoneen A_a hyväksymän kielen komplementin (accepts the complement language).

Tehtävä 2 Tarkastellaan seuraavia kolmea siirtymäjärjestelmää (LTS:ää) L_1 , L_2 , ja L_3 :



- (a) Laske rinnankytentä $L = L_1 || L_2 || L_3$.
- (b) Onko L :ssä konflikteja (conflicts)? Jos on, luettele kaikki kolmikot (v, t, t') , joissa v on L :n globaali tila jossa konflikti esiintyy, ja t, t' ovat pari L :n globaaleja transitioita jotka ovat konfliktissa v :ssä.
- (c) Onko L :ssä lukkumia (deadlocks)? Jos on, luettele kaikki L :n globaalit tilat, jotka ovat lukkumia.
- (d) Onko L :ssä pillastumia (deadlocks)? Jos on, luettele kaikki L :n globaalit tilat, joissa pillastuma esiintyy.
- (e) Onko L :ssä riippumattomien transitioiden pareja? Jos on, anna (yksi) esimerkki kahdesta globaalista transitiosta, jotka ovat riippumattomia.
- (f) Anna deterministinen tilakone A_f joka hyväksyy kielen $\Sigma^* \setminus traces(L)$, jossa Σ on L :n aakkosto.
- (g) Päteekö $traces(L_2) \subseteq traces(L)$? Käytä automaattia A_f joka muodostettiin edellisessä vaiheessa. Jos vastaus on kielteinen, anna sana kielestä $traces(L_2) \setminus traces(L)$.

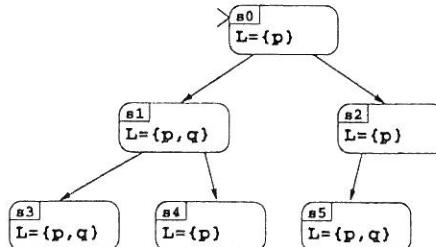
Huom! Tehtävät jatkuvat paperin käänöpuolella.

Jokaisessa vastauspaperissa tulee olla kurssin nimi, koodi ja tenttipäivämäärä, sekä opiskelijan nimi, koulutusohjelma, vuosikurssi, opintokirjan numero ja omakätin allekirjoitus.

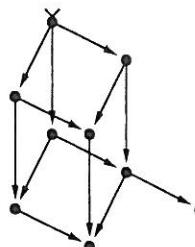
- Tehtävä 3**
- Anna kaksi LTS:ää L_a ja L'_a siten että $L_a \leq_{sim} L'_a$ pätee, mutta $L'_a \sim L_a$ ei päde.
 - Anna kaksi LTS:ää L_b ja L'_b siten että $L_b \leq_{tr} L'_b$ pätee, mutta $L'_b \leq_{tr} L_b$ ei päde.
 - Onko seuraava väittämä totta: Jos sekä $L_e \leq_{sim} L_d$ ja $L_d \leq_{sim} L_e$ pätevät, silloin aina myös L_e simuloi L_d :ää.
 - Olkoon L LTS:ien rinnankytentä $L = L_1 || L_2 || \dots || L_n$ jossa n globaalista transitiota on virittynyt (enabled) alkutilassa siten, että ne kaikki ovat pareittain toisistaan riippumattomia (pairwise independent), ja siten ettei mikään transitioista ole enää vireessä laukeamisensa jälkeen. Kuinka monta tilaa on L :n saavutettavuusgraafissa vähintään? Kuinka monta kaarta on L :n saavutettavuusgraafissa vähintään? (Molemmissa tapauksissa anna mahdollisimman tiukka alaraja parametrin n funktiona.)
 - Määrittele formaalisti seuraava käsite: Simulaatio-esijärjestys (simulation preorder).

Tehtävä 4 Tarkastellaan alla olevaa Kripke-rakennetta M . Kullekin alla olevista kaa-voista tarkista pääteko kaava M :ssä vai ei. Jos kaava päätee, anna lyhyt selitys (maks. 5 riviä tekstiä) miksi kaava päätee. Jos kaava ei päde, anna vastaesimerkkipolku (counterexample path) Kripke-rakenteesta. (Pelkkä kyllä/ei vastaus ei riitä täysiin pisteisiin tässä tehtävässä.)

- Pääteko $M \models \mathbf{G}(p \vee q)$?
- Pääteko $M \models \mathbf{G}(\mathbf{Y} p)$?
- Pääteko $M \models \mathbf{G}(q \Rightarrow (\mathbf{Y} \neg q))$?
- Pääteko $M \models \mathbf{G}((p \wedge q) \Rightarrow (\mathbf{Y} ((\neg q) \vee \mathbf{Y} (\neg q))))$?



Tehtävä 5 Anna P/T-verkko (P/T-net) N , jossa on korkeintaan 4 transitiota ja jonka saavutettavuusgraafi vastaa alla olevaa saavutettavuusgraafia G (kaikki merkinnät (labelings) poistettu).



Jokaisessa vastauspaperissa tulee olla kurssin nimi, koodi ja tenttipäivämäärä, sekä opiskelijan nimi, koulutusohjelma, vuosikurssi, opintokirjan numero ja omakäytinen allekirjoitus.