

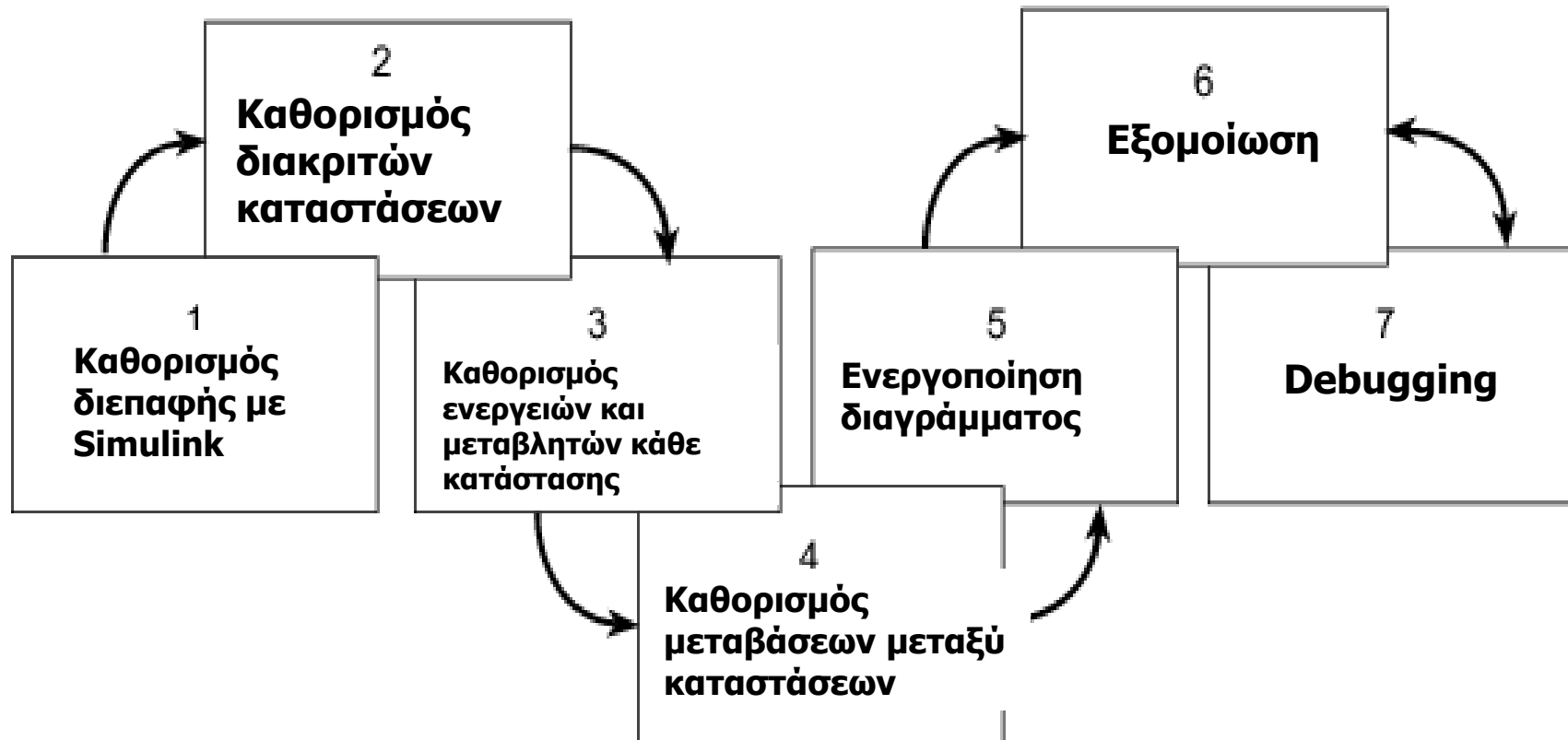
# Ενσωματωμένα Επικοινωνιακά Συστήματα

Εισαγωγή στο *Stateflow*

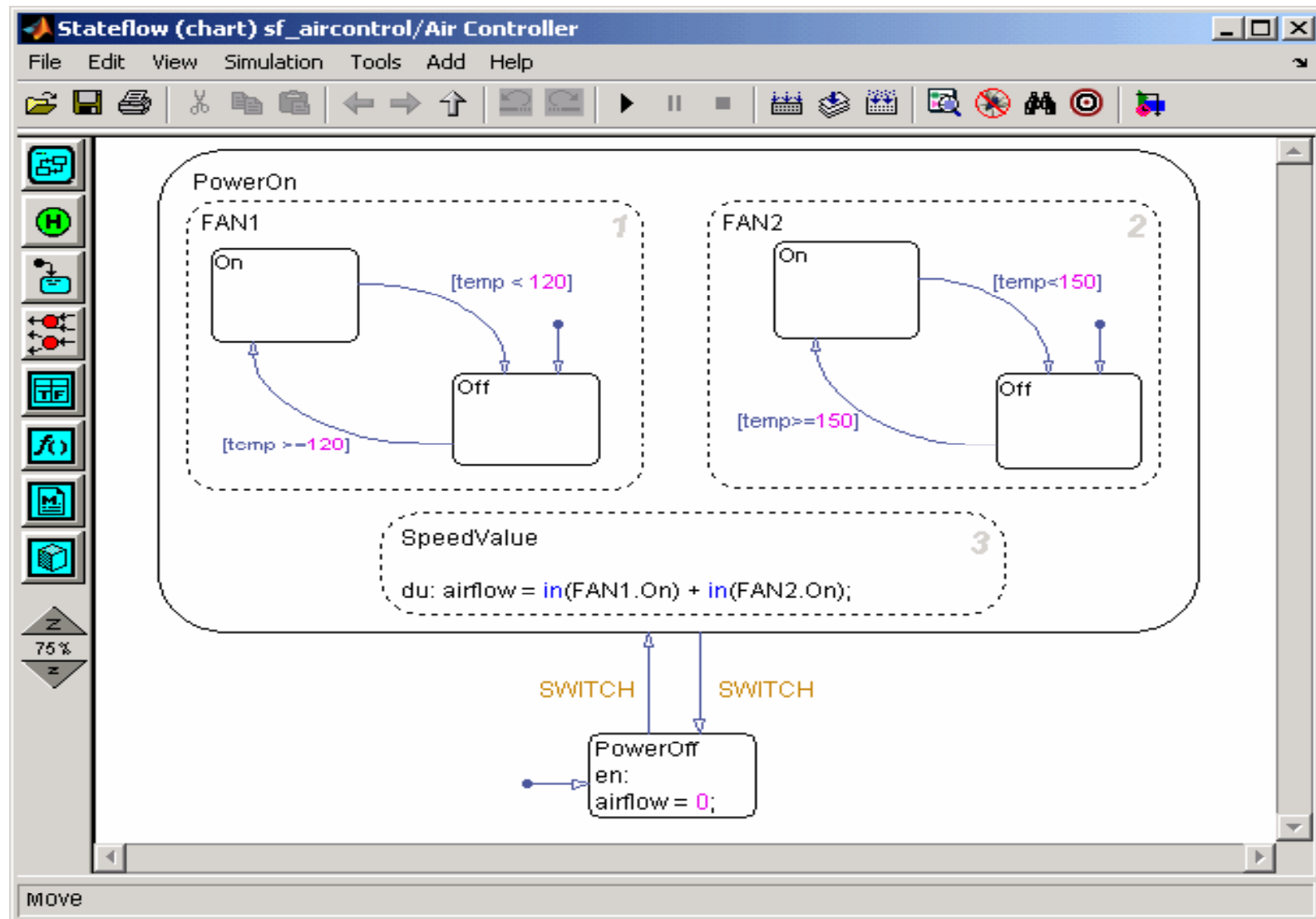
# Εισαγωγή στο *Stateflow*

- Το **Stateflow** είναι ένα διαδραστικό γραφικό εργαλείο σχεδίασης, που συνεργάζεται με το Simulink για την **μοντελοποίηση και εξομίωση event-driven** συστημάτων μέσω διαγραμμάτων καταστάσεων. Ένα διάγραμμα καταστάσεων αποτελεί ουσιαστικά την γραφική αναπαράσταση μίας FSM.
- **Event-driven:** Συστήματα, η συμπεριφορά των οποίων χαρακτηρίζεται από μεταβάσεις μεταξύ διαφορετικών, σαφώς καθορισμένων, καταστάσεων λειτουργίας, υπό την εμφάνιση γεγονότων (events) ή/και την ικανοποίηση συνθηκών (conditions). Μπορούν να μοντελοποιηθούν μέσω μίας ή και περισσότερων FSM.
- **Μηχανή Πεπερασμένων Καταστάσεων (Finite State Machine – FSM):** Μια FSM αναπαριστά τις διάφορες καταστάσεις λειτουργίας του συστήματος με καταστάσεις (states) και τις εναλλαγές μεταξύ αυτών με μεταβάσεις (transitions), που αποτελούν και τα βασικά δομικά στοιχεία της.

# Βασική ροή ανάπτυξης ενός διαγράμματος Stateflow



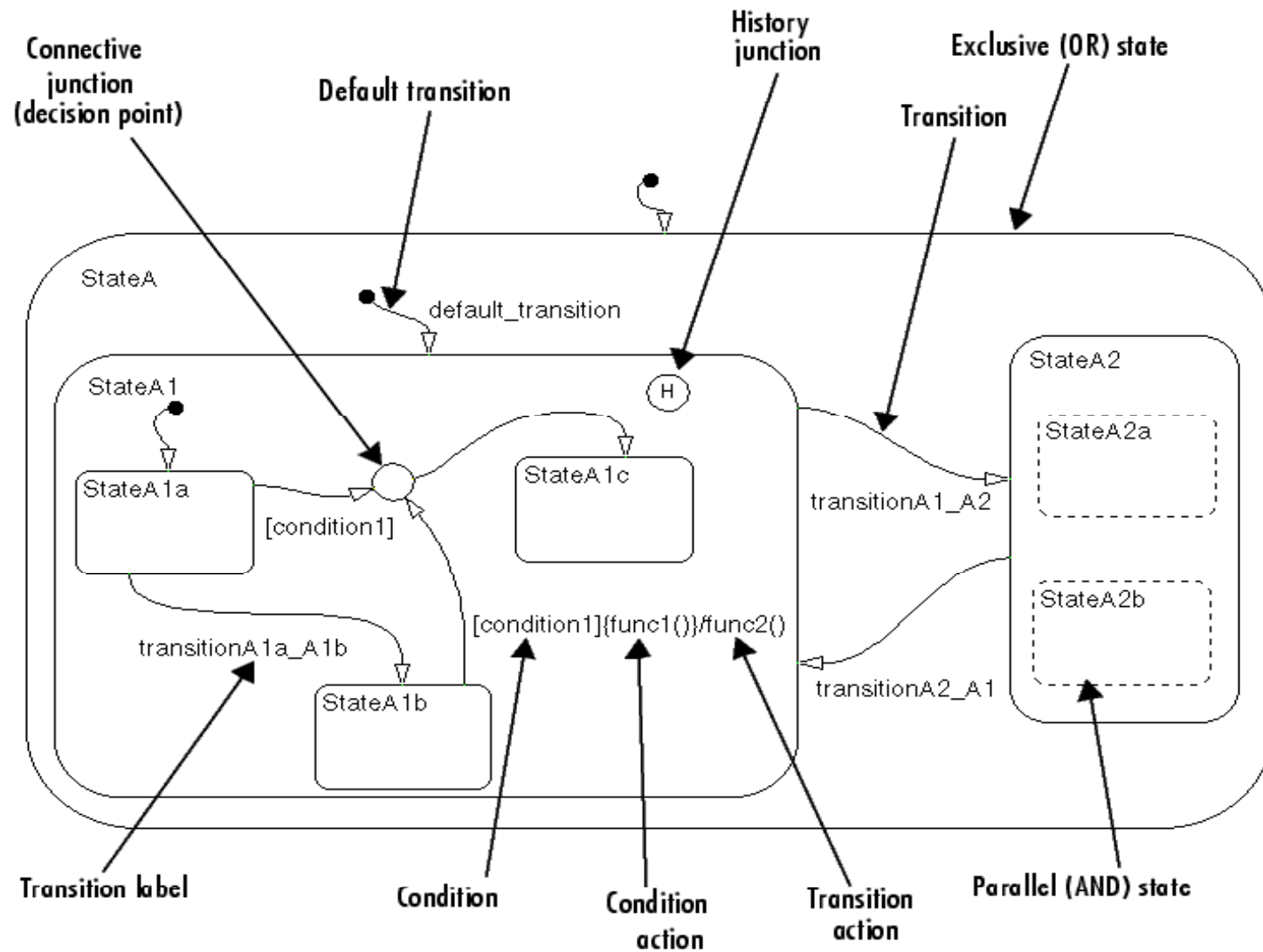
# Παράδειγμα (Air-Controller)



# Ταξινόμηση των δομικών στοιχείων του Stateflow

- Γραφικά αντικείμενα:
  - διαγράμματα (charts),
  - καταστάσεις (states),
  - συναρτήσεις (functions),
  - μεταβάσεις (transitions),
  - συνδέσεις (junctions).
- Μη γραφικά αντικείμενα:
  - δεδομένα (data),
  - γεγονότα (events).

# Δομικά στοιχεία του Stateflow



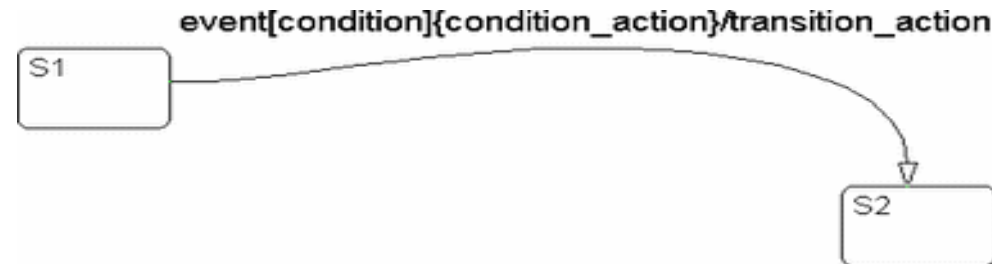
# Δομικά στοιχεία Stateflow

- **Κατάσταση (State):**

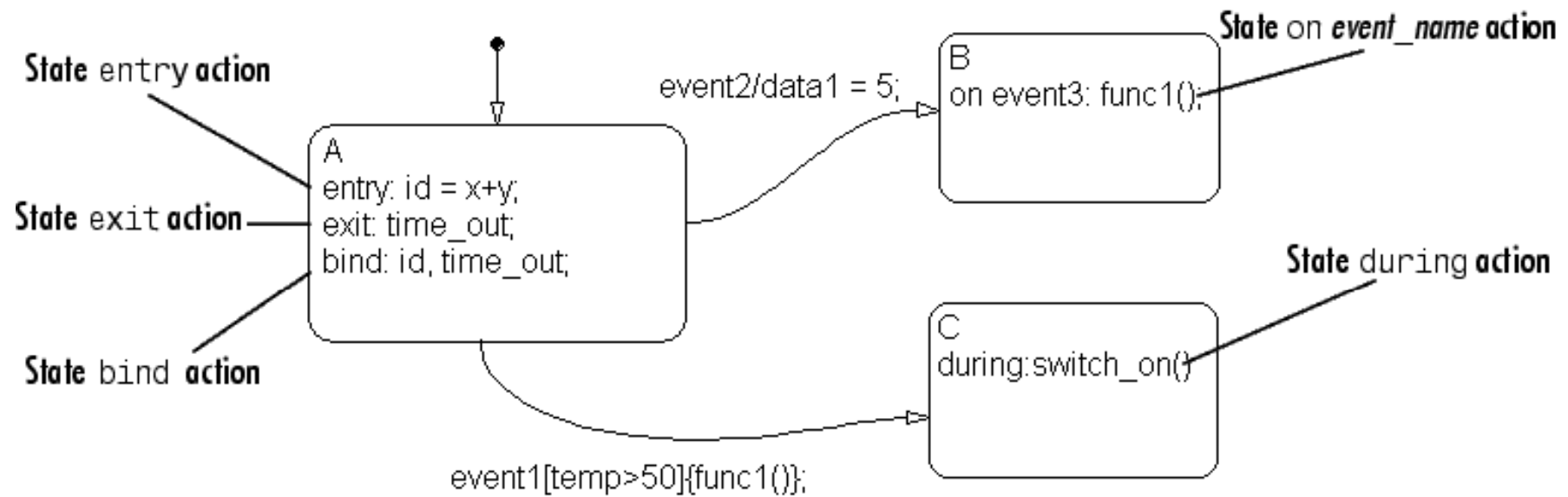
- Μια State αφορά τον τρόπο/κατάσταση λειτουργίας του συστήματος.
- Το εάν μια State είναι ενεργή ή όχι καθορίζεται από τα γεγονότα και τις συνθήκες του συστήματος.
- Κάθε State έχει ένα όνομα και σχετίζεται με ενέργειες που πραγματοποιούνται
  - όταν ενεργοποιείται η κατάσταση,
  - όταν συμβεί ένα γεγονός και το σύστημα μένει στην κατάσταση, και
  - όταν το σύστημα φεύγει από την κατάσταση
- Καταστάσεις του ίδιου επιπέδου μπορούν να είναι είτε παράλληλες (AND states) ή αμοιβαία αποκλειόμενες (OR states).

- **Μετάβαση (Transition):**

- Η μετάβαση (transition) είναι ένα γραφικό αντικείμενο που συσχετίζει άλλα γραφικά αντικείμενα (συνήθως states) μεταξύ τους.
- Η μια άκρη μιας transition προσδιορίζει το αντικείμενο πηγής ενώ η άλλη άκρη της transition προσδιορίζει το αντικείμενο προορισμού.
- Μια transition συνήθως έχει μια ετικέτα (transition label) που προσδιορίζει κάτω από ποιές συνθήκες θα γίνει η μετάβαση και ποιες ενέργειες σχετίζονται με τη συγκεκριμένη transition.

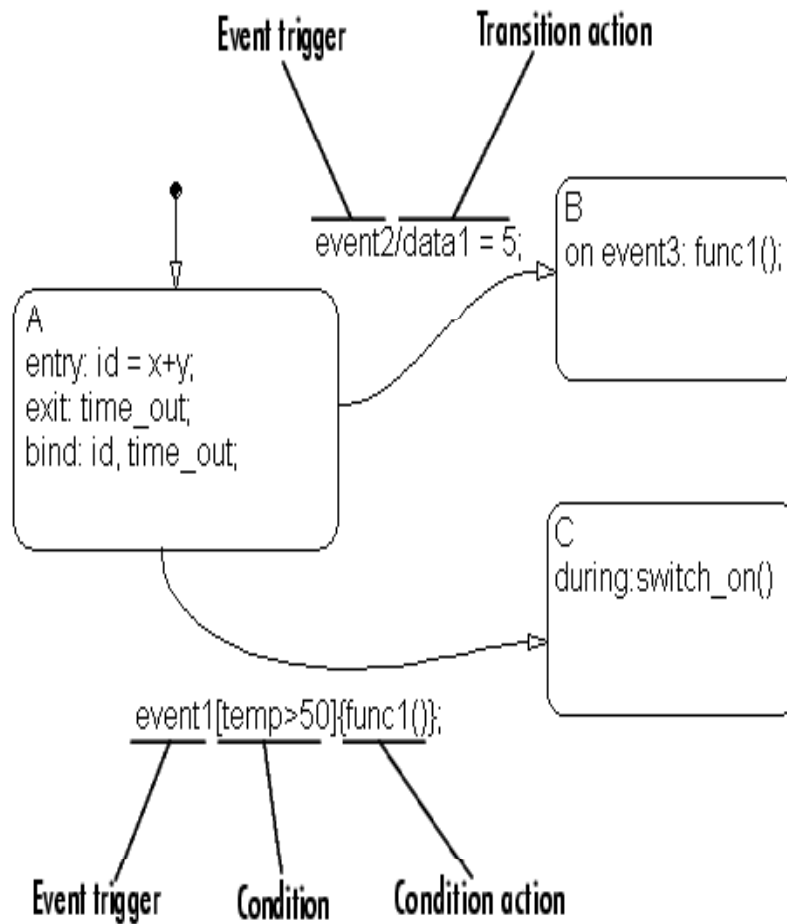


# Ενέργειες κατάστασης





# Ενέργειες μετάβασης



# Δομικά στοιχεία Stateflow

- **Συνθήκες (Conditions):**

- Μια *συνθήκη* είναι μια Boolean έκφραση που μπορεί να είναι *αληθής* ή *ψευδής*. Μια ή περισσότερες conditions καθορίζουν αν θα γίνει μια μετάβαση.
- Η μετάβαση πραγματοποιείται μόνο αν η αντίστοιχη Boolean έκφραση είναι αληθής.

- **Σημεία απόφασης (Decision points, Connective Junctions):**

- Είναι γραφικά αντικείμενα, χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της ροής ενός διαγράμματος Stateflow και αντιπροσωπεύουν εναλλακτικούς τρόπους για να καθοριστεί η λειτουργικότητα μιας FSM.
- Μια μετάβαση μπορεί να γίνει από μια κατάσταση ή από ένα σημείο απόφασης σε μια άλλη κατάσταση ή σε ένα άλλο σημείο απόφασης.

- **Στοιχείο καταγραφής τελευταίας ενεργοποίησης (History junction):**

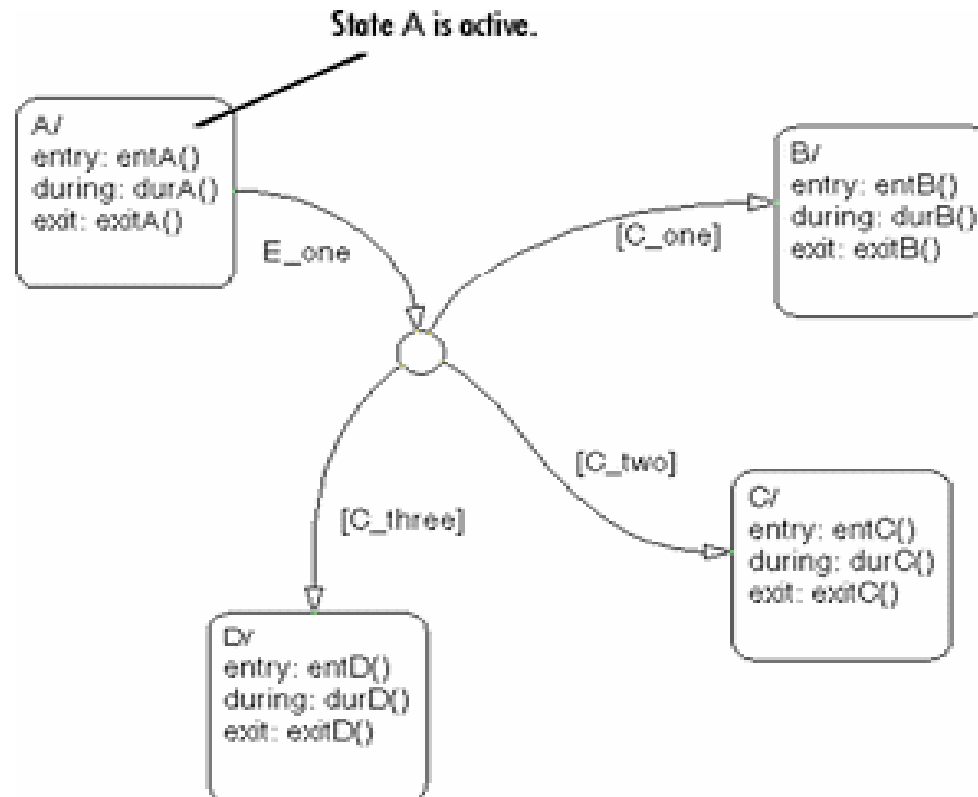
- Αν μια κατάσταση ανώτερου επιπέδου (superstate) περιέχει αμοιβαία αποκλειόμενες καταστάσεις (OR states), τότε η χρήση του history junction καθορίζει ότι όταν ληφθεί νέο γεγονός εισόδου στην superstate τότε από τις αμοιβαία αποκλειόμενες καταστάσεις θα ενεργοποιηθεί η κατάσταση που είχε χρησιμοποιηθεί τελευταία.

# Δομικά στοιχεία Stateflow

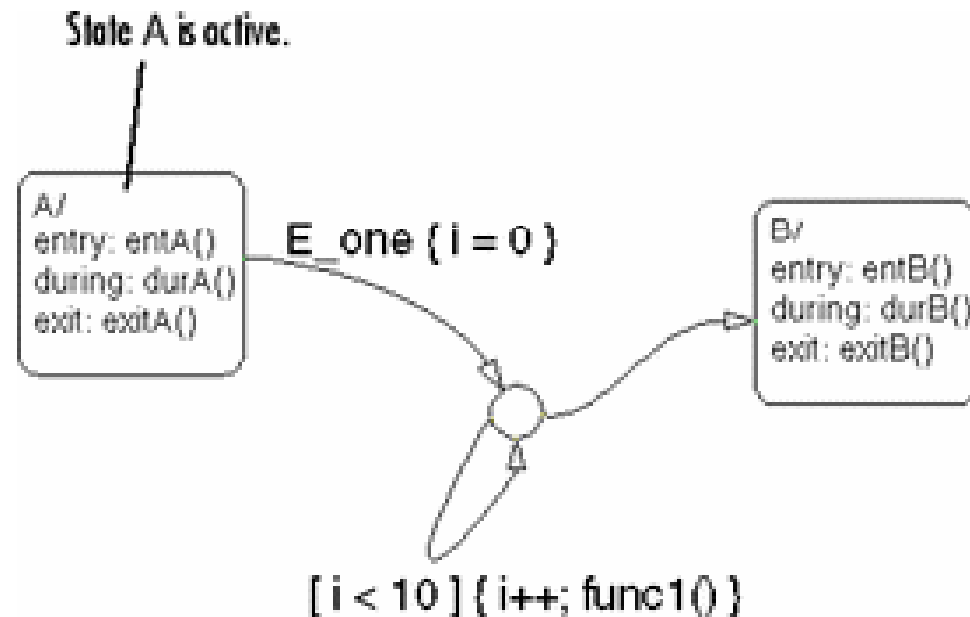
- **Προεπιλεγμένη μετάβαση (Default transition):**
  - Χρησιμοποιείται για να καθορίσει σε ποια exclusive (OR) κατάσταση θα εισέλθει το σύστημα όταν υπάρχει ασάφεια μεταξύ γειτονικών καταστάσεων τέτοιου είδους.
    - Για παράδειγμα, σε ποια κατάσταση θα εισέλθει το σύστημα κατά την εκκίνηση/αρχικοποίηση;
- **Κουτιά (Boxes):**
  - Χρησιμοποιούνται για τη γραφική οργάνωση ενός διαγράμματος Stateflow, ομαδοποιώντας σαφώς διαχωρίσιμα μέρη ενός διαγράμματος.
- **Γραφικές συναρτήσεις (Graphical functions):**
  - Συναρτήσεις που ορίζονται γραφικά σε ένα διάγραμμα ροής.

# Connective Junction 1:

## Αναπαράσταση δήλωσης if-then-else



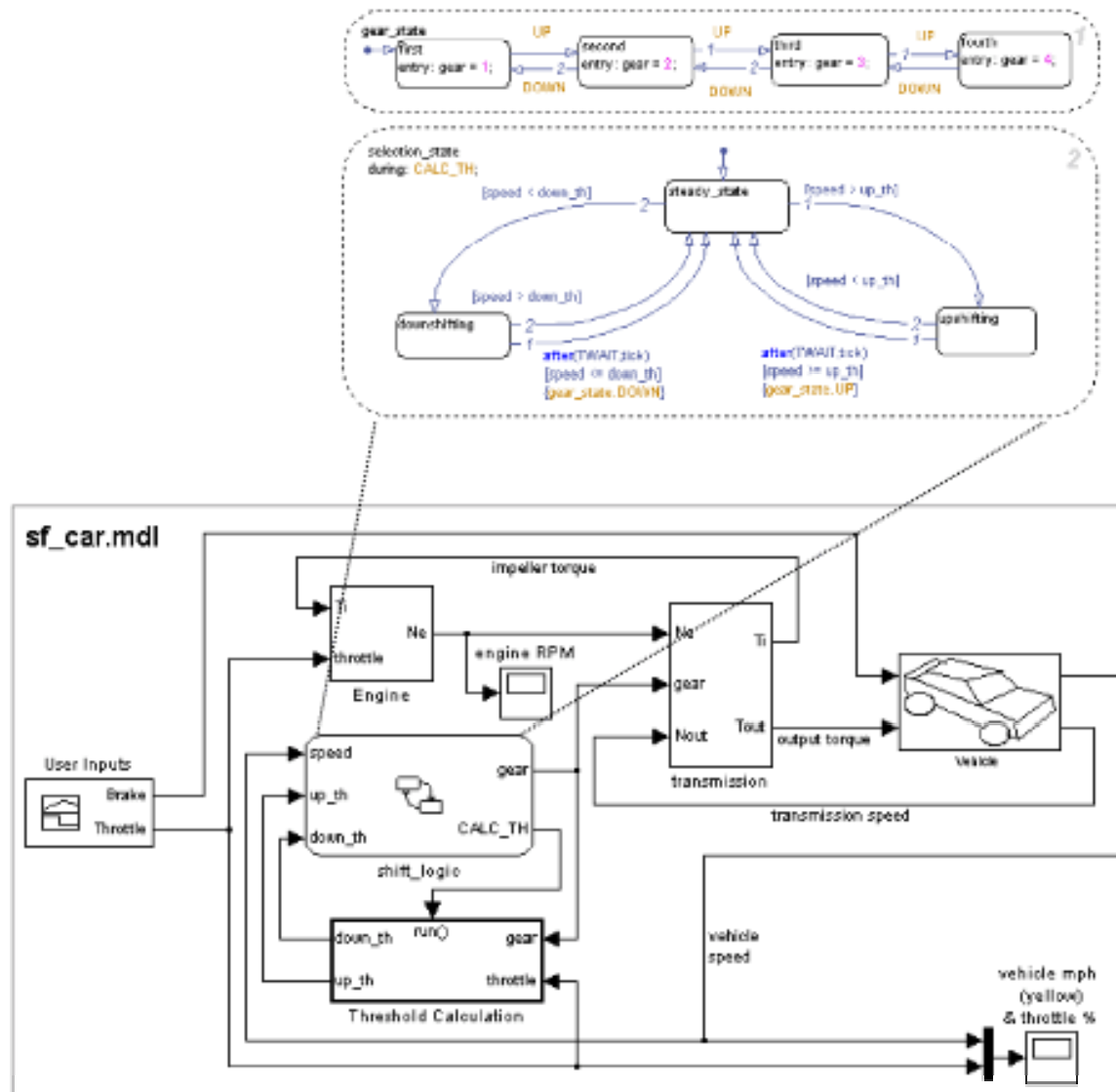
## Connective Junction 2: Αναπαράσταση βρόχου for



# Data, Events και Actions

- **Δεδομένα (Data)**: Τα αντικείμενα δεδομένων (data) χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση αριθμητικών τιμών και είναι επίσης μη γραφικά αντικείμενα.
  - Τα data μπορεί να είναι τοπικά στο διάγραμμα Stateflow, είσοδοι από το Simulink μοντέλο, έξοδοι προς το Simulink μοντέλο, σταθερές, μεταβλητές από τον χώρο εργασίας της Matlab κλπ.
- **Γεγονότα (Events)**: Η εκτέλεση ενός διαγράμματος Stateflow καθορίζεται από τα γεγονότα (events), τα οποία είναι μη γραφικά αντικείμενα.
  - Στο Stateflow καθορίζονται τα events στα οποία αποκρίνεται το σύστημα. Ένα event μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα είτε την αλλαγή κατάσταση είτε/και την πραγματοποίηση κάποιας ενέργειας. Η διάδοση των events ακολουθεί την top-down προσέγγιση, δηλ. ένα γεγονός διαδίδεται στις σχετιζόμενες διαδικασίες από το υψηλότερο προς το χαμηλότερο επίπεδο.
  - Τα events μπορεί να είναι τοπικά στο διάγραμμα Stateflow, είσοδοι από το Simulink μοντέλο, έξοδοι προς το Simulink μοντέλο κλπ.
- **Ενέργειες (Actions)**: Πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του διαγράμματος Stateflow, είτε αυτό αφορά κάποια μετάβαση είτε τη δραστηριότητα κάποιας κατάστασης.

# Συνεργασία με Simulink



- Κάθε διάγραμμα Stateflow μπορεί να ενσωματωθεί σε ένα μοντέλο Simulink ως ένα Simulink block, το Stateflow block.
- Μπορούν να οριστούν συγκεκριμένες διεπαφές για την επικοινωνία του διαγράμματος με το υπόλοιπο μοντέλο για είσοδο και έξοδο δεδομένων, καθώς και για πυροδότηση του διαγράμματος μέσω συγκεκριμένων events.

# Matlab/Simulink και Stateflow

