

Σειρά Προβλημάτων 3
 Ημερομηνία Παράδοσης: 20/03/17

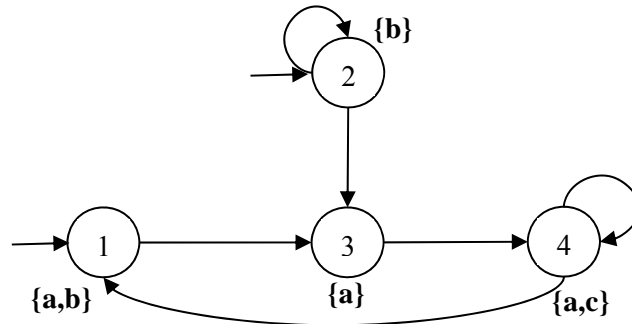
Άσκηση 1

Δύο ιδιότητες ϕ και ψ είναι ισοδύναμες μεταξύ τους, $\phi \equiv \psi$, αν, για κάθε δομή Kripke M , $M \models \phi$ αν και μόνο αν $M \models \psi$. Να αποφασίσετε ποια από τα πιο κάτω ζεύγη προτάσεων περιέχουν ισοδύναμες προτάσεις. Αν δύο προτάσεις είναι ισοδύναμες να δώσετε απόδειξη χρησιμοποιώντας τη σημασιολογία, διαφορετικά, να παρουσιάσετε δομή Kripke στην οποία να ικανοποιείται η μία ιδιότητα αλλά όχι η άλλη.

- i. $E [(\phi \wedge \psi) \mathbf{U} (\neg\phi \wedge \psi)] \equiv E [\psi \mathbf{U} (\neg\phi \wedge \psi)]$
- ii. $\mathbf{A} \mathbf{F} \phi \rightarrow \mathbf{A} \mathbf{G} \psi \equiv \mathbf{A} [\phi \mathbf{U} (\psi \vee \neg\phi)]$
- iii. $\mathbf{E} \mathbf{G} p \rightarrow \mathbf{E} \mathbf{F} q \equiv \mathbf{E} (p \mathbf{U} q)$

Άσκηση 2

Θεωρήστε την ακόλουθη δομή Kripke.

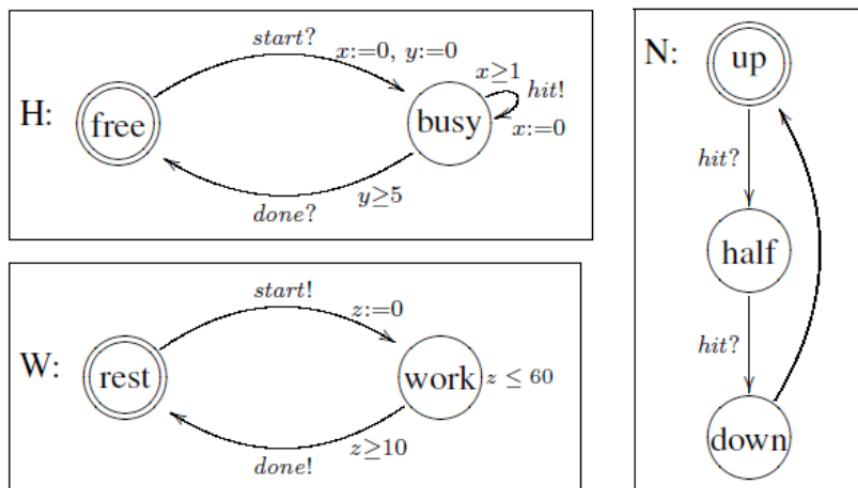


Να αποφασίσετε κατά πόσο οι πιο κάτω CTL ιδιότητες ικανοποιούνται από τη δομή. Να εξηγήσετε τις απαντήσεις σας χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο μοντελοελέγχου της CTL.

- i. $\mathbf{A} \mathbf{F} a \rightarrow \mathbf{E} (\neg a \mathbf{U} \mathbf{E} \mathbf{G} c)$
- ii. $\mathbf{A} [\mathbf{E} \mathbf{F} b \mathbf{U} \mathbf{A} \mathbf{G} a]$

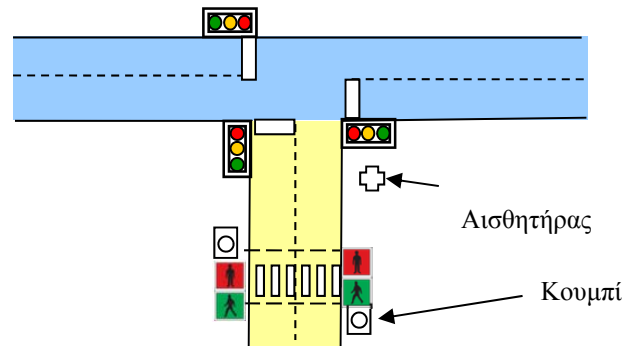
Άσκηση 3

Να κτίσετε την παράλληλη σύνθεση των πιο κάτω αυτομάτων και να επιδείξετε μια εκτέλεσή της.



Άσκηση 4

Στο πιο κάτω σχήμα εμφανίζεται το σημείο ένωσης δύο δρόμων, ενός “μεγάλου” (οριζόντιος δρόμος στο σχήμα) και ενός “μικρού” (κάθετος δρόμος στο σχήμα). Το σημείο αυτό ελέγχεται από ένα σύστημα ρύθμισης των φαναριών το οποίο διασφαλίζει την ορθή και ασφαλή λειτουργία τους.



Θεωρούμε ότι τα φανάρια αλλάζουν χρώματα ως εξής: κόκκινο→κίτρινο→πράσινο→ κίτρινο →κόκκινο→... . Επίσης, ονομάζουμε Φ_1 τα φανάρια στον μεγάλο δρόμο (υπάρχουν δύο τέτοια φανάρια στο σχήμα) και έχουν πάντα το ίδιο χρώμα και Φ_2 τα φανάρια στο μικρό δρόμο.

Ο ρυθμιστής των φώτων πρέπει να υλοποιεί την πιο κάτω συμπεριφορά: Υπό κανονικές συνθήκες θα πρέπει το Φ_1 να είναι πράσινο και το Φ_2 κόκκινο. Σε περίπτωση όμως που ένας αισθητήρας αντιληφθεί την ύπαρξη αυτοκινήτου στον μικρό δρόμο, τότε, ο ρυθμιστής θα πρέπει να ειδοποιηθεί και να ενεργήσει έτσι ώστε να γίνει κόκκινο το Φ_1 και πράσινο το Φ_2 . Μετά από κάποιο διάστημα σε αυτή την κατάσταση τα φανάρια θα επιστρέψουν στην αρχική τους κατάσταση. Από τη στιγμή που ο αισθητήρας στείλει μήνυμα προς τον ελεγκτή για ύπαρξη αυτοκινήτου θα πρέπει να απενεργοποιηθεί μέχρι να ξαναγίνει κόκκινο το Φ_2 .

Το σύστημα πρέπει να ικανοποιεί τις πιο κάτω χρονικές ιδιότητες:

- Το Φ_2 παραμένει πράσινο για 30 δευτερόλεπτα.
- Το Φ_1 παραμένει πράσινο για τουλάχιστον 30 δευτερόλεπτα.
- Και στα δύο φανάρια το κίτρινο χρώμα παραμένει αναμμένο για 5 δευτερόλεπτα.
- Τα δύο φανάρια είναι συγχρονισμένα, δηλαδή όταν το ένα είναι κόκκινο το άλλο είναι πράσινο και είναι κίτρινα ταυτόχρονα.
- Όταν ο αισθητήρας αντιληφθεί την ύπαρξη αυτοκινήτου στον μικρό δρόμο ενημερώνει τον ρυθμιστή μέσα σε 2 δευτερόλεπτα.

Θεωρήστε επιπλέον ότι στον μικρό δρόμο υπάρχει μια διάβαση πεζών η οποία βρίσκεται κοντά στο Φ_2 αλλά πριν από τον αισθητήρα. Δίπλα από τη διάβαση υπάρχει ένα κουμπί με το οποίο οι πεζοί δηλώνουν την επιθυμία τους να διασταυρώσουν τον δρόμο. Η διάβαση πρέπει να επιτρέπει στους πεζούς να διασταυρώσουν μόνο εφόσον το Φ_2 είναι κόκκινο, έτσι ώστε να περιοριστούν οι καθυστερήσεις στον μικρό δρόμο.

(α) Να μοντελοποιήσετε τις οντότητες *Ρυθμιστής*, *Αισθητήρας*, Φ_1 , Φ_2 και *Διάβαση* ως χρονικά αυτόματα.

(β) Να διατυπώσετε τις πιο κάτω ιδιότητες στη χρονική CTL:

- Κάθε 100 δευτερόλεπτα το Φ_2 θα γίνεται κόκκινο.
- Η διάβαση επιτρέπει τη διασταύρωση του δρόμου μόνο εφόσον το Φ_2 είναι κόκκινο.
- Αν πατηθεί το κουμπί της διάβασης τότε η διασταύρωση του δρόμου θα είναι επιτρεπτή μέσα σε 30 δευτερόλεπτα.