

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ  
ΕΛΛΑΔΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΚΤΙΡΙΑΚΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ  
ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ**

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ:1679**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:**

**ΧΑΛΕΜΗΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ**

**ΣΚΛΗΦΑΣ ΠΕΤΡΟΣ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:  
ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2019**

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> ΕΞΥΠΝΟ ΣΠΙΤΙ</b> .....	- 1 -
<b>1.1</b> Τι είναι το έξυπνο κτίριο.....	- 3 -
<b>1.2</b> Ποιά τα μεγαλύτερα οφέλη μίας έξυπνης ηλεκτρικής εγκατάστασης .....	- 4 -
<b>1.3</b> Οι αυτοματισμοί του σπιτιού .....	- 5 -
<b>1.4</b> Σενάρια .....	- 6 -
<b>1.5</b> Τρόποι επικοινωνίας του σπιτιού με τον ιδιοκτήτη .....	- 8 -
<b>1.6</b> Τεχνολογίες αυτοματισμού κατοικίας .....	- 11 -
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> Η ΤΕΧΝΙΚΗ KNX ΚΑΙ Η KNX ASSOCIATION</b> .....	- 13 -
<b>2.1</b> Bus σύστημα .....	- 14 -
<b>2.2</b> Κατηγορίες συσκευών και εξαρτημάτων για τις KNX TP1 .....	- 17 -
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ</b> .....	- 27 -
<b>3.1</b> Ιστορική αναδρομή των νευρωνικών δικτύων.....	- 27 -
<b>3.2</b> Η βιολογική έμπνευση των νευρωνικών δικτύων.....	- 29 -
<b>3.3</b> Βασικές αρχές νευρωνικών δικτύων.....	- 31 -
<b>3.4</b> Μάθηση.....	- 33 -
<b>3.5</b> Οι συναρτήσεις ενεργοποίησης.....	- 33 -
<b>3.6</b> Οι ιδιότητες των νευρωνικών δικτύων.....	- 38 -
<b>3.7</b> Πλεονεκτήματα των τεχνητών νευρωνικών Δικτύων .....	- 39 -
<b>3.8</b> Εφαρμογές των νευρωνικών δικτύων .....	- 41 -
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> ΤΑ ΟΦΕΛΕΙ ΤΩΝ ΝΕΥΡΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΕ ΕΝΑ ΕΞΥΠΝΟ ΣΠΙΤΙ</b> .....	- 44 -
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ</b> .....	- 48 -
<b>5.1</b> Πειραματική διαδικασία στο Matlab .....	- 48 -
<b>5.2</b> Πειραματική διαδικασία στο Neuroph Studio .....	- 65 -
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	- 68 -

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο κτιριακός αυτοματισμός τα τελευταία χρόνια εκτός από αντικείμενο έρευνών έχει περάσει και στην καθημερινότητα μας. Όλο και περισσότερες κατασκευές κάνουν πλήρη ή και μερική χρήση αυτοματισμών με πολλές δυνατότητες για τεράστια κοινωνικά και οικονομικά οφέλη. Η ιδέα ενός Έξυπνου κτιρίου αναφέρεται στον εμπλουτισμό ενός περιβάλλοντος διαβίωσης με την τεχνολογία προκειμένου να προσφέρει τη βέλτιστη υποστήριξη στους κατοίκους του και ως εκ τούτου μια καλύτερη ποιότητα ζωής. Για το λόγο αυτό απαιτείται ένα σύστημα που θα λειτουργεί αποκεντρωμένα, εξασφαλίζοντας ότι όλα τα εξαρτήματά του επικοινωνούν μέσω κοινής γλώσσας ανεξάρτητο κατασκευαστή και τομέων εφαρμογών. Αυτό το πρότυπο είναι το KNX ένα παγκόσμιο ΠΡΟΤΥΠΟ για Οικιακό και Κτιριακό έλεγχο.

Εκτός όμως από την χρήση των κατάλληλων τεχνολογιών και συσκευών ο όρος «έξυπνα κτίρια» δημιουργεί προσδοκίες για ένα περιβάλλον το οποίο είναι ικανό να αντιδρά αυτόνομα με διάφορες ενέργειες, να προβλέπει καταστάσεις αλλά και να έχει την ικανότητα λήψης αποφάσεων. Αυτές η προσδοκίες μπορούν να γίνουν πραγματικότητα με τη εφαρμογή αλγορίθμων μάθησης όπως είναι τα τεχνητά Νευρικά δίκτυα.

Το αντικείμενο των τεχνητών νευρωνικών δικτύων είναι η ανάπτυξη και η μελέτη μαθηματικών αλγορίθμων που μιμούνται την αρχιτεκτονική και το πρότυπο των βιολογικών νευρωνικών δικτύων. Τα τελευταία χρόνια έχει υπάρξει έντονο ενδιαφέρον για τα νευρωνικά δίκτυα καθώς εφαρμόζονται με μεγάλη επιτυχία σε ένα ασυνήθιστα μεγάλο φάσμα τομέων της επιστήμης και της τεχνολογίας, όπως τα χρηματοοικονομικά, η ιατρική, η φυσική, η ρομποτική, η επεξεργασία σήματος κτλ. Στην πραγματικότητα, τα νευρωνικά δίκτυα εισάγονται οπουδήποτε τίθεται θέμα πρόβλεψης, ταξινόμησης ή ελέγχου.

Σκοπός λοιπόν της παρούσας πτυχιακής είναι η ανάπτυξη αλγορίθμων και την εκπαίδευση νευρωνικών δικτύων για ένα πραγματικά έξυπνο σπίτι με σκοπό την βελτιστοποίηση συνθηκών διαβίωσης.

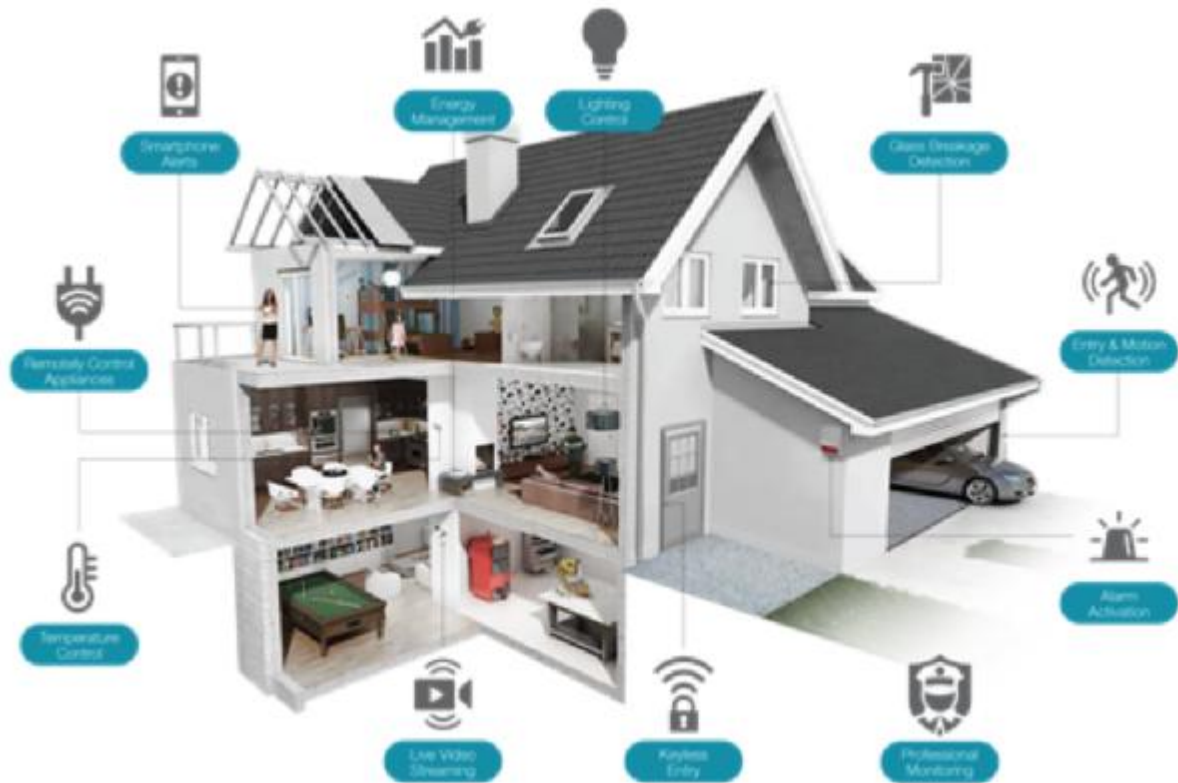
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> ΕΞΥΠΝΟ ΣΠΙΤΙ

Οι έντονοι ρυθμοί ζωής στη σημερινή εποχή και οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις στον εργασιακό τομέα, έχουν περιορίσει κατά πολύ τον ελεύθερο χρόνο του σύγχρονου ανθρώπου. Η φράση «ο χρόνος είναι χρήμα» ισχύει πιο πολύ παρά ποτέ. Λαμβάνοντας όλη αυτή την πίεση στην καθημερινότητά του, ο άνθρωπος απαιτεί ο προσωπικός του χώρος, η κατοικία του δηλαδή, να του παρέχει άνεση, ασφάλεια και λειτουργικότητα. Οι σύγχρονες ανάγκες για ασφάλεια, άνεση και εξοικονόμηση ενέργειας επιβάλλουν πλέον την αντιμετώπιση της κατοικίας μας σαν ένα ζωντανό οργανισμό. Έναν οργανισμό που αποτελείται από μέλη όπως ακριβώς το ανθρώπινο σώμα και φυσικά έναν οργανισμό που “Σκέφτεται...”.

Κατανοεί συνεπώς τις ιδιαίτερες ανάγκες μας και ενεργεί όσο είμαστε εντός ή εκτός της οικίας μας, φροντίζει για την εξοικονόμηση ενέργειας, την ασφάλειά μας και την άνεσή μας, χωρίς να είναι απαραίτητη η δική μας παρέμβαση ή η φυσική μας παρουσία. Δεν είναι μακριά ο καιρός που θα ξυπνάμε το πρωί και μαζί μας θα ξυπνάει και το σπίτι μας. Οι βασικοί παράγοντες που ωθούν όλο και περισσότερους κατασκευαστές, αλλά και ιδιοκτήτες, να υιοθετούν τις αρχές λειτουργίας του "έξυπνου" κτηρίου και τις νέες τεχνολογίες αυτοματοποίησης, που διαρκώς γίνονται διαθέσιμες στην αγορά:

1. Η άνοδος του βιοτικού επιπέδου δημιουργεί μεγαλύτερες ανάγκες για άνετες, ποιοτικές συνθήκες διαβίωσης στους χώρους εργασίας και κατοικίας.
2. Οι ιδιαίτερες ανάγκες που έχουν ομάδες πληθυσμού, π.χ. άτομα με νοητικά και κινητικά προβλήματα, ηλικιωμένοι κ.τ.λ.
3. Η ολοένα αυξανόμενη περιβαλλοντική συνείδηση των πολιτών και η ανησυχία για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, δημιουργεί την ανάγκη για την εξοικονόμηση ενέργειας και την ορθολογική διαχείριση κάθε κτηριακού συστήματος. Επίσημως η λέξη «έξυπνο» (smart) χρησιμοποιήθηκε για αναφορά σε τεχνολογικά επιτεύγματα πρώτη φορά κατά τη δεκαετία του '70. Αναφερόταν σε στρατιωτικά προϊόντα, όπως βόμβες ή πυραύλους που καθοδηγούταν αυτόματα προς το στόχο («έξυπνες» βόμβες). Κατά την τεχνολογική άνθηση της δεκαετίας του '80 η λέξη «έξυπνο» απέκτησε άλλες προεκτάσεις, αναφερόταν σε συσκευές που εμπεριείχαν μικροσίπ, όπως οι υπολογιστές και οι προηγμένες οικιακές συσκευές. Βέβαια αυτό άλλαξε με

την πάροδο του χρόνου και πλέον δεν αποκαλούμε έναν σύγχρονο υπολογιστή «έξυπνο», παρόλο που οι σημερινοί υπολογιστές είναι εκθετικά ισχυρότεροι από εκείνους της δεκαετίας του '80. Σήμερα οι ορισμοί ποικίλουν και είναι περισσότερο τεχνολογικά προσανατολισμένοι.



**Εικόνα 1** Απεικόνιση έξυπνου σπιτιού

## 1.1 Τι είναι το έξυπνο κτίριο

Η έξυπνη Ηλεκτρική Εγκατάσταση (Η.Ε.) δημιουργεί - παρέχει δυνατότητες και ευκολίες ώστε βασικές λειτουργίες του κτηρίου (φωτισμός, θέρμανση, ψύξη, αερισμός κ.λπ.) να ελέγχονται εύκολα, έξυπνα, με λογική και αυτοματισμό. Οι έλεγχοι αυτοί πρέπει να γίνονται λαμβάνοντας υπόψη εξωτερικές και εσωτερικές συνθήκες, αποφεύγοντας σπατάλες ενέργειας και χωρίς να μειώνεται η άνεση για τους χρήστες του κτηρίου. Οι έξυπνες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις δεν έρχονται για να καταργήσουν τις συμβατικές εγκαταστάσεις. Βρίσκουν πεδίο εφαρμογής κυρίως σε κτήρια με αυξημένες ανάγκες αυτοματισμού, οπτικοποίησης λειτουργιών και διαχείρισης - εξοικονόμησης ενέργειας. Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι ένα κτήριο είναι έξυπνο όταν διευκολύνει την καθημερινότητα μας. Οι έξυπνες εγκαταστάσεις αλληλοεπιδρούν με το περιβάλλον χρησιμοποιώντας ένα μέσο επικοινωνίας με τη βοήθεια του οποίου ανταλλάσσουν δεδομένα. Έτσι διεξάγουν κάποιες λειτουργίες όπως για παράδειγμα, να ενεργοποιήσουν το φωτισμό ενός χώρου ή να ρυθμίσουν τη θερμοκρασία.

Έξυπνα συστήματα εγκαθίστανται και σε εμπορικές εγκαταστάσεις όπου αναφέρονται με τον όρο αυτοματισμοί κτηρίων «building automation». Ένα ακόμα παράδειγμα που θα μπορούσαμε να δώσουμε είναι ότι σε μία έξυπνη ηλεκτρική εγκατάσταση τα φώτα θα ανάβουν το πρωί μόνο εφόσον υπάρχει άνθρωπος στον εκάστοτε χώρο. Η φωτεινότητά τους κι άρα η κατανάλωση ενέργειας, θα ελέγχεται ανάλογα με τον εξωτερικό φωτισμό. Επίσης τα φώτα που βρίσκονται κοντά στα παράθυρα πριν από το μεσημέρι έχουν σβήσει και αρχίζουν να ανάβουν πάλι μόνο αν συννεφιάσει. Έτσι αποφεύγεται η σπατάλη ενέργειας και η συμβατική χρήση των διακοπών.

Να ανοίγει κανείς ή να κλείνει ένα φως μας φαίνεται εύκολο αλλά για κάποιον ο οποίος δουλεύει ή πρέπει να έχει την προσοχή του συνέχεια κάπου ή έχει κινητικά προβλήματα είναι μία δυσκολία της μέρας. Ένα χαρακτηριστικό των έξυπνων σπιτιών, είναι ότι τα ίδια περιφερειακά χρησιμοποιούνται για πολλές χρήσεις. Παράδειγμα επ' αυτού, είναι ότι οι αισθητήρες παρουσίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο του φωτισμού και του συστήματος θέρμανσης αλλά χρησιμεύουν και για το σύστημα του συναγερμού.

## 1.2 Ποιά τα μεγαλύτερα οφέλη μίας έξυπνης ηλεκτρικής εγκατάστασης

1. Ασφάλεια: Σε σύγκριση με μια συμβατική με δυνατότητες έξυπνης Η.Ε., τα καλώδια της έξυπνης ηλεκτρικής εγκατάστασης περιορίζονται εντυπωσιακά. Λιγότερα καλώδια σημαίνουν λιγότερες πιθανότητες πυρκαγιάς. Ακόμη, πρέπει να τονιστεί ότι σε κανένα διακόπτη ή μπουτόν δεν υπάρχει πλέον επικίνδυνη τάση 230 V. Σχεδόν όλα τα εξαρτήματα χειρισμού της έξυπνης ηλεκτρικής εγκατάστασης λειτουργούν με χαμηλή τάση ή με μπαταρία. Έτσι μπορούν να τοποθετηθούν πλέον με πλήρη ασφάλεια διακόπτες παντού, ακόμα και μέσα στο μπάνιο.

2. Άνεση: Πόσες εργασίες μπορούν να γίνουν με το πάτημα ενός κουμπιού σε μια συμβατική εγκατάσταση; Μία. Αντίθετα, σε μια έξυπνη ηλεκτρική εγκατάσταση ο αριθμός είναι απεριόριστος όπως και η δυνατότητα των διασυνδέσεων με προγραμματισμό. Επιπλέον δημιουργούνται δυνατότητες οι οποίες μέχρι τώρα ήταν ιδιαίτερα δύσκολες, έως αδύνατες, όπως σενάρια χρήσης τα οποία συνδυάζουν πολλές λειτουργίες φωτισμού, θέρμανσης, ηλεκτρικών ρολών, ρύθμιση έντασης φωτισμού σε λαμπτήρες φθορισμού, τηλεχειρισμοί κ.λπ.

3. Οικονομία: Σε μια απλή κατ' αρχάς σύγκριση η έξυπνη ηλεκτρική εγκατάσταση φαίνεται αρκετά ακριβότερη. Αν όμως γίνει μια προσεκτικότερη μελέτη, διαπιστώνεται ότι δεν συγκρίνονται όμοια αντικείμενα. Οι δυνατότητες και τα οφέλη τα οποία προσφέρει μια έξυπνη ηλεκτρική εγκατάσταση δεν μπορούν να υπάρξουν με μια συμβατική. Η απόφαση αλλαγής χρήσης χωρίς αντικαταστάσεις δεν μπορεί να κοστολογηθεί εύκολα. Η εξοικονόμηση ενέργειας με την καλύτερη και εξυπνότερη διαχείριση της κατανάλωσης και των υπαρχουσών αναγκών είναι ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας.

4. Διάρκεια: Προσπαθώντας να δει κανείς το μέλλον θα διαπιστώσει χωρίς ιδιαίτερη προσπάθεια ότι η έξυπνη ηλεκτρική εγκατάσταση έχει εξασφαλισμένη διάρκεια καθώς πρόκειται για μια ευρωπαϊκή τεχνική. Ταυτόχρονα τείνει να γίνει και παγκόσμια, γιατί βασίζεται στην ανοιχτή τεχνική των υπολογιστών, η οποία είναι ήδη διαδεδομένη. Έχει ξεκάθαρη λειτουργία και η εξέλιξή της είναι ραγδαία. Ακόμη, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι μεγάλες δυνατότητες επέκτασης και επαύξησης με τις μελλοντικές εξελίξεις.

5. Συμπεριφορά: Η απλή και αθόρυβη λειτουργία, ο λιτός αλλά και πολλαπλός χειρισμός, η εύκολη αλλαγή χρήσης, η δυνατότητα ενδείξεων και πληροφοριών είναι μερικά από τα κύρια σημεία συμπεριφοράς της έξυπνης ηλεκτρικής εγκατάστασης. Ακόμη και σε περίπτωση βλάβης μιας συσκευής, η αποκεντρωμένη δομή πάνω στην οποία βασίζεται η φιλοσοφία και η

λειτουργία της έξυπνης ηλεκτρικής εγκατάστασης δεν αφήνει περιθώρια να επεκταθούν τα φαινόμενα και ο εντοπισμός είναι απλός και γρήγορος.

6. Εμφάνιση: Αισθητικά, όπως σε όλα τα τεχνολογικά αντικείμενα, είναι σε μεγάλο ποσοστό υποκειμενική. Η ύπαρξη όμως λιγότερων διακοπών, η μοντέρνα σχεδίαση, οι ενδείξεις, οι μεγάλες δυνατότητες τηλεχειρισμού και οι οθόνες LCD δίνουν μία απλή, λειτουργική και σύγχρονη εικόνα σε κάθε κτήριο

### 1.3 Οι αυτοματισμοί του σπιτιού

Οι αυτοματισμοί του σπιτιού απαρτίζουν όλες εκείνες τις τεχνολογίες που δίνουν την δυνατότητα στο σπίτι να έχει νοημοσύνη, να σκέφτεται και να εκτελεί αυτοματοποιημένες και έξυπνες λειτουργίες. Τα βασικά συστατικά στοιχεία της έννοιας των αυτοματισμών είναι πολυάριθμα και αυξάνονται καθημερινά. Συγκεκριμένα, ορισμένες από τις λειτουργίες ενός σπιτιού που μπορούν να αυτοματοποιηθούν με στόχο να γίνει εύχρηστο, άνετο και γρήγορο είναι:

- Σύστημα ασφάλειας
- Σύστημα παρακολούθησης
- Σύστημα φωτισμού
- Σύστημα ηλεκτρικών συσκευών (Κουζίνα, Θερμοσίφωνας, TV, Στερεοφωνικό, VIDEO, κλπ.)
- Σύστημα αερισμού, πρόψυξης, προθέρμανσης
- Σύστημα ρολών-τεντών και θυρών
- Σύστημα διανομής δορυφορικού και τηλεοπτικού σήματος
- Σύστημα διανομής εικόνας και ήχου
- Σύστημα κεντρικής διαχείρισης και εποπτείας
- Σύστημα πυρανίχνευσης και πυρασφάλειας



## 1.4 Σενάρια

Σε γενικές γραμμές η τεχνολογία του έξυπνου σπιτιού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αυτοματοποίηση ορισμένων καθημερινών λειτουργιών του σπιτιού ή για την επίτευξη βελτιωμένης ευχρηστίας και αυξημένων δυνατοτήτων στις υπάρχουσες οικιακές συσκευές. Ο αυτοματισμός του κτηρίου δεν είναι τίποτα άλλο από την επικοινωνία μεταξύ των επιμέρους τμημάτων μιας ηλεκτρο-μηχανολογικής εγκατάστασης. Ο συνδυασμός τους οδηγεί στην δημιουργία σεναρίων με την οποία επιτυγχάνεται ο πλήρης έλεγχος των εγκαταστάσεων. Όταν αναφερόμαστε στα σενάρια, εννοούμε κάποιες προγραμματισμένες λειτουργίες που έχει επιλέξει ο ιδιοκτήτης για να τις εκτελέσει το σύστημα αυτοματισμού, επιτρέποντας έτσι την πλήρη εκμετάλλευση του υφιστάμενου εξοπλισμού. Τα σενάρια μπορούν να έχουν την ονομασία και τις ιδιότητες που επιθυμεί ο χρήστης. Ενδεικτικά κάποια από τα σενάρια που μπορούν να τεθούν σε εφαρμογή είναι:

“ΗΜΕΡΑ” : Με την ενεργοποίηση του συγκεκριμένου σεναρίου την ώρα της αφύπνισης των ενοίκων, το πρωινό ξύπνημα καθίσταται πιο ευχάριστο. Μπορεί να δυναμώνει βαθμιαία την ένταση του φωτισμού ή να ανοίξει τα ρολά σταδιακά για να διαχέεται το φως στα δωμάτια και να ρυθμίζει την τηλεόραση στο αγαπημένο πρωινό κανάλι. Επίσης, ενεργοποιείται το σύστημα συναγερμού για προστασία κατά μίας διάρρηξης παραθύρων και πορτών ενώ οι ένοικοι μπορούν να κινούνται ελεύθερα σε όλους τους χώρους.

### Ένα ακόμα παράδειγμα σε μεγαλύτερη κλίμακα:

Η οικογένειά είναι έτοιμη να φύγει για μερικές ημέρες διακοπές. Οι απαραίτητες ενέργειες πριν από την αναχώρηση είναι:

- Στον ηλεκτρικό πίνακα του σπιτιού ο διακόπτης θερμοσίφωνου εκτός, ο διακόπτης κουζίνας εκτός, οι διακόπτες πλυντηρίων ρούχων και πιάτων επίσης εκτός.
- Περιπολία από τον επάνω όροφο μέχρι το υπόγειο για έλεγχο και χειρισμούς, ώστε να εξασφαλιστεί ότι δεν έχουν μείνει φώτα αναμμένα, δεν έχει ξεχαστεί καμιά επικίνδυνη συσκευή στην πρίζα, τα κλιματιστικά ή το καλοριφέρ είναι εκτός, δεν έχουν αφεθεί ανοιχτά εξωτερικές πόρτες και παράθυρα, τα φώτα κήπου είναι σβηστά, η πόρτα του γκαράζ κλειστή, οι τέντες ανεβασμένες.

• Τέλος, σύστημα ασφαλείας εντός, ένα φως στην πρόσοψη για προληπτικούς και για πρακτικούς λόγους συνεχώς αναμμένο, κλειδωμένη εξώπορτα και... καλές διακοπές. Βέβαια, αν στο σπίτι υπάρχουν και ηλεκτρικά ρολά, η περιπολία διαρκεί ακόμη περισσότερο, διότι θα πρέπει να ελεγχθούν όλα ένα προς ένα και να διαπιστωθεί ότι είναι σίγουρα κλειστά.

• Επιστροφή στο σπίτι: Όλες σχεδόν οι ενέργειες είναι ίδιες αλλά σε αντίστροφη σειρά. Συνηθισμένη χρησιμοποίηση μιας συμβατικής κτιριακής ηλεκτρικής εγκατάστασης: Ο χρήστης ενεργεί με βάση τους κανόνες τους οποίους καθορίζει η εγκατάσταση.

• Δυνατότητες βελτίωσης της κατάστασης: Μικρές έως ανύπαρκτες ή συνδεδεμένες με ενοχλητικές καταστάσεις, όπως σκάψιμο, σκόνες, λάσπες και μερεμέτια. Πόσο απλούστερα και γρηγορότερα θα μπορούσαν να γίνουν όλες αυτές οι κινήσεις και οι ενέργειες που αναφέρθηκαν; Μα μόνο με το πάτημα ενός μόνο κουμπιού. Όλες... εκτός από το κλείδωμα και το ξεκλείδωμα της εξώπορτας. Μπορεί όμως να γίνει αυτό και πώς;

Ας υποθέσουμε πως θέλουμε :

1. Να κλείνει 15 ηλεκτρικά ρολά
2. Να σβήνει όσα από τα φωτιστικά έχουν μείνει αναμμένα
3. Να κλείνει όλα τα κυκλώματα πριζών , κουζίνα , πλυντήριο
4. Να ενεργοποιεί τον χειρισμό από κινητό τηλέφωνο

Μπορεί να γίνει με μια έξυπνη ηλεκτρική εγκατάσταση που να προγραμματίζεται, να προσαρμόζεται, να παρακολουθεί και να προλαμβάνει τις απαιτήσεις, τις συνήθειες και τις ανάγκες του σπιτονοικοκύρη και της οικογένειάς του. Κάνει τη χρήση του σπιτιού ευκολότερη, περισσότερο άνετη, ασφαλή και οικονομικότερη. Στο παράδειγμά μας ο νοικοκύρης έχει τώρα στο σπίτι του μια έξυπνη ηλεκτρική εγκατάσταση. Προτού φύγει πατάει το κουμπί «Φεύγουμε» και όλες οι απαραίτητες ενέργειες γίνονται αυτόματα και άμεσα: Το θερμοσίφωνο, η κουζίνα, τα πλυντήρια ρούχων και πιάτων βγαίνουν εκτός λειτουργίας. Όσα φώτα δεν χρειάζονται αναμμένα σβήνουν. Διακόπτεται το ρεύμα στις πρίζες που δεν χρειάζονται, ενώ τα κλιματιστικά ή το καλοριφέρ σταματούν. Ταυτόχρονα ελέγχεται αν έχουν μείνει ανοιχτά εξωτερικές πόρτες, παράθυρα, η πόρτα του γκαράζ, οπότε ακολουθούν αντίστοιχα μηνύματα. Οι τέντες ανεβαίνουν αυτόματα, κλείνουν όλα τα ηλεκτρικά ρολά και ασφαλιζονται. Τέλος το σύστημα ασφαλείας μπαίνει έπειτα από λίγο σε λειτουργία, τα φώτα

της εισόδου θα σβήσουν δέκα λεπτά μετά – και όχι μόνο: ένα πρόγραμμα προσομοίωσης παρουσίας μπαίνει σε λειτουργία. Με αυτό το πρόγραμμα το πρωί οι τέντες κατεβαίνουν, ανεβαίνουν κάθε βράδυ ή ενδιάμεσα, αν δυναμώσει ο αέρας, κάποια ηλεκτρικά ρολά κινούνται ακολουθώντας τις συνήθειες των ενοίκων, ορισμένα φώτα ανάβουν και σβήνουν, ώστε να δίνεται εξωτερικά η εντύπωση ότι το σπίτι κατοικείται, για περισσότερη ασφάλεια. Ο νοικοκύρης επιστρέφει και δεν χρειάζεται παρά να πατήσει το κουμπί «Γυρίσαμε». Όλα θα επανέλθουν στην κανονική τους καθημερινή κατάσταση. Πολυτέλεια, υπερβολική άνεση; Όχι. Αντιθέτως απλούστερη και ευκολότερη χρήση, λιγότερες σκοτούρες, μια σύγχρονη έξυπνη ηλεκτρική εγκατάσταση που ξεχωρίζει καταστάσεις και λειτουργεί με βάση τις ανάγκες και τις απαιτήσεις του χρήστη. Αλλά οι δυνατότητες της έξυπνης εγκατάστασης δεν τελειώνουν εδώ. Δίνει τη δυνατότητα ελέγχου αρκετών λειτουργιών του σπιτιού μέσω τηλεφώνου ή Internet από οπουδήποτε στον πλανήτη εφόσον έχει προβλεφθεί ο αντίστοιχος εξοπλισμός. Αρκεί βέβαια να υπάρχει επικοινωνία μέσω κινητού ή σταθερού τηλεφώνου ή αντίστοιχα σύνδεση Internet.

## 1.5 Τρόποι επικοινωνίας του σπιτιού με τον ιδιοκτήτη

Ένα έξυπνο σπίτι εκτός από τις λειτουργίες που μπορεί να εκτελέσει έχει τη δυνατότητα να επικοινωνεί και με τον ιδιοκτήτη, είτε αυτός βρίσκεται εντός του κτιρίου είτε βρίσκεται σε κάποια απομακρυσμένη περιοχή.

### Όταν ο ένοικος βρίσκεται μέσα στο σπίτι:

- Μπορεί να διαχειρίζεται τις παραπάνω λειτουργίες, εκτός από τον κλασσικό τρόπο μέσω των διακοπών, χρησιμοποιώντας ένα και μόνο τηλεχειριστήριο ή ένα κινητό τηλέφωνο . Το τηλεχειριστήριο αυτό μπορεί να αντιγράψει και να αντικαταστήσει τα υπόλοιπα τηλεχειριστήρια της κατοικίας, όπως της τηλεόρασης, του Video, του ηχοσυστήματος ή οποιοδήποτε άλλο και με αυτό μπορεί να ελέγχει όλο το σπίτι, χωρίς να χρειάζεται να μετακινείται.



**Εικόνα 2: Τηλεχειριστήριο**

- Ακόμη, μπορεί να ελέγξει τις λειτουργίες του σπιτιού μέσω ενός πληκτρολογίου τοίχου, χωρίς να μετακινηθεί σε όλους τους χώρους. Για παράδειγμα, μπορεί να ενεργοποιήσει ή να αποπλίσει το συναγερμό.



**Εικόνα 3: Πληκτρολόγιο τοίχου για συναγερμό**

- Επίσης, με ένα μικροσκοπικό τηλεχειριστήριο αλυσίδας κλειδιών (σαν του αυτοκίνητου) ο ένοικος μπορεί να εκτελεί τις πολύ απαραίτητες ενέργειες απλά και μόνο με το πάτημα ενός κουμπιού. Για παράδειγμα, να απενεργοποιήσει τον συναγερμό ή να ανάψει τα κύρια φώτα.

- Τέλος, το σύστημα μπορεί να επικοινωνεί με τον ιδιοκτήτη με αληθινή ανθρώπινη φωνή που ακούγεται μέσω των ηλεκτρολογίων του χώρου ή μέσα από τις οθόνες αφής που είναι τοποθετημένες σε αυτόν.

#### Όταν ο ένοικος βρίσκεται εκτός σπιτιού:

Σημαντικό στοιχείο της τεχνολογίας είναι ο απομακρυσμένος έλεγχος που προσφέρει, επιτρέποντας έτσι στους ενοίκους να επεμβαίνουν στη λειτουργία του σπιτιού από οποιοδήποτε σημείο του κόσμου.

- Ο έλεγχος αυτός μπορεί να επιτευχθεί μέσω τηλεφώνου με αναγνώριση των φωνητικών εντολών που δίνονται ή με χρήση του αριθμητικού ηλεκτρολογίου στις ψηφιακές τηλεφωνικές συσκευές. Για παράδειγμα, όταν οι ένοικοι βρίσκονται μακριά μπορούν να ελέγξουν την κατοικία τους από το κινητό τους τηλέφωνο, να ανάψουν ή να σβήσουν τα φώτα, να σβήσουν το θερμοσίφωνα, να ενημερωθούν για την τρέχουσα θερμοκρασία και πολλές άλλες λειτουργίες. Επίσης, μπορούν να πληροφορηθούν με γραπτό μήνυμα στο κινητό τους για διάφορα γεγονότα που συμβαίνουν στο σπίτι όταν λείπουν, όπως ότι η θερμοκρασία ανέβηκε στο επιθυμητό σημείο ή ότι κάποιος παραβίασε την κατοικία. Ακόμη, οι ένοικοι έχουν τη δυνατότητα να ορίζουν τηλεφωνικώς την επιθυμητή θερμοκρασία της κατοικίας και να πληροφορούνται ανά πάσα στιγμή σε ποια θερμοκρασία βρίσκεται, με ηχητικό μήνυμα. Τέλος, υπάρχει η δυνατότητα απομακρυσμένης διάγνωσης βλαβών μέσω του τηλεφώνου, πράγμα που επιτυγχάνει την αποκατάσταση τους.



**Εικόνα 4: Κινητό τηλέφωνο**

- Εναλλακτικά, πολλά συστήματα προσφέρουν τον απόλυτο έλεγχο του σπιτιού μέσω του Διαδικτύου, με τη δημιουργία ενός εύχρηστου γραφικού περιβάλλοντος που αντιπροσωπεύει το σύνολο του οικιακού εξοπλισμού. Για παράδειγμα, ο ιδιοκτήτης μπορεί να ελέγξει την κατοικία από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, ο οποίος μπορεί να βρίσκεται είτε μέσα στην κατοικία είτε οπουδήποτε στον κόσμο, συνδεδεμένος μέσω του Διαδικτύου.

## **1.6 Τεχνολογίες αυτοματισμού κατοικίας**

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, σε επίπεδο πληροφορίας και η είσοδος του υπολογιστή και του διαδικτύου στην καθημερινότητά μας, είναι τα δύο κυρίαρχα στοιχεία που άνοιξαν το δρόμο για την εξέλιξη του έξυπνου σπιτιού. Η ανάγκη για πληροφόρηση, η απαίτηση για αυξημένη προστασία και προστιθέμενη ασφάλεια στο σπίτι, οι σύγχρονες προκλήσεις, όπως η εξοικονόμηση ενέργειας και ο σύγχρονος τρόπος ζωής καθιστούν το έξυπνο σπίτι και τον αυτοματισμό κατοικίας την επόμενη τεχνολογία που θα ενσωματωθεί στη κατασκευή του κτηρίου. Τα τελευταία χρόνια πολλές είναι οι εταιρίες που έχουν ενδιαφερθεί για την αναπτυσσόμενη αγορά του έξυπνου σπιτιού. Πολλές είναι λοιπόν και οι τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί και η κάθε μία καλύπτει συγκεκριμένες ανάγκες.

Στην Αμερική, επικρατούν οι τεχνολογίες PLC (Power Line Carrier) με το X10 πρώτο στη λίστα, μία τεχνολογία που δεν απαιτεί καμία επιπρόσθετη καλωδίωση του κτηρίου, καθιστώντας ικανή την εγκατάσταση σε υπάρχοντα κτήρια και σπίτια. Η επικοινωνία ανάμεσα στους διάφορους controllers, πομπούς και δέκτες πραγματοποιείται με την αποστολή και λήψη δεδομένων που γίνονται μέσα από την υπάρχουσα καλωδίωση, αξιοποιώντας τους ρευματοφόρους αγωγούς της κατοικίας. Στην Ευρώπη συστήματα όπως το Dupline της Carlo Gavazzi, το C-bus της Clipsal είναι τεχνολογίες που βασίζονται σε ανεξάρτητη καλωδίωση, το λεγόμενο bus και προπάντων η τεχνολογία KNX που είναι η μοναδική παγκοσμίως η οποία υποστηρίζεται από περισσότερους από 370 κατασκευαστές, γεγονός που δίνει απεριόριστες δυνατότητες τόσο στο σχεδιασμό αυτοματισμών όσο και στην ενοποίηση διαφορετικών συστημάτων και τεχνολογιών που συνυπάρχουν σ' ένα κτίριο. όπου συνδέονται όλες οι ελεγχόμενες συσκευές και αισθητήρες, προσδίδοντας στο σύστημα μεγάλη αξιοπιστία

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> Η ΤΕΧΝΙΚΗ KNX ΚΑΙ Η KNX ASSOCIATION

Η τεχνική KNX υποστηρίζεται, εξελίσσεται και συντονίζεται από την KNX Association. Πρόκειται για μια συνεργασία εταιρειών σε νομική μορφή ένωσης μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα, η οποία ιδρύθηκε το 1999 με έδρα τις Βρυξέλλες και μάλιστα ως συνεργασία των άλλοτε τριών αυτόνομων ευρωπαϊκών ενώσεων με αντικείμενο έξυπνα κτίρια, κατοικίες και επαγγελματικές στέγες, δηλαδή:

- την BCI (Γαλλία), που υποστήριζε το σύστημα Batibus
- την EIB Association (Βέλγιο), που υποστήριζε το σύστημα EIB
- την European Home Systems Association (Ολλανδία), που υποστήριζε το σύστημα EHS

Οι σκοποί της KNX Association:

- Ο ορισμός ενός νέου ανοιχτού προτύπου KNX για εφαρμογές έξυπνων εγκαταστάσεων σε κατοικίες και επαγγελματικά κτίρια.
- Η καθιέρωση του σήματος KNX ως σήματος για την ποιότητα και τη συμβατότητα μεταξύ διαφορετικών κατασκευαστών.
- Η καθιέρωση του KNX ως ευρωπαϊκού και παγκόσμιου προτύπου.

Η KNX Association περιλάμβανε κατά την ίδρυσή της εννέα μέλη. Σήμερα τα μέλη της είναι περισσότερα από 300 (στο τέλος του 2013) περιλαμβάνοντας και εταιρείες οι οποίες δεν ήταν μέλη των ιδρυτικών ενώσεων. Αυτές οι εταιρείες αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 80% της ευρωπαϊκής αγοράς ηλεκτρολογικού υλικού και λευκών συσκευών. Ο επίκαιρος κατάλογος των μελών βρίσκεται στη διεύθυνση [www.knx.org](http://www.knx.org). Πρότυπα για την τεχνική KNX Στο τέλος του 2003 έγιναν αποδεκτά τα KNX Standard από την CENELEC (Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτρονικής Τυποποίησης) ως ευρωπαϊκό πρότυπο (Standardfamilie EN 50090) για οικιακές και κτιριακές εγκαταστάσεις. Επίσης τα KNX Standard έχουν εγκριθεί από την CEN με τους αριθμούς EN 13321-1 (μέσα και πρωτόκολλο) και EN 13321-2 (KNXnet/IP). Τέλος του 2006 εγκρίθηκαν τα KNX Standard σε παγκόσμιο πρότυπο, με τον αριθμό ISO/IEC 14543-3. Το 2007 η τεχνική KNX καθιερώθηκε ως εισαγωγικό πρότυπο στην Κίνα (GB/Z 20965). Επίσης και στις ΗΠΑ η τεχνική KNX έχει τυποποιηθεί με το πρότυπο ANSI/ASHRAE Norm 135. Με τα παραπάνω πρότυπα η τεχνική KNX αποκτά τα θεμέλια για την παγκόσμια καθιέρωσή της.





**Εικόνα 5: KNX association**

## 2.1 Bus σύστημα

Το bus TP1 της KNX, όπως έχει ήδη αναφερθεί, το πλέον διαδεδομένο μέσο μετάδοσης πληροφοριών στις έξυπνες εγκαταστάσεις είναι το Twisted Pair. Με αυτό δημιουργείται παράλληλα με τις γραμμές τροφοδοσίας 230/400 V και μια γραμμή ελέγχου, η γραμμή bus, η οποία για την τεχνική KNX έχει την κωδικοποίηση TP1.

### Η γραμμή bus:

- συνδέει επικοινωνιακά bus συσκευές αισθητήρες και bus συσκευές δέκτες
- τροφοδοτεί, στις περισσότερες περιπτώσεις, με ενέργεια τις bus συσκευές.

Στο bus TP1 της KNX δεν είναι απαραίτητη μια κεντρική μονάδα ελέγχου (π.χ. PC ή controller), διότι όλες οι bus συσκευές (οι bus συνδρομητές) διαθέτουν τη δική τους εξυπνάδα και λογική. Έτσι μπορεί να δημιουργηθεί εγκατάσταση KNX τόσο σε μικρά κτίρια (π.χ. κατοικίες) όσο και σε εκτεταμένα επαγγελματικά κτίρια (ξενοδοχεία, κτίρια γραφείων, κ.λπ.). Τρόποι διαμόρφωσης των bus συνδρομητών της KNX Τι σημαίνει διαμόρφωση ενός bus συνδρομητή; Κάθε bus συνδρομητής έχει διάφορες δυνατότητες λειτουργιών που του έχουν

δοθεί από τον κατασκευαστή του. Διαθέτει επίσης και διάφορες δυνατότητες επικοινωνίας - διασύνδεσης. Ποιες από αυτές θα αξιοποιηθούν στη συγκεκριμένη χρήση - εγκατάσταση ορίζονται από τον τεχνικό - προγραμματιστή που δημιουργεί το πρόγραμμα της εγκατάστασης. Επομένως οι bus συνδρομητές μπορούν να διαμορφωθούν για επικοινωνιακές συνδέσεις με άλλους bus συνδρομητές αλλά και να καθοριστούν οι παράμετροι λειτουργίας τους. Υπάρχουν δύο τρόποι διαμόρφωσης bus συνδρομητών στην τεχνική KNX: 26 έξυπνες ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις και απομακρυσμένη διαχείριση Η εικόνα παρέχεται με την άδεια της KNX Association.

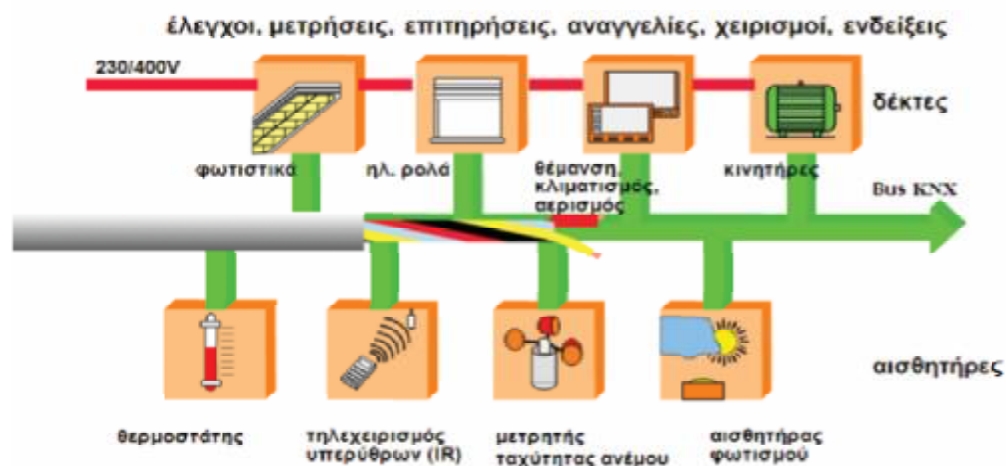
- Ο Easy (E-Mode), με τον οποίο η διαμόρφωση των bus συνδρομητών δεν επιτυγχάνεται με ένα PC αλλά με έναν κεντρικό controller ή με μικροδιακόπτες ή με μπουτόν. Αυτός ο τρόπος διαμόρφωσης είναι εύκολα προσιτός για έναν ικανό εγκαταστάτη με βασικές γνώσεις της bus τεχνικής, αλλά υποστηρίζεται από πολύ λίγες εταιρείες μέλη της KNX. Οι Easy KNX bus συνδρομητές έχουν φυσιολογικά μια περιορισμένη λειτουργικότητα και ενδείκνυνται για μικρές εγκαταστάσεις. Ένα παράδειγμα Easy KNX είναι το TEBIS TS της Hager.

- Ο System (S-Mode). Με αυτόν ο σχεδιασμός της εγκατάστασης και η διαμόρφωσή της γίνονται μέσω PC με λειτουργικό Windows στο οποίο είναι εγκατεστημένο το ειδικό Software ETS. Στο λογισμικό αυτό βρίσκονται αποθηκευμένες οι βάσεις δεδομένων των προϊόντων KNX των κατασκευαστών που θα χρησιμοποιηθούν στην εγκατάσταση και με αυτό το λογισμικό γίνεται η αξιοποίησή τους. Ο συγκεκριμένος τρόπος διαμόρφωσης ενδείκνυται για τεχνικούς που θέλουν να αξιοποιήσουν όλες τις δυνατότητες της τεχνικής KNX, είναι αξιοποιήσιμος από όλες τις εταιρείες μέλη της KNX και χρησιμοποιείται σε όλα τα μεγέθη των εγκαταστάσεων. Η κατάρτιση αυτή βασίζεται στον τρόπο διαμόρφωσης S-Mode, ο οποίος θα αναλυθεί και θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια

Όροι-κλειδιά για την τεχνική KNX Νέα τεχνική χωρίς νέους όρους δεν γίνεται. Στην τεχνική KNX οι βασικοί νέοι όροι είναι λίγοι (σε σύγκριση με άλλες τεχνικές) και ακολουθεί μια σύντομη παρουσίασή τους. Προτείνεται ιδιαίτερα σε όσους πρωτοξεκινούν στην τεχνική KNX να μελετήσουν με προσοχή τους όρους αυτούς. Αποτελούν απαραίτητη γνώση για την καλύτερη και ευκολότερη αντίληψη των θεμάτων στη συνέχεια. Μετά τη γνωριμία με το ETS κρίνεται σκόπιμο και χρήσιμο να παρουσιαστεί και να διευκρινισθεί ο όρος (Bus) συνδρομητής.

Σε γενικές γραμμές ως bus σύστημα χαρακτηρίζεται το σύνολο των στοιχείων εκείνων που επιτρέπουν την συλλογή, μετάδοση και εκτέλεση εντολών ή πληροφοριών με τη χρήση ενός μόνο ζεύγους αγωγών. Σε αντίθεση με τον κλασσικό τρόπο όπου κάθε σήμα – εντολή για να μεταφερθεί απαιτεί ξεχωριστή καλωδίωση, στην bus καλωδίωση αρκεί η σύνδεση όλων των στοιχείων μεταξύ τους με ένα ζεύγος αγωγών. Το ζεύγος αυτό αποτελεί το καλώδιο του bus (δίαυλος δεδομένων) και μέσα από αυτό διέρχονται όλες οι διαθέσιμες πληροφορίες. Συνεπώς όπου υπάρχει η καλωδίωση bus, είναι διαθέσιμες όλες οι πληροφορίες που κυκλοφορούν σε αυτήν. Ενδεικτικά θα μπορούσαμε να παρουσιάσουμε τα πλεονεκτήματα των γραμμών bus ως εξής:

- Δραστική μείωση των καλωδίων που μεταφέρουν πληροφορίες και εντολές.
- Μεγάλη απόσταση μετάδοσης σημάτων χωρίς εξασθένηση.
- Αναπαραγωγή ενός σήματος σε περισσότερα του ενός σημεία ταυτόχρονα.
- Κοινή χρήση σημάτων για περισσότερες από μία λειτουργίες.
- Ευελιξία και ευκολία επέκτασης, υποστήριξη όλων των τυπολογιών καλωδίωσης.



**Εικόνα 6: Bus σύστημα**

## 2.2 Κατηγορίες συσκευών και εξαρτημάτων για τις KNX TP1

Η τεχνική KNX περιλαμβάνει μια μεγάλη ποικιλία νέων εξαρτημάτων και συσκευών. Τα εξαρτήματα και οι συσκευές μπορούν να διαχωριστούν ανάλογα με τον τρόπο χρήσης τους σε κατηγορίες:

- Βασικά στοιχεία συστήματος
- Αισθητήρες
- Ενεργοποιητές

Με βάση τον τρόπο τοποθέτησης και στερέωσης διαχωρίζονται σε:

- όσα είναι για τοποθέτηση σε ράγα πίνακα (λέγονται και τύπου N)
- όσα είναι για εξωτερική εγκατάσταση ή για τοποθέτηση σε ψευδοροφή (λέγονται και τύπου AP)
- όσα είναι για χωνευτή εγκατάσταση (λέγονται και τύπου UP)

Από τις πιο πάνω κατηγορίες και μόνο γίνεται αντιληπτό ότι αρκετά νέα στοιχεία και γνώσεις έρχονται να προστεθούν στον τομέα των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων κτιρίων. Αξίζει εδώ να επισημανθεί ότι οι KNX συσκευές (bus συνδρομητές) που προγραμματίζονται οφείλουν να συνοδεύονται από τη βάση δεδομένων του κατασκευαστή τους, στην οποία πρέπει να περιέχονται οι εφαρμογές τους ή αλλιώς τα προγράμματά τους, για να μπορούν να διαχωριστούν από το ETS5. Πρέπει επίσης να τονιστεί ότι η εξέλιξη της τεχνικής KNX είναι γρήγορη, με αποτέλεσμα νέες KNX συσκευές να έρχονται σχεδόν καθημερινά στην αγορά με καινούργιες δυνατότητες και ευκολίες. Επίσης πολλές νέες KNX συσκευές προαναγγέλλονται για το κοντινό μέλλον. Όλες συνοδεύονται και με το λογισμικό τους (Software) με τη μορφή ανανεωμένων βάσεων δεδομένων του κατασκευαστή. Ακόμη, πολύ συχνά εμφανίζονται νέες εφαρμογές με καινούργιες δυνατότητες και ευκολίες για υπάρχουσες KNX συσκευές.

## Βασικές συσκευές και εξαρτήματα

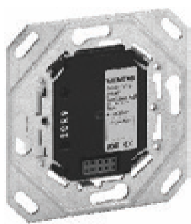
Το KNX TP 1 bus λειτουργεί με ονομαστική τάση 29 V DC. Η τάση αυτή, για την τροφοδοσία των bus συσκευών, είναι ανεξάρτητη από το κύκλωμα ισχύος. Το καλώδιο ανταλλαγής δεδομένων (YCYM 2x2x0,8 mm<sup>2</sup>, όπου το ένα ζεύγος είναι εφεδρικό) χρησιμοποιείται και γι' αυτή την τάση τροφοδοσίας. Δεν χρειάζονται τερματικά στοιχεία στις γραμμές bus.

### · Τροφοδοτικά



Για κάθε bus γραμμή ή για κάθε τμήμα γραμμής KNX TP 1, χρειάζεται ένα τροφοδοτικό το οποίο μπορεί να τοποθετηθεί στον πίνακα τροφοδότησης της γραμμής ή του τμήματος γραμμής. Αρκετές εταιρείες διαθέτουν τροφοδοτικά KNX TP 1. Για παράδειγμα, τα KNX TP 1 τροφοδοτικά της Siemens είναι ονομαστικής τάσης εξόδου DC 28...30 V (SELV) και ονομαστικής έντασης ανάλογα με το ρεύμα εξόδου τους 640 mA ή 320 mA ή 160 mA, διαθέτουν ενσωματωμένο πηνίο για την αποφυγή της απόσβεσης των τηλεγραφημάτων επικοινωνίας και μπορούν να τροφοδοτήσουν μία ακόμη δεύτερη γραμμή με την παρεμβολή ενός εξωτερικού πηνίου N 120. Έχουν προστασία για διαρκές βραχυκύκλωμα και δυνατότητα απόσβεσης μικρών διακοπών τάσης. Είναι όλα τύπου N, που σημαίνει ότι έχουν τις ίδιες διαστάσεις των μικροαυτόματων και υλικών πινάκων. Διαθέτουν φωτεινές ενδείξεις για κανονική λειτουργία, υπερφόρτιση και διακόπτη για επαναφορά της γραμμής bus (reset). Τα τροφοδοτικά δεν προγραμματίζονται και δεν υπολογίζονται στους bus συνδρομητές. Συνδέονται με την τάση 230 V με κλέμμες ταχείας σύνδεσης και με τη γραμμή bus αυτόματα με ειδικές ελατηριωτές επαφές μόλις τοποθετηθούν στη ράγα δεδομένων του πίνακα. Διαθέτουν και κλέμμα bus, η οποία μπορεί να καταργεί τη χρήση συνδετήρα ράγας και ράγας δεδομένων

- Bus προσαρμοστές



Στις βασικές συσκευές των εγκαταστάσεων KNX TP 1 υπάγονται οι bus προσαρμοστές. Είναι απαραίτητοι σε κάθε bus συνδρομητή, τον συνδέουν και τον προσαρμόζουν στο διπολικό καλώδιο επικοινωνίας, τη γραμμή bus. Για συσκευές οι οποίες προορίζονται για χωνευτή τοποθέτηση υπάρχουν ως ανεξάρτητοι. Είναι κατάλληλοι για κουτιά εγκατάστασης διαμέτρου 60 mm<sup>2</sup> για στερέωση με βίδες. Σε αυτούς μπορούν να «κουμπώσουν» διάφορες επιφάνειες ενδείξεων, χειρισμών ή ελέγχου φορτίων, με βάση τις οδηγίες των κατασκευαστών τους, και τότε δημιουργούνται διάφορων χρήσεων και δυνατοτήτων bus συνδρομητές, όπως θύρες επικοινωνίας, μπουτόν χειρισμού, αισθητήρες, ανιχνευτές κ.λπ. Τα τελευταία χρόνια έχουν εμφανιστεί και bus προσαρμοστές για χωνευτή τοποθέτηση χωρίς μπουτόν και LED προγραμματισμού (BTM). Οι bus προσαρμοστές υπολογίζονται σαν συνδρομητές με τις διάφορες επιφάνειες ενδείξεων, χειρισμών ή ελέγχου φορτίων που συνδυάζονται ώστε να προκύψει μια ολοκληρωμένη KNX συσκευή. Στις περισσότερες KNX συσκευές που τοποθετούνται σε ράγα πίνακα, σε εξωτερική τοποθέτηση ή μέσα σε άλλες συσκευές, ο bus συνδρομητής είναι ενσωματωμένος.

- Προσαρμοστής γραμμής/περιοχής



Για τη διασύνδεση των γραμμών με την κεντρική γραμμή και των περιοχών μεταξύ τους στην κεντρική γραμμή περιοχών χρησιμοποιούνται οι προσαρμοστές γραμμής ή περιοχής. Είναι επίσης συσκευές τύπου N, που σημαίνει ότι έχουν τις ίδιες διαστάσεις των μικροαυτόματων και υλικών πινάκων. Για παράδειγμα, ο προσαρμοστής γραμμής/περιοχής N 140/03 της Siemens χρησιμοποιείται για την προσαρμογή γραμμής ή περιοχής, ή σαν ενισχυτής, με βάση τον αντίστοιχο προγραμματισμό με το ETS5. Οι προσαρμοστές γραμμής ή περιοχής αποκτούν διευθύνσεις, προγραμματίζονται και υπολογίζονται στους bus συνδρομητές.

- Συσκευές επικοινωνίας

Η σύνδεση και η επικοινωνία του PC που διαθέτει το ETS5 με την εγκατάσταση KNX TP 1 γίνεται συνήθως με θύρα USB. Θύρες USB υπάρχουν για χωνευτή τοποθέτηση και για τοποθέτηση σε ράγα πίνακα. Για παράδειγμα, μια θύρα USB για τοποθέτηση σε ράγα πίνακα είναι η N 148 της Siemens. Σε αυτήν ο bus προσαρμοστής είναι ενσωματωμένος. Συνδέεται στο bus με ειδικές ελατηριωτές επαφές μόλις τοποθετηθεί στη ράγα δεδομένων του πίνακα αλλά και με κλέμμα bus. Υπολογίζεται στους συνδρομητές. Ένα άλλο παράδειγμα θύρας USB είναι η UP 146 για τα προγράμματα Siemens Delta style και Delta profil. Για τη θύρα αυτή, είναι απαραίτητος ο bus προσαρμοστής UP 110 ή UP 115 και πλαίσιο ανάλογα με το πρόγραμμα, το οποίο πρέπει να παραγγέλνεται χωριστά. Υπολογίζεται στους συνδρομητές πάντα μαζί με τον αντίστοιχο bus προσαρμοστή. Η επικοινωνία PC - εγκατάστασης KNX TP 1 μπορεί να γίνεται πλέον και μέσω δικτύου LAN, εφόσον υπάρχει ο κατάλληλος εξοπλισμός (π.χ. IP Router).

- Αισθητήρες



Μπουτόν για ενδείξεις και χειρισμούς (αισθητήρες)

Όπως και στις υπόλοιπες KNX συσκευές έτσι και στα μπουτόν υπάρχει μεγάλη ποικιλία από πολλούς κατασκευαστές KNX με διάφορες δυνατότητες ενδείξεων και χειρισμών όπως επίσης σε πολλούς σχεδιασμούς και χρώματα. Πολλά από αυτά έχουν ίδια σχεδίαση με τις πρίζες, έτσι ώστε να δίνουν στο χώρο ενιαία εικόνα. Από δυνατότητες χειρισμών, υπάρχουν από απλά έως οκταπλά για τοποθέτηση σε ένα κουτί τοίχου. Πολλά από αυτά διαθέτουν χώρο για ετικέτα ή σύμβολο, διόδους εκπομπής φωτός (LED) των οποίων η χρήση μπορεί να προγραμματιστεί (π.χ. ένδειξη προσανατολισμού για να το εντοπίζει κανείς τη νύχτα, ένδειξη λειτουργίας κατανάλωσης κ.λπ.). Υπάρχουν και με ενσωματωμένο θερμοστάτη χώρου όπως επίσης και με αποκωδικοποιητή σημάτων υπέρυθρων (IR) .





### · Θερμοστάτες χώρου



Για την παρακολούθηση και τη ρύθμιση της θερμοκρασίας ενός χώρου υπάρχουν οι θερμοστάτες χώρου: για παράδειγμα, ο UP 254 για το πρόγραμμα Delta style της Siemens. Τοποθετούνται και συνδέονται στους bus προσαρμοστές για χωνευτή τοποθέτηση. Η μέτρηση θερμοκρασίας γίνεται ανεξάρτητα από τη ρύθμισή της. Η ρύθμιση γίνεται στη βάση προκαθορισμένης μέσω του ETS5 θερμοκρασίας και με δυνατότητα χειροκίνητης αλλαγής με προκαθορισμένα όρια ρύθμισης. Έχει φωτεινές ενδείξεις νυκτερινής, ημερήσιας ή αντιπαγωγικής λειτουργίας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ρυθμιστής δύο σημείων (θερμοστάτης) ή μόνιμος ρυθμιστής (ρυθμιστής P, PI), για λειτουργία μόνο θέρμανσης αλλά και για λειτουργία συνδυασμού θέρμανσης και ψύξης. Με ανάλογα προγράμματα εφαρμογών μπορεί να δίνει εντολές ελέγχου σε καταναλώσεις όπως π.χ. σε δυαδική έξοδο για τον έλεγχο ηλεκτροθερμικών μηχανισμών ελέγχου (ρύθμιση δύο σημείων) ή εντολές ελέγχου για την ενεργοποίηση του μηχανισμού ελέγχου βαλβίδων Heimeier (διαρκής ρύθμιση). Η απλή και επεξηγηματική επιφάνεια χειρισμού περιλαμβάνει 5 LED για την ένδειξη της τρέχουσας κατάστασης λειτουργίας (κανονική, αναμονή, νυκτερινή και προστασία από παγετό/ζέστη), ένα μπουτόν για αλλαγή επιλογής από τη λειτουργία «άνεσης» στη λειτουργία «αναμονής» και το αντίστροφο, καθώς και ένα κομβίο για την αλλαγή της βασικής ονομαστικής θερμοκρασίας.

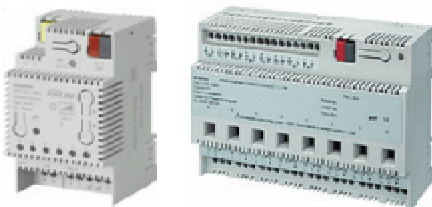


### · Ανιχνευτές κίνησης και παρουσίας

Για τον εντοπισμό ατόμων ή ζώων, που κινούνται στην περιοχή ανίχνευσής τους, υπάρχουν οι ανιχνευτές κίνησης για κατευθείαν σύνδεση στο bus. Για την ανίχνευση παρουσίας ανθρώπων σε κλειστούς χώρους, υπάρχει ποικιλία από ανιχνευτές παρουσίας. Η διαφορά τους από τους ανιχνευτές κίνησης είναι ότι μπορούν να ανιχνεύουν μικρές κινήσεις των ανθρώπων (μερικών εκατοστών), ενώ οι ανιχνευτές ανιχνεύουν μόνο μεγαλύτερες κινήσεις (ανάλογα με την απόσταση και τη φορά της κίνησης). Συνήθως είναι κατασκευασμένοι για τοποθέτηση σε

οροφή. Για τη μέτρηση του φωτός στην περιοχή ανίχνευσης, διαθέτουν ενσωματωμένο αισθητήρα

- Εξοδοι για ρύθμιση φωτισμού (dimmer)



Στις συσκευές εξόδου υπάγονται και οι ρυθμιστές έντασης φωτισμού (dimmer), μεγάλη ποικιλία των οποίων διαθέτουν πολλοί κατασκευαστές KNX. Υπάρχουν για τη ρύθμιση φωτισμού σε συμβατικούς

λαμπτήρες πυράκτωσης ή σε λαμπτήρες χαμηλής τάσης 12 V με συμβατικούς ή ηλεκτρονικούς μετασχηματιστές. Συνήθως τοποθετούνται σε ράγα πίνακα. Όσοι από αυτούς είναι universal, αναγνωρίζουν αυτόματα το είδος του φορτίου και προσαρμόζονται (προϋπόθεση το ομοιογενές φορτίο), διαθέτουν δε και ηλεκτρονική ασφάλεια. Όλες οι πιο πάνω εξοδοι προγραμματίζονται και υπολογίζονται στους bus συνδρομητές. Για όλους τους πιο πάνω τύπους ρυθμιστών υπάρχει η δυνατότητα της ρύθμισης του φωτισμού μέσω του ETS5 προγραμματισμένων τιμών φωτεινότητας π.χ. 30%, 50%, 85%, 100%. Υπάρχουν dimmer για άμεσο και για έμμεσο έλεγχο φωτιστικών μέσω ελεγχόμενων τροφοδοτικών ή δυναμικών μπάλαστ με τάση ελέγχου 1-10 V για παράδειγμα (EVG Dynamic). Εδώ θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα ένας dimmer διακόπτης για ρύθμιση της έντασης φωτισμού σε λαμπτήρες φθορισμού, διότι αυτός θα χρησιμοποιηθεί σε παραδείγματα εφαρμογών. Πρόκειται για τον N 526 της Siemens, ο οποίος είναι για τοποθέτηση σε ράγα πίνακα. Διαθέτει οκτώ κανάλια, άρα μπορεί να ελέγξει έως οκτώ ανεξάρτητα φορτία σε on/off αλλά και σε dimming με τάση ελέγχου 1-10 V

- Εξοδοι για έλεγχο ηλεκτρικών ρολών και τέντας



Για τον έλεγχο των ηλεκτρικών ρολών και της τέντας διατίθεται ποικιλία KNX συσκευών από πολλούς κατασκευαστές. Υπάρχουν για εξωτερική τοποθέτηση, για τοποθέτηση σε κουτιά τοίχου, για τοποθέτηση σε ράγα πίνακα. Υπάρχουν με δυνατότητα ελέγχου

περισσότερων τού ενός ηλεκτρικών ρολών ή τεντών, με ή χωρίς δυνατότητα και χειροκίνητου χειρισμού, με ή χωρίς οπτικές ενδείξεις λειτουργίας. Εδώ, παραδείγματος χάρη, θα παρουσιαστεί η ειδική έξοδος N501 AB02 της Siemens, διότι αυτή θα χρησιμοποιηθεί σε

παραδείγματα εφαρμογών στο . Είναι κατάλληλη για τοποθέτηση σε ράγα πίνακα και μπορεί να ελέγξει τέσσερα μοτέρ ηλεκτρικών ρολών 230 V 6A με δυνατότητα ελέγχου και ρύθμισης της θέσης των περσίδων (αν υπάρχουν στο ρολό). Πρόκειται για μια σύνθετη KNX συσκευή πολλαπλών λειτουργιών, γιατί διαθέτει και οκτώ δυαδικές εισόδους

- Μονάδες σεναρίων



Συνήθως είναι συσκευές κατάλληλες για τοποθέτηση σε ράγα πίνακα. Μπορούν να αποθηκεύουν σενάρια εντολών. Ένα σενάριο μπορεί π.χ. να περιλαμβάνει στάθμες φωτισμού, θέσεις ρολών, ρυθμίσεις θερμοκρασίας. Κάθε σενάριο αποθηκεύεται και καλείται κατά περίπτωση. Σε ένα σενάριο μπορεί να αποθηκευτεί επίσης εάν πρέπει να ανάψει ή να σβήσει η ψύξη ή η θέρμανση, εάν πρέπει να τεθεί νέα τιμή στη θερμοκρασία του χώρου ή εάν πρέπει να αποσταλεί νέα τιμή φωτεινότητας στη ρύθμιση σταθεροποίησης φωτισμού. Ανά μονάδα σεναρίου μπορούν να αποθηκευτούν πολλές διευθύνσεις ομάδων, που κατανέμονται σε σενάρια ανάλογα με τις δυνατότητες τις οποίες προσφέρουν οι κατασκευαστές τους.

- Μονάδες λογικής



Οι μονάδες λογικής είναι επίσης συνήθως συσκευές που τοποθετούνται σε ράγα πίνακα και επιτρέπουν τη δημιουργία λογικών σχέσεων με βάση τη δυαδική λογική. Διαχειρίζονται στοιχεία ομάδας 1-bit τα οποία μπορούν να καταχωρηθούν ελεύθερα στις εισόδους ή στις εξόδους της μονάδας λογικής. Με αυτό τον τρόπο ο προγραμματιστής δεν είναι δεσμευμένος με ένα σταθερό μέγεθος μονάδας με τον ίδιο πάντοτε αριθμό εισόδων. Μπορεί σε κάθε μονάδα να καθορίζεται πόσες εισόδους θα πρέπει να έχει και ποιος λογικός συσχετισμός θα πρέπει να διεξαχθεί. Σε μια σύγχρονη μονάδα λογικής ο προγραμματιστής μπορεί να ορίσει τις ακόλουθες λογικές λειτουργίες: AND, NAND, OR, NOR.

- Συσκευές εισόδου

Οι δυαδικές εισοδοί παρακολουθούν γεγονότα συνήθως δύο καταστάσεων, όπως ανοιχτή ή κλειστή επαφή, ύπαρξη ή απουσία τάσης και μεταφέρουν αντίστοιχη πληροφορία στο bus. Το είδος της κατάστασης που εντοπίζουν σε κάθε είσοδο το μετατρέπουν σε πληροφορία, η οποία ταξιδεύει στο bus και ενεργοποιεί αντίστοιχα τις εξόδους ή τις ενδείξεις με τις οποίες έχουν προγραμματιστεί να επικοινωνούν. Όπως αναφέρθηκε ήδη, μια δυαδική είσοδος χρησιμοποιείται στη μετατροπή ενός γεγονότος σε πληροφορία συμβατή με τον τρόπο επικοινωνίας του bus. Ανάλογα με την τάση παρακολούθησης υπάρχουν για 230 V AC ή DC και για 24 V AC ή DC. Ανάλογα με τον τρόπο τοποθέτησης, υπάρχουν για τοποθέτηση σε ράγα πίνακα ή για εξωτερική τοποθέτηση. Ένα παράδειγμα δυαδικής εισόδου είναι η είσοδος για συμβατικά μπουτόν: Για τοποθέτηση στα χωνευτά κουτιά εγκατάστασης διαμέτρου και βάθους 60 mm<sup>2</sup>. Στην είσοδο αυτή μπορούν να συνδεθούν μέχρι τέσσερα συμβατικά μπουτόν ή διακόπτες. Συνδέεται στη γραμμή bus και στα μπουτόν ή στους διακόπτες. Δεν χρειάζεται άλλη τροφοδοσία. Για τον προγραμματισμό της μέσω του ETS5 υπάρχουν διάφορες δυνατότητες στη βάση δεδομένων του κατασκευαστή της, όπως ρύθμιση φωτισμού (dimmer), έλεγχος ηλεκτρικών ρολών, on/off και διάφοροι άλλοι συνδυασμοί.

- Συσκευές εξόδου(δέκτες ή και ενεργοποιητές)

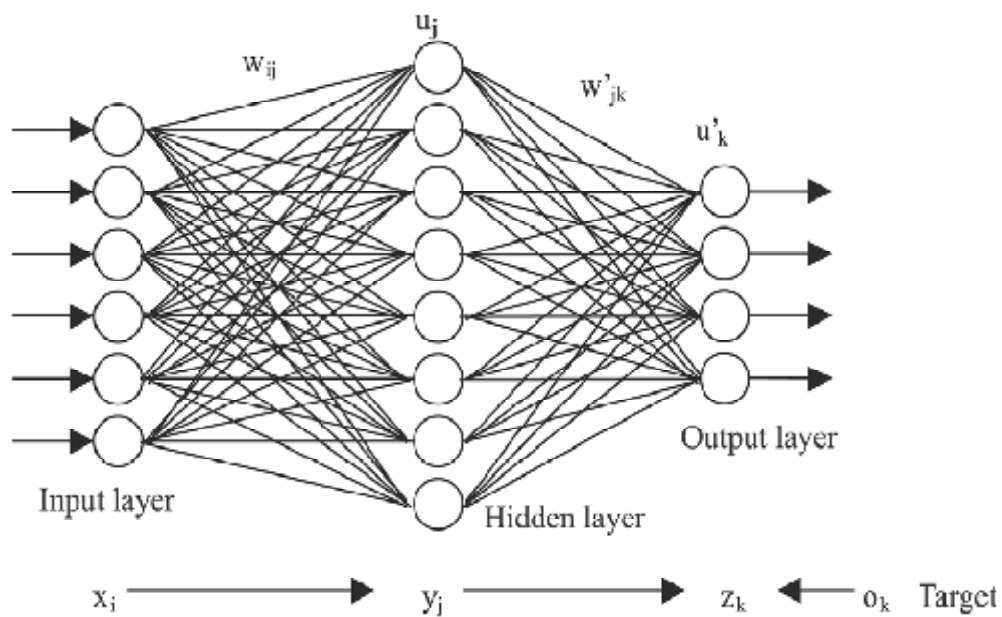
Οι συσκευές εξόδου παρακολουθούν τη λειτουργία των καταναλωτών με βάση τις εντολές τις οποίες δέχονται μέσα από το bus, ελέγχοντας συνήθως την τάση 230/400 V. Επομένως, εκτός από τη σύνδεση με την bus γραμμή, έχουν και σύνδεση με τη γραμμή ισχύος και έξοδο προς τον καταναλωτή ή τους καταναλωτές τους οποίους πρέπει να ελέγξουν. Με βάση τον τρόπο λειτουργίας υπάρχουν τριών ειδών συσκευές εξόδου: δυαδικές, αναλογικές και συνδυασμοί των δύο. Οι περισσότερες δυαδικές έξοδοι είναι για τοποθέτηση σε ράγα πίνακα με ονομαστική ένταση έως 16 A ανά κανάλι. Συνήθως σε αυτές που διαθέτουν περισσότερα του ενός κανάλια (εξόδους) κάθε έξοδος μπορεί να προγραμματίζεται ανεξάρτητα. Οι επαφές εξόδου μπορούν να προγραμματιστούν για ανοιχτή ή κλειστή λειτουργία. Ακόμη προγραμματίζονται οι παράμετροι λειτουργίας, όπως π.χ. η συμπεριφορά σε περίπτωση διακοπής και επαναφοράς της τάσης τροφοδοσίας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

### 3.1 Ιστορική αναδρομή των νευρωνικών δικτύων

Το ερευνητικό ενδιαφέρον για τα νευρωνικά δίκτυα (neural networks) προήλθε από την παρατήρηση ότι το ανθρώπινο μυαλό λειτουργεί τελείως διαφορετικά από τις ψηφιακές υπολογιστικές μηχανές, έχει την ικανότητα να είναι αρκετά πιο αποτελεσματικό από αυτές σε προβλήματα αναγνώρισης προτύπων.

Η σύγχρονη αντίληψη των νευρωνικών δικτύων, όπου οι νευρώνες είναι βασικά στοιχεία του δικτύου, ξεκινά το 1940 με την εργασία των McCulloch και Pitts. Με αυτήν την εργασία παρουσιάστηκε για πρώτη φορά η ιδέα του νευρωνικού δικτύου και ο τρόπος λειτουργίας των νευρώνων στις διασυνδέσεις των επιπέδων του. Ο νευρώνας θεωρείται ότι έχει μόνο δύο καταστάσεις, είτε πυροδοτεί είτε βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας. Επίσης επιτρέπεται να έχει πολλές εισόδους αλλά μία έξοδο η οποία με την σειρά της συνδέεται με νευρώνα σε διαφορετικό επίπεδο και όχι στο ίδιο.



Εικόνα 7: Απεικόνιση νευρωνικού δικτύου

Το 1949 ο D.Hebb με το βιβλίο του “The organisation of behavior” εισάγει τον κανόνα μάθησης Hebb. Ο κανόνας αυτός έχει ως κεντρική ιδέα τις συνδέσεις μεταξύ των νευρώνων. Κάθε φορά που χρησιμοποιούνται οι συνδέσεις των νευρώνων αυτές ενισχύονται και το δίκτυο είναι πιο κοντά στο να μάθει τα πρότυπα που του παρουσιάστηκαν.

Οι πρώτες πρακτικές εφαρμογές ήρθαν την δεκαετία του 1950 με την ανακάλυψη του δικτύου perceptron από τον Frank Rosenblatt. Εξαιτίας της φύσης των δικτύων αυτών τα προβλήματα που μπορούν να λυθούν ήταν λίγα. Παρόλα αυτά το ενδιαφέρον για τα νευρωνικά δίκτυα αυξήθηκε. Την ίδια εποχή οι Widrow και Hoff αναπτύσσουν τα μοντέλα Adaline και Madaline, τα οποία για πρώτη φορά εφαρμόστηκαν επιτυχώς σε πρακτικά προβλήματα.

Η επόμενη σημαντική πρόοδος στον τομέα των νευρωνικών δικτύων ήταν η ανακάλυψη του αλγορίθμου οπισθοδρόμησης των σφαλμάτων (backpropagation) την δεκαετία του 1980. Με την μέθοδο αυτή το νευρωνικό δίκτυο εκπαιδεύεται με κατεύθυνση που μειώνεται το σφάλμα που εμφανίζεται στην έξοδο. Την ίδια περίοδο οι McClelland και Rumelhart δημοσιεύουν το “Parallel Distributed Processing”. Για πρώτη φορά προτείνεται η ιδέα ότι το νευρωνικό δίκτυο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως παράλληλος επεξεργαστής με ενδιάμεσα επίπεδα νευρώνων μεταξύ του επιπέδου εισόδων και το επίπεδο εξόδου.

Με τις σημαντικές αυτές εξελίξεις στα νευρωνικά δίκτυα την δεκαετία του 1980 συγκεντρώνεται τόσο ενδιαφέρον που αρχίζει να αναπτύσσεται ανεξάρτητος τομέας επιστήμης, αφιερωμένος σε αυτά. Παράλληλα ξεκινούν τα πρώτα συνέδρια με περιεχόμενο, καθαρά προς τον τομέα των νευρωνικών δικτύων από την American Physical Society και την IEEE.

Τα τελευταία χρόνια έχουν ανακαλυφθεί αρκετοί αλγόριθμοι και αρχιτεκτονικές νευρωνικών δικτύων πέρα από τους κλασσικούς για επίλυση σύγχρονων και δύσκολων προβλημάτων. Με την ολοένα και πιο αυξημένη υπολογιστική δύναμη τα νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο από εταιρίες για την αυτοματοποίηση διαδικασιών.

### 3.2 Η βιολογική έμπνευση των νευρωνικών δικτύων

Τα νευρωνικά δίκτυα αναπτύχθηκαν μέσα από τις διεξαγωγές ερευνών της Τεχνητής Νοημοσύνης. Προσπάθειες, δηλαδή, μίμησης της ανοχής σε βλάβες και τη δυνατότητα εξόρυξης γνώσης μέσα από βιολογικά νευρωνικά συστήματα, μοντελοποιώντας τη δομή των χαμηλών επιπέδων του εγκεφάλου. Στη συνέχεια, από το κύριο μέρος της έρευνας της Τεχνητής Νοημοσύνης που έγινε το 1960-1980, προήλθαν τα Έμπειρα Συστήματα (Expert Systems). Τα συστήματα αυτά έχουν βασιστεί σε ένα μοντέλο λογικής διεργασίας υψηλού επιπέδου, το οποίο δημιουργήθηκε από τον τρόπο με τον οποίο έχει δομηθεί η συλλογιστική διεργασία των ανθρώπων σχετικά με το χειρισμό των συμβόλων. Έγινε γρήγορα εμφανές πως αυτά τα συστήματα αν και ήταν πολύ χρήσιμα σε κάποιους τομείς, απέτυχαν να συλλάβουν καίριες πτυχές της ανθρώπινης νοημοσύνης. Σύμφωνα με μια πτυχή της μελέτης, το γεγονός αυτό οφειλόταν στην αποτυχία τους να μιμηθούν τη βασική δομή του εγκεφάλου. Προκειμένου να αναπαραχθεί νοημοσύνη, κρίνεται απαραίτητη η δημιουργία συστημάτων με παρόμοια τεχνική.

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος είναι φτιαγμένος από ένα τεράστιο δίκτυο από υπολογιστικά στοιχεία, που καλούνται νευρώνες (neurons), ζευγαρωμένοι με αισθητήριους δέκτες (receptors) και επιδραστής (ejectors). Ο μέσος ανθρώπινος εγκέφαλος υπολογίζεται ότι περιέχει περίπου 100 δισεκατομμύρια κύτταρα ποικίλου είδους. Ο νευρώνας είναι ένα ειδικό κύτταρο που μεταφέρει ένα ηλεκτρικό σήμα και ο αριθμός τους υπολογίζεται σε 10 δισεκατομμύρια περίπου στον ανθρώπινο εγκέφαλο. Τα εναπομείναντα 90 δισεκατομμύρια κύτταρα ονομάζονται νευρογλοιακά (glial) ή κολλώδη κύτταρα, τα οποία λειτουργούν ως κύτταρα υποστήριξης των νευρώνων. Κάθε νευρώνας είναι περίπου το ένα εκατοστό του μεγέθους της τελείας που συναντάμε στο τέλος αυτής της πρότασης. Οι νευρώνες αλληλοεπιδρούν μέσω επαφών που ονομάζονται συνάψεις (synapses). Κάθε σύναψη καλύπτει ένα κενό περίπου ενός εκατομμυριοστού του πλάτους μιας ίντσας. Κατά μέσο όρο κάθε νευρώνας λαμβάνει σήματα μέσω χιλιάδων συνάψεων

Η ισχύς ενός σήματος που λαμβάνεται από ένα νευρώνα, εξαρτάται από την αποτελεσματικότητα των συνάψεων. Κάθε σύναψη περιέχει ένα κενό με νευροδιαβιβαστές χημικών ουσιών (neurotransmitter chemicals) που είναι σε ετοιμότητα για μετάδοση ενός μηνύματος. Ο Donald Hebb, ένας από τους πιο σημαντικούς ερευνητές στα νευρολογικά



συστήματα, έθεσε ως ζήτημα πως η μάθηση συνιστάται κυρίως από τη μεταβολή της ισχύος των συνοπτικών συνδέσμων

Τα ανθρώπινα όντα, καθώς επίσης και πολλοί άλλοι ζωντανοί οργανισμοί, καταπιάνονται με πρακτικά προβλήματα σχεδόν άκοπα σε σχέση με ένα σειριακό ψηφιακό υπολογιστή. Το κίνητρο για την έρευνα των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Artificial Neural Networks) είναι η πίστη ότι οι ανθρώπινες ικανότητες, που αφορούν στην οπτική αντίληψη του πραγματικού χρόνου, στην κατανόηση της ομιλίας, της επεξεργασίας αισθητηριακών πληροφοριών και στην προσαρμοστικότητα όπως επίσης και στην έξυπνη λήψη αποφάσεων, προέρχονται από οργανωτικές και υπολογιστικές αρχές, επιδεικνύοντας το πολύπλοκο νευρωνικό δίκτυο του ανθρώπινου εγκεφάλου.

Ως παράδειγμα τίθεται το πείραμα του Ραβλον για την Κλασική Εξάρτηση. Η κλασική εξάρτηση είναι μια μορφή συνειρμικής μάθησης, η οποία παρουσιάστηκε για πρώτη φορά από τον Ivan Pavlov και περιλαμβάνει την παρουσίαση ενός ουδέτερου ερεθίσματος μαζί με κάποιο σημαντικό ερέθισμα. Ο Ραβλον πειραματιζόμενος με σκύλους, παρατήρησε πως ορισμένα ερεθίσματα, όπως ο ήχος των βημάτων του εκτροφέα που πλησίαζε ή ο ήχος ενός κουδουνιού κατά την προσφορά της τροφής ενεργοποιούσε την έκκριση σιέλου, όπως ακριβώς την ενεργοποιούσε η διατροφή. Με την επανάληψη του πειράματος δημιουργήθηκε ένα καινούριο ανακλαστικό. Ο νέος αυτός τρόπος διασύνδεσης μεταξύ δύο ερεθισμάτων έγινε γνωστός ως εξαρτημένο ανακλαστικό (conditioned reflex) και η διαδικασία ονομάστηκε κλασική εξάρτηση και μέσω αυτής επέρχεται σημαντική αλλαγή της συμπεριφοράς.

Πρόσφατες έρευνες στη γνωσιακή επιστήμη και ιδιαίτερα στον τομέα της ασυνείδητης επεξεργασίας πληροφοριών, απέδειξαν περαιτέρω την τεράστια ικανότητα του ανθρώπινου μυαλού να καταλήγει σε απλές συνδιακυμάνσεις εισροών-εκροών, από εξαιρετικά πολύπλοκα ερεθίσματα. Επομένως, από ένα τεράστιο αριθμό ιδιαίτερα απλών μονάδων εργασίας, ο εγκέφαλος κατορθώνει την εκτέλεση εξαιρετικά πολύπλοκων καθηκόντων. Παρουσιάζει, μάλιστα, μεγάλο ενδιαφέρον το γεγονός ότι τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα έχουν την ικανότητα να επιτύχουν τόσο αξιόλογα αποτελέσματα χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο όχι και τόσο πολύπλοκο.



**Εικόνα 8: Νευρώνας**

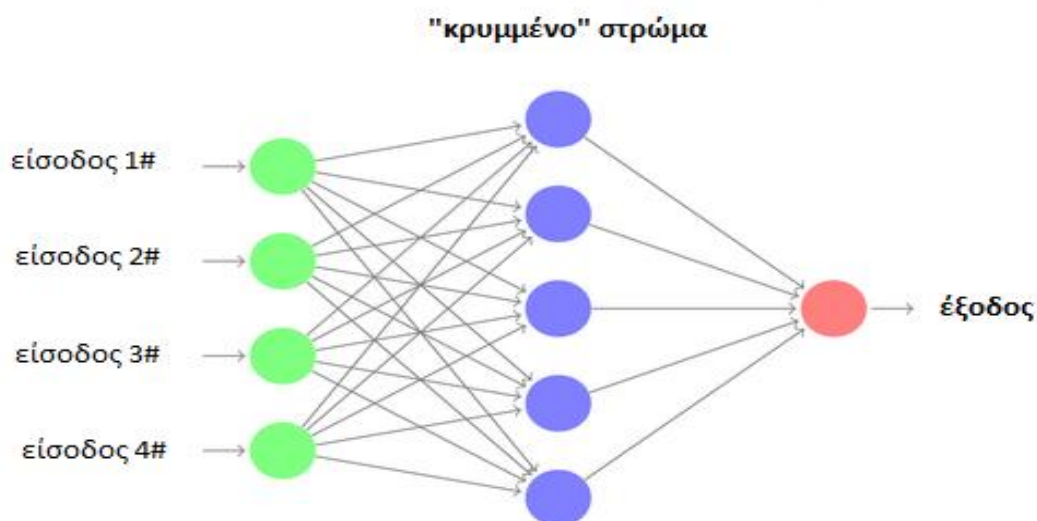
### 3.3 Βασικές αρχές νευρωνικών δικτύων

Το νευρωνικό δίκτυο είναι ένα δίκτυο από απλούς υπολογιστικούς κόμβους διασυνδεδεμένους μεταξύ τους. Είναι εμπνευσμένο από το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ) το οποίο προσπαθεί να προσομοιώσει. Κάθε κόμβος δέχεται ένα σύνολο αριθμητικών εισόδων από διαφορετικές πηγές (είτε από άλλους νευρώνες είτε από το περιβάλλον) επιτελεί έναν υπολογισμό με βάση αυτές τις εισόδους και παράγει μία έξοδο. Η εν λόγω έξοδος είτε κατευθύνεται στο περιβάλλον είτε τροφοδοτείται ως είσοδος σε άλλους νευρώνες του δικτύου. Υπάρχουν τρεις τύποι νευρώνων : οι νευρώνες εισόδου ,οι νευρώνες εξόδου και οι υπολογιστικοί νευρώνες ή κρυμμένοι νευρώνες. Οι νευρώνες εισόδου δεν επιτελούν κανέναν υπολογισμό μεσολαβούν απλώς ανάμεσα στις περιβαλλοντικές εισόδους του δικτύου και στους υπολογιστικούς νευρώνες. Οι νευρώνες εξόδου διοχετεύουν στο περιβάλλον τις τελικές αριθμητικές εξόδους του δικτύου. Οι υπολογιστικοί νευρώνες πολλαπλασιάζουν κάθε είσοδό τους με το αντίστοιχο συνοπτικό βάρος και υπολογίζουν το ολικό άθροισμα των γινομένων. Το άθροισμα αυτό τροφοδοτείται ως όρισμα στη συνάρτηση ενεργοποίησης την οποία υλοποιεί εσωτερικά κάθε κόμβος. Η τιμή που λαμβάνει η συνάρτηση για το εν λόγω όρισμα είναι και η έξοδος του νευρώνα για τις τρέχουσες εισόδους και βάρη. Εάν  $x_k$  είναι η  $i$ -οστή

είσοδος του k νευρώνα  $w_{ki}$ : το i-οστό συνοπτικό βάρος του k νευρώνα και  $f(\cdot)$  η συνάρτηση ενεργοποίησης του νευρωνικού δικτύου τότε η έξοδος  $y_k$  του k νευρώνα δίνεται από την εξίσωση:

$$y_k = f\left(\sum_{i=0}^N x_{ki} w_{ki}\right)$$

Στον k-οστό νευρώνα υπάρχει ένα συνοπτικό βάρος  $w_{k0}$  με ιδιαίτερη σημασία το οποίο καλείται πόλωση ή κατώφλι (bias, threshold). Η τιμή της εισόδου του είναι πάντα η μονάδα,  $x_{k0} = 1$ . Εάν το συνολικό άθροισμα από τις υπόλοιπες εισόδους του νευρώνα είναι μεγαλύτερο από την τιμή αυτή τότε ο νευρώνας ενεργοποιείται. Εάν είναι μικρότερο τότε ο νευρώνας παραμένει ανενεργός. Η ιδέα προέκυψε από τα βιολογικά νευρικά κύτταρα.



**Εικόνα 9: Απεικόνιση νευρωνικού δικτύου**

### 3.4 Μάθηση

Μάθηση στα νευρωνικά δίκτυα σημαίνει την προσέγγιση στην εύρεση παραμέτρων. Πολλές φορές θα τα συναντήσουμε ως βάρη. Αυτή η εύρεση παραμέτρων γίνεται σε ένα μοντέλο, μια χαρτογράφηση, μια λειτουργία με την χρησιμοποίηση ζευγαριών δεδομένων κατάρτισης. Σε πολλά επιστημονικά και μηχανολογικά πεδία έρευνας, αυτή η διαδικασία εκμάθησης από δεδομένα λέγεται εκπαίδευση, μορφοποίηση ή προσαρμογή παραμέτρων, εκτίμηση παραμέτρων, αναβάθμιση βαρών, αναγνώριση, μάθηση, κ.α. Η εκμάθηση μπορεί να γίνει με δυο τρόπους: η μέθοδος off Line όπου όλα τα ζευγάρια δεδομένων χρησιμοποιούνται μαζί, και λέγεται 'μιας βολής' και η on Line όπου τα βάρη αναπροσαρμόζονται μετά από κάθε ζεύγος δεδομένων και λέγεται προοδευτική ή επαναληπτική. Τα βάρη των μηχανών εναλλακτικού προγραμματισμού αντιπροσωπεύουν τις παραμέτρους που ορίζουν το σχήμα και την θέση των λειτουργιών ενεργοποίησης που συνήθως λέγονται λειτουργίες βάσης, λειτουργίες kernel, λειτουργίες δεσμών, βαθμοί οικειοποίησης βαθμοί πιθανότητας και ,ανάλογα με πιο εργαλείο εναλλακτικού προγραμματισμού χρησιμοποιούμε, κάνουν όμως παρόμοια αν όχι ίδια δουλειά της μη γραμμικής μεταμόρφωσης εισαγόμενων σημάτων στους νευρώνες στοιχεία ή μονάδες επεξεργασίας .

### 3.5 Οι συναρτήσεις ενεργοποίησης

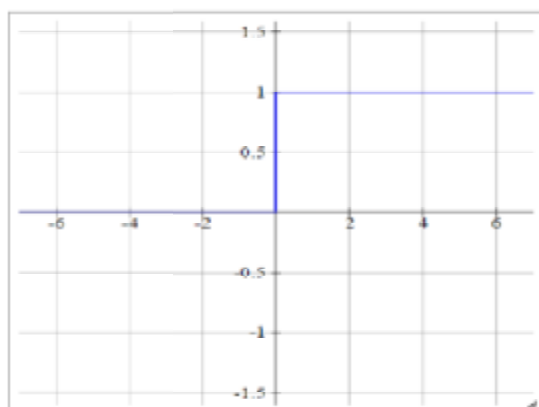
Οι τιμές των εξόδων των κόμβων ενός νευρωνικού δικτύου βασίζονται άμεσα με τον ορισμό της συνάρτησης ενεργοποίησης (activation function)  $f_i$ , που συνδέεται σε αυτούς. Η συνάρτηση ενεργοποίησης εφαρμόζεται στο σύνολο τιμών των εισόδων οι οποίες έρχονται μέσα από τόξα εισόδου. Καλείται κάποιες φορές ως συνάρτηση στοιχείου (processing element function) ή ως κανόνας διέγερσης. Στον ανθρώπινο εγκέφαλο όταν μία είσοδος σε έναν νευρώνα είναι αρκετά μεγάλη, αυτός διεγείρεται ,στέλνοντας ένα ηλεκτρικό σήμα στον σύνδεσμο εξόδου του. Με τον ίδιο τρόπο, σε ένα τεχνητό νευρωνικό δίκτυο, έξοδος μπορεί να δημιουργείται μόνο αν η είσοδος είναι πάνω από κάποιο επίπεδο, από όπου προκύπτει και η ιδέα του κανόνα διέγερσης. Σε περίπτωση δυαδικής εξόδου, η έξοδος μπορεί να πάρει τις τιμές 0 ή 1, το οποίο εξαρτάται από το πότε ο νευρώνας πρέπει να διεγερθεί. Στην περίπτωση αυτή η συνάρτηση ενεργοποίησης ονομάζεται μονοπολική. Άλλες συναρτήσεις ενεργοποίησης αντί για 0 και 1 χρησιμοποιούν -1 και 1 (διπολικές συναρτήσεις ενεργοποίησης) ενώ άλλες

παράγουν στην έξοδο διάστημα από τιμές οι οποίες χρησιμοποιούνται για να αποφασιστεί αν οι τιμές της εισόδου και της εξόδου είναι 0 ή 1.

Παρακάτω αναλύονται βασικές συναρτήσεις ενεργοποίησης. Με  $f_i$  συμβολίζεται η συνάρτηση ενεργοποίησης που εφαρμόζεται στις τιμές εισόδου  $[x_{1,i}, \dots, x_{k,i}]$  και στα βάρη  $[w_{1,i}, \dots, w_{k,i}]$  τα οποία συνδυάζονται σε μορφή αθροίσματος γινομένου:  $S = \sum_{i=0}^N x_i w_i$ .

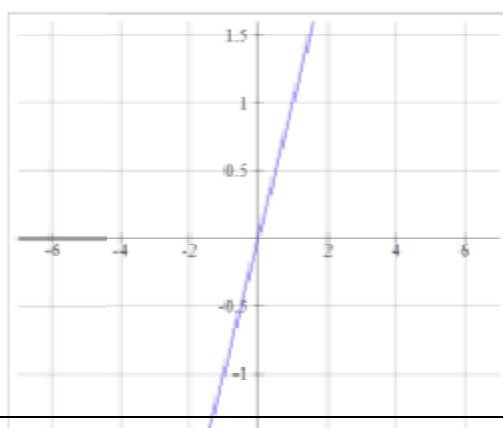
- **Κατώφλιού ή βήματος** : Η τιμή της εξόδου που παράγεται είναι 0 ή 1 το οποίο εξαρτάται από το άθροισμα των γινομένων των τιμών της εισόδου και των βαρών αντίστοιχα. Οι τιμές πάνω από το κατώφλι  $T$  θα είναι είτε 0 είτε 1:

$$f(S) = \begin{cases} 1 & S \geq T \\ 0 & S < T \end{cases}$$



- **Γραμμική**: Αυτή η συνάρτηση ενεργοποίησης παράγει μία γραμμική τιμή εξόδου βάσει της εισόδου της. Στον παρακάτω τύπο,  $c$  είναι μία σταθερά που λαμβάνει θετικές τιμές. Με τη

$$f(S) = cS$$



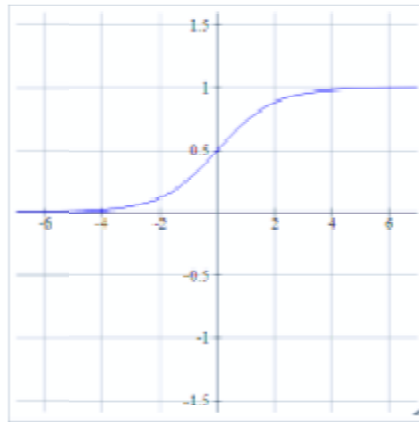
γραμμική συνάρτηση η τιμή της εξόδου δεν έχει όρια σε σχέση με ελάχιστες ή μέγιστες τιμές :

• **Σιγμοειδής:** Είναι μία καμπύλη σχήματος “S” με τιμές εξόδου μεταξύ του 0 και του 1 (ή -1 και 1). Υπάρχουν πολλά είδη σιγμοειδών συναρτήσεων όμως όλες είναι μονότονα αύξουσες και έχουν αυτό το χαρακτηριστικό σχήμα. Ένα τέτοιο είδος σιγμοειδούς συνάρτησης είναι η λογιστική συνάρτηση :

$$f(S) = \frac{1}{1 + e^{-cS}}$$

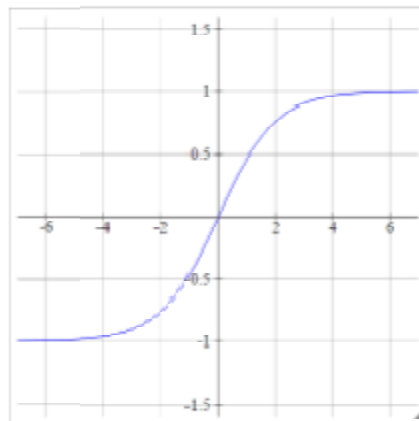
όπου, το  $c$  λαμβάνει θετικές τιμές και αλλάζει την κλίση της συνάρτησης. Αυτή η συνάρτηση έχει μία απλή παραγωγή:

$$\frac{\partial f}{\partial S} = f(1 - f)$$



• **Υπερβολική εφαπτόμενη:** Ένα άλλο είδος σιγμοειδούς συνάρτησης είναι η συνάρτηση της υπερβολικής εφαπτομένης. Αυτή η συνάρτηση έχει έξοδο με κέντρο το μηδέν η οποία μπορεί να βοηθήσει στη μάθηση:

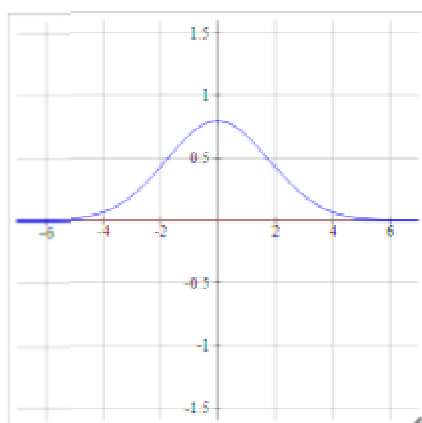
$$f(S) = \frac{1 + e^S}{1 + e^{eS}}$$



• **Gaussian:** Η Gaussian συνάρτηση είναι μια καμπύλη σχήματος καμπάνας με τιμές εξόδου το διάστημα [0,1]. Δίνεται από τον τύπο:

$$f(S) = e^{-\frac{S^2}{V}}$$

όπου, το  $S$  είναι η μέση τιμή και το  $V$  είναι η προκαθορισμένη θετική διασπορά της συνάρτησης.



• **Softmax:** Είναι μία γενικευμένη μορφή της λογιστικής συνάρτησης. Ονομάζεται και κανονικοποιημένη εκθετική συνάρτηση η οποία έχοντας σαν είσοδο  $K$  διαστατό πίνακα εισόδων  $z$ , δίνει  $K$ -διαστατό πίνακα με τιμές πραγματικές στο πεδίο  $[0,1]$  όπου το άθροισμά τους είναι 1. Δίνεται από τον τύπο:

$$f(z)_j = \frac{e^{z_j}}{\sum_{k=1}^K e^{z_k}} \text{ για } j = 1, \dots, K$$

Η συνάρτηση αυτή χρησιμοποιείται συνήθως στο τελευταίο επίπεδο νευρώνων ενός νευρωνικού δικτύου, το οποίο εκπαιδεύεται στα πλαίσια μεθόδων καταγραφής απωλειών όπως της από κοινού εντροπίας (cross entropy), δίνοντας μία μη γραμμική παραλλαγή της λογικής παλινδρόμησης.



### 3.6 Οι ιδιότητες των νευρωνικών δικτύων

Τα τελευταία χρόνια έχει υπάρξει μία έκρηξη ενδιαφέροντος για τα νευρωνικά δίκτυα καθώς εφαρμόζονται με μεγάλη επιτυχία σε ένα ασυνήθιστα μεγάλο φάσμα τομέων της επιστήμης και της τεχνολογίας όπως τα χρηματοοικονομικά, η ιατρική, η επιστήμη μηχανικού, η γεωλογία, η φυσική, η ρομποτική, η επεξεργασία σήματος, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας κτλ. Στην πραγματικότητα τα νευρωνικά δίκτυα εισάγονται οπουδήποτε τίθεται θέμα πρόβλεψης ταξινόμησης ή ελέγχου. Η σαρωτική αυτή επιτυχία μπορεί να αποδοθεί σε δύο βασικά στοιχεία, την ισχύ και την ευχρηστία.

**1. Ισχύς:** Τα νευρωνικά δίκτυα είναι πολύ εξελιγμένες τεχνικές μη γραμμικής μοντελοποίησης ικανές να μοντελοποιήσουν εξαιρετικά πολύπλοκες λειτουργίες. Η γραμμική μοντελοποίηση υπήρξε ευρέως διαδεδομένη για πολύ καιρό δεδομένου ότι στα γραμμικά μοντέλα εφαρμόζονται πολύ γνωστές στρατηγικές βελτιστοποίησης. Στις συνήθεις όμως περιπτώσεις όπου η γραμμική προσέγγιση δεν ήταν έγκυρη τα μοντέλα αυτά αποτύγχαναν αναλόγως. Τα νευρωνικά δίκτυα βέβαια, αν και επιτρέπουν τη μη γραμμικότητα μέσω χρήσης μη γραμμικών συναρτήσεων ενεργοποίησης, μεταθέτουν με τη σειρά τους το πρόβλημα στο ζήτημα της διάστασης (του πλήθους των διαφορετικών εισόδων και εξόδων) το οποίο αποτελεί πρόβλημα στις προσπάθειες μοντελοποίησης μη γραμμικών συναρτήσεων με μεγάλο αριθμό μεταβλητών.

**2. Ευχρηστία:** Τα νευρωνικά δίκτυα εκπαιδεύονται με παραδείγματα. Ο χρήστης συγκεντρώνει αντιπροσωπευτικά δεδομένα και στη συνέχεια, καθώς τα τροφοδοτεί συστηματικά στο δίκτυο μέσω των κατάλληλων αλγορίθμων εκπαίδευσης, το δίκτυο «αντιλαμβάνεται» αυτομάτως τη δομή των δεδομένων και η «γνώση» αυτή εκφράζεται ως κατάλληλες επιλογές συνοπτικών βαρών. Επομένως το τελικό αποτέλεσμα της εκπαίδευσης με ένα συγκεκριμένο σύνολο παραδειγμάτων είναι ο προσδιορισμός των κατάλληλων βαρών του δικτύου. Ο χρήστης χρειάζεται να έχει κάποιες ουσιώδεις γνώσεις σχετικά με τον τρόπο επιλογής και προετοιμασίας των δεδομένων τον τρόπο εκλογής του κατάλληλου νευρωνικού δικτύου και στο πως θα ερμηνευτούν τα αποτελέσματα. Εν τούτοις το επίπεδο των γνώσεων του χρήστη που απαιτούνται για μια επιτυχημένη εφαρμογή των νευρωνικών δικτύων είναι πολύ χαμηλότερο συγκριτικά με κάποια περίπτωση που θα χρησιμοποιούνταν ορισμένες πιο παραδοσιακές μη γραμμικές στατιστικές μέθοδοι.

### 3.7 Πλεονεκτήματα των τεχνητών νευρωνικών Δικτύων

Το επιστημονικό ενδιαφέρον για τα τεχνητά νευρωνικά προκύπτει κυρίως από τη δυνατότητά τους να επιλύουν δύσκολα και ενδιαφέροντα υπολογιστικά προβλήματα του πραγματικού κόσμου. Συγκεκριμένα προβλήματα μεγάλης οικονομικής σημασίας που δεν μπορούσαν να προσεγγιστούν προηγουμένως με κανένα πρακτικό τρόπο, μπορούν τώρα να επιλυθούν με τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα. Προβλήματα στην επιστήμη των μαθηματικών, της φυσικής, αλλά και της ιατρικής, της μηχανικής και της οικονομίας αντιμετωπίζονται με την χρήση των νευρωνικών δικτύων. Η εφαρμογή τους σε μια μεγάλη ποικιλία προβλημάτων σε πολλά πεδία τα έκανε πολύ ελκυστικά. Επίσης οι γρηγορότεροι ηλεκτρονικοί υπολογιστές και οι γρηγορότεροι αλγόριθμοι έκαναν δυνατή την χρήση των νευρωνικών δικτύων για την επίλυση πολύπλοκων βιομηχανικών προβλημάτων που μέχρι τώρα απαιτούσαν πολύ μεγάλο υπολογιστικό κόπο. Η μελέτη DARPA του 1988 καταγράφει ποικίλες εφαρμογές των νευρωνικών δικτύων, αρχίζοντας από το προσαρμοστικό κανάλι του εξισωτή περίπου το 1984. Αυτή η συσκευή, η οποία είχε μία καταπληκτική εμπορική επιτυχία, είναι ένα δίκτυο μονού νευρώνα που χρησιμοποιείται στα τηλεφωνικά συστήματα μακρινής απόστασης για την σταθεροποίηση των φωνητικών σημάτων. Η αναφορά DARPA συνεχίζει να καταγράφει άλλες εμπορικές εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένου ενός μικρού αναγνωριστή λέξεων ενός ελεγκτή διαδικασιών, ενός ταξινομητή sonar και ενός συστήματος ανάλυσης κινδύνου. Η χρήση των τεχνητών νευρωνικών δικτύων προσφέρει συνοπτικά τις ακόλουθες πολύ χρήσιμες ιδιότητες και δυνατότητες .

1. **Μη γραμμικότητα:** Οι νευρώνες γενικά είναι μη γραμμικοί, αφού βασίζονται σε μη γραμμικές συναρτήσεις ενεργοποίησης και κατά συνέπεια, το τεχνητό νευρωνικό δίκτυο αφού αποτελείται από την σύνθεση πολλών νευρώνων, είναι μη γραμμικό.

2. **Συσχέτιση εισόδου εξόδου:** Κατά την εκπαίδευση, παρουσιάζουμε στο τεχνητό νευρωνικό δίκτυο πρότυπα εισόδου ή εκπαίδευσης (που ουσιαστικά κωδικοποιούν το δήθεν πρόβλημα) και τις αντίστοιχες επιθυμητές εξόδους. Σκοπός είναι το τεχνητό νευρωνικό δίκτυο να φτάσει σε μια τέτοια κατάσταση όπου για κάθε πρότυπο εκπαίδευσης η έξοδος του να ταυτίζεται με την επιθυμητή έξοδο. Έτσι, δημιουργείται μια συσχέτιση μεταξύ των

δεδομένων εισόδου και εξόδου, χωρίς όμως τη χρήση κάποιου προκαθορισμένου στατιστικού ή άλλου μοντέλου.

3. **Προσαρμογή:** Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα έχουν την ικανότητα να μεταβάλλουν τα βάρη τους ανάλογα με το περιβάλλον τους, δηλαδή ανάλογα με τα πρότυπα εισόδου. Έτσι ένα τεχνητό νευρωνικό δίκτυο είναι δυνατό να συνεχίσει να εκπαιδεύεται για να αντιμετωπίσει μια μικρή αλλαγή των προτύπων ή ακόμα και μη στατικά προβλήματα.

4. **Απόκριση βασισμένη σε ενδείξεις:** Τα εκπαιδευμένα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μπορούν όχι μόνο να ταξινομήσουν και να τοποθετούν τα πρότυπα εισόδου σε κλάσεις, αλλά επιπρόσθετα δίνουν και τον βαθμό εμπιστοσύνης αυτής της απόφασης. Έτσι, μπορούν να ταξινομήσουν και νέα, άγνωστα κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης πρότυπα. Αυτή η ικανότητα των τεχνητών νευρωνικών δικτύων ονομάζεται γενίκευση (generalization).

5. **Συναφείς πληροφορίες:** Η γνώση αντιπροσωπεύεται από τη δομή και την κατάσταση του τεχνητού νευρωνικού δικτύου. Κάθε νευρώνας πιθανά επηρεάζει και επηρεάζεται από όλους τους υπόλοιπους νευρώνες. Συνεπώς, συναφείς πληροφορίες αντιμετωπίζονται με φυσικό τρόπο από το τεχνητό νευρωνικό δίκτυο.

6. **Ανεκτικότητα σε σφάλματα:** Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα που έχουν υλοποιηθεί σε υλικό (hardware) έχουν την ιδιότητα της ανεκτικότητας σε σφάλματα, γιατί η απόδοση του συστήματος μειώνεται ομαλά σε περίπτωση λάθους. Για παράδειγμα, αν καταστραφεί ένας νευρώνας, το τεχνητό νευρωνικό δίκτυο δεν θα αχρηστευθεί, αλλά θα συνεχίσει μετριάζοντας, ίσως, την απόδοση του.

7. **Δυνατότητα VLSI υλοποίησης:** Η μαζικά παράλληλη φύση των τεχνητών νευρωνικών δικτύων τα καθιστά ιδανικά για υλοποίηση σε υλικό με χρήση της τεχνολογίας ολοκλήρωσης πολύ μεγάλης κλίμακας (Very Large Scale Integration - VLSI). Αποτέλεσμα αυτής της υλοποίησης είναι η σχετικά γρήγορη απόκριση του συστήματος και η δυνατότητα της χρησιμοποίησής του σαν μέρος ενός μεγαλύτερου και πολύπλοκου συστήματος (embedded system).

8. **Ομοιομορφία ανάλυσης και σχεδιασμού:** Όλα τα μοντέλα τεχνητών νευρωνικών δικτύων μοιράζονται κάποιες βασικές αρχές, όπως την έννοια του νευρώνα, των συνδέσεων και της εκπαίδευσης. Αποτέλεσμα αυτού είναι η ευκολότερη διασπορά ιδεών μεταξύ των ερευνητών.

**9. Ικανότητα αναγνώρισης προτύπων:** Τα νευρωνικά δίκτυα έχουν την ικανότητα να μην επηρεάζονται από κακού τύπου δεδομένα όπως δεδομένα με θόρυβο ή ελλιπή. Από αυτό πηγάζει η δυνατότητά τους στην αναγνώριση προτύπων. Επιπροσθέτως έχουν σχεδιαστεί με τρόπο που παρέχει πληροφορίες για την αξιοπιστία των αποφάσεων που πήραν. Τέτοιες πληροφορίες βοηθούν ακόμη περισσότερο στην απόρριψη αμφιλεγόμενων προτύπων, βελτιώνοντας την συνολική ακρίβεια.

**10. Βιολογική αναλογία:** Η κατασκευή των τεχνητών νευρωνικών δικτύων είναι εμπνευσμένη από τον ανθρώπινο εγκέφαλο. Έτσι οι νευροβιολόγοι, συχνά, μελετούν τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα για να καταλάβουν καλύτερα τη λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου και τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας βοηθούν στην περαιτέρω ανάπτυξη των τεχνητών νευρωνικών δικτύων. Αυτός ο κύκλος τροφοδοτεί και τις δύο επιστήμες και δίνει στα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα ιδιαίτερη ερευνητική αξία

### 3.8 Εφαρμογές των νευρωνικών δικτύων

Τα νευρωνικά δίκτυα είναι εφαρμόσιμα σχεδόν σε κάθε κατάσταση στην οποία ισχύει μια σχέση μεταξύ μεταβλητών πρόβλεψης (ανεξάρτητες, εισροές) και προβλεπόμενες μεταβλητές (εξαρτημένες, εκροές), ακόμα και όταν αυτή η σχέση είναι πολύ περίπλοκη για να αποδοθεί με τους συνηθισμένους όρους της «συσχέτισης» ή των «διαφόρων ομάδων». Όλες οι εφαρμογές των νευρωνικών δικτύων έχουν προκύψει τα τελευταία λίγα χρόνια, και μερικές από αυτές ήδη βρίσκονται ως έτοιμα προϊόντα στην αγορά και χρησιμοποιούνται ευρέως. Οι εφαρμογές αυτές περιλαμβάνουν αναγνώριση προτύπων, υπολογισμό συναρτήσεων, βελτιστοποίηση, πρόβλεψη, αυτόματο έλεγχο και άλλα. Ενδεικτικά αντιπροσωπευτικά παραδείγματα προβλημάτων στα οποία η ανάλυση των νευρωνικών δικτύων έχει εφαρμοστεί με επιτυχία είναι τα εξής:

**1. Ιατρική διάγνωση:** Ένα ευρύ φάσμα ιατρικά συσχετιζόμενων ενδείξεων, όπως ο συνδυασμός της καρδιακής συχνότητας, τα επίπεδα των διαφόρων ουσιών στο αίμα, ο ρυθμός της αναπνοής μπορούν να παρακολουθηθούν. Η εκδήλωση μιας συγκεκριμένης ιατρικής κατάστασης, γίνεται να συσχετιστεί με ένα πολύπλοκο συνδυασμό μεταβολών σε ένα υποσύνολο μεταβλητών που παρακολουθούνται. Τα νευρωνικά δίκτυα έχουν χρησιμοποιηθεί

για την αναγνώριση αυτού του προτύπου πρόβλεψης, ώστε να χορηγηθεί η κατάλληλη θεραπεία.

**2. Χρηματιστηριακές προβλέψεις:** Οι διακυμάνσεις των τιμών των μετοχών και των χρηματιστηριακών δεικτών είναι ακόμα ένα παράδειγμα ενός πολύπλοκου, πολυδιάστατου, αλλά και σε ορισμένες περιπτώσεις εν μέρει ντετερμινιστικού φαινομένου. Τα νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούνται από πολλούς τεχνικούς αναλυτές, ώστε να κάνουν προβλέψεις σχετικά με τις τιμές των μετοχών, βασιζόμενοι σε ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων, όπως δηλαδή, τις προηγούμενες επιδόσεις άλλων αποθεμάτων και διαφόρων οικονομικών δεικτών.

**3. Πιστωτική ανάθεση:** Μια ποικιλία από κομμάτια πληροφοριών, τα οποία είναι συνήθως γνωστά για ένα απαιτούμενο δάνειο. Για παράδειγμα, η ηλικία του αιτούντος, η εκπαίδευση, το επάγγελμα και πολλά άλλα στοιχεία που μπορεί να είναι διαθέσιμα. Μετά την εκπαίδευση ενός νευρωνικού δικτύου σε ιστορικά δεδομένα η ανάλυση μπορεί να εκτοπίσει τα πιο κατάλληλα και σχετικά χαρακτηριστικά και να τα χρησιμοποιήσει για την ταξινόμηση των αιτούντων ως χαμηλού ή υψηλού κινδύνου.

**4. Παρακολούθηση της κατάστασης των μηχανημάτων:** Τα νευρωνικά δίκτυα μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση του κόστους με την εξασφάλιση της πρόσθετης εμπειρογνωμοσύνης για τον προγραμματισμό προληπτικής συντήρησης των μηχανημάτων. Ένα νευρωνικό δίκτυο, λοιπόν, μπορεί να εκπαιδευτεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να διακρίνει από τους ήχους τους οποίους παράγει μια μηχανή είτε αν εκτελεί κανονικά τις λειτουργίες της, είτε βρίσκεται στα πρόθυρα εμφάνισης οποιασδήποτε δυσλειτουργίας. Μετά από αυτήν την περίοδο εκπαιδευτικής κατάρτισης, η εμπειρία του ίδιου δικτύου είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί με σκοπό την προειδοποίηση ενός τεχνικού για κάποια επικείμενη βλάβη προτού συμβεί και ενδεχομένως προκαλέσει πολυδάπανες και απρόβλεπτες χρονικές καθυστερήσεις.

**5. Συστήματα διαχείρισης κινητήρα:** Τα νευρωνικά δίκτυα έχουν χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση των εισροών που δέχονται οι αισθητήρες ενός κινητήρα. Το νευρωνικό δίκτυο ελέγχει μια ποικιλία παραμέτρων με τις οποίες λειτουργεί ο κινητήρας, προκειμένου να επιτευχθεί ένας συγκεκριμένος στόχος. Για παράδειγμα, το δίκτυο αυτό επιχειρεί την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης των καυσίμων.

**6. Χημικές προβλέψεις:** Στην χημική ανάλυση χρησιμοποιούνται νευρωνικά δίκτυα εκεί όπου πρέπει να ληφθούν γρήγορες αποφάσεις και δεν υπάρχει χρόνος για να γίνουν αναλύσεις

στο εργαστήριο. Η εταιρία Science Application International (SAIC), έχει δημιουργήσει μια συσκευή θερμικής ανάλυσης νετρονίων (thermal neutron analysis, TNA) που ελέγχεται από ένα νευρωνικό δίκτυο και ανακαλύπτει αντικείμενα τα οποία περιέχουν εκρηκτικά με το να αναλύσει το σήμα εκπομπής ακτίνων γάμα. Η επιτυχία του συνίσταται στο ότι μπορεί να ξεχωρίσει την προέλευση των στοιχείων, και έτσι μπορεί να καταλάβει και να ξεχωρίσει το σήμα από το άζωτο σε μία βόμβα ή σε ένα γιαούρτι .

Φυσικά, ο αριθμός των εφαρμογών που λειτουργούν σήμερα και βασίζονται σε νευρωνικά δίκτυα είναι πολύ μεγαλύτερος από αυτές που αναφέρονται παραπάνω, οι οποίες είναι μόνον ενδεικτικές των δραστηριοτήτων στην περιοχή αυτή.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> ΤΑ ΟΦΕΛΕΙ ΤΩΝ ΝΕΥΡΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΕ ΕΝΑ ΕΞΥΠΝΟ ΣΠΙΤΙ

Μια ομάδα ανθρώπων που θα είχαν πολλά οφέλη από το έξυπνο σπίτι θα ήταν τα άτομα με κινητικές αναπηρίες. Προκειμένου να είναι ανεξάρτητοι και αυτόνομοι στο περιβάλλον τους, ανάγκες όπως η ελευθερία της κίνησης, η εύκολη πρόσβαση και ο έλεγχος της λειτουργίας των οικιακών θα πρέπει να είναι εφικτά.

Τα έξυπνα σπίτια θα ασκήσουν ισχυρή, θετική, και συναισθηματική επίδραση στα πρόσωπα αυτά βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής τους, δίνοντάς τους αυτονομία στην προσωπική τους ζωή, και κάνοντας τους να νιώθουν ότι ζούνε σε ένα συνηθισμένο σπίτι, όχι σε ένα νοσοκομείο ή σε μία ειδική δομή φιλοξενίας.

Επίσης, το σπίτι θα μπορεί να είναι σε θέση να προβλέπει την πιθανότητα ενός συμβάντος, ώστε το περιβάλλον να μπορεί να προσαρμοστεί στις ανάγκες του χρήστη και να προβλέψει την επόμενη κίνησή του.

Μια άλλη δυνατότητα είναι η ασφάλεια, που είναι δυνατή χρησιμοποιώντας τον κωδικό πρόσβασης στις κύριες πόρτες και τα παράθυρα, τους αισθητήρες κίνησης, τις έξυπνες κάμερες με αναγνώριση προσώπου για να εντοπίσουν την κίνηση γύρω από το σπίτι, τον έξυπνο συναγερμό πυρκαγιάς και την αξιόπιστη σύνδεση με το αστυνομικό τμήμα.

Η υγειονομική περίθαλψη και η ασφάλεια των χρηστών μέσα στο σπίτι είναι ακόμα βασικά χαρακτηριστικά τα οποία μπορούν να επιτευχθούν με τη χρήση μηχανισμού ανίχνευσης πτώσης, αισθητήρων υγρασίας, αισθητήρων οξυγόνου και συνεχούς παρακολούθησης ζωτικής ενδείξεων και επίσης να παρακολουθεί τις καθημερινές δραστηριότητες του χρήστη για μη φυσιολογικά γεγονότα, όπως έλλειψη φαγητού ή αργές κινήσεις.

Επιπλέον, το σύστημα θα παρακολουθεί τα ιατρικά του προβλήματα και υπενθυμίζει στους χρήστες τις καθημερινές τους δραστηριότητες στον τομέα της υγείας, συμπεριλαμβανομένης της λήψης των φαρμάκων τους. Έτσι το σύστημα θα μετρήσει τα διαθέσιμα φάρμακα και θα ενημερώσει τους χρήστες και το ιατρικό προσωπικό αν παραμείνει λιγότερο από ένα προκαθορισμένο ελάχιστο όριο. Ένα πρόγραμμα για τη λήψη των φαρμάκων είναι διαθέσιμο για τους χρήστες και οι ειδοποιήσεις θα ενεργοποιηθούν εγκαίρως.

Επίσης, άτομα με μειωμένη όραση ή ακόμη και τύφλωση ή άτομα με βαρηκοΐα ή κώφωση θα μπορούν να εγκαταστήσουν το λογισμικό αναγνώρισης ομιλίας όπου επιτρέπει στους

χρήστες να έχουν πρόσβαση στο λογισμικό χωρίς καν να κινούνται. Λειτουργεί με την εκμάθηση της φωνής του χρήστη, έτσι ώστε να δέχεται εντολές μόνο από αυτόν τον συγκεκριμένο χρήστη. Σε κάθε δωμάτιο θα τοποθετηθεί στο ταβάνι ένας ασύρματος δέκτης και ένα ηχείο. Το ασύρματο μικρόφωνο μπορεί να είναι εξοπλισμένο με μηχανισμό ανίχνευσης θέσης χρησιμοποιώντας τους δέκτες σε κάθε δωμάτιο, έτσι ώστε η φωνητική ανατροφοδότηση από το σύστημα να ακολουθεί τους χρήστες όπου κι αν πηγαίνουν μέσα στο σπίτι. Ο μηχανισμός ελέγχου ομιλίας μπορεί επίσης να προσφέρει στους χρήστες τη δυνατότητα να ζητούν από το σύστημα έναν προκαθορισμένο αριθμό ερωτήσεων που κάθε άτομο θα μπορούσε να ζητήσει από άλλο άτομο κάθε μέρα, όπως η ώρα, η ημερομηνία, ο καιρός, οι τοπικές ειδήσεις και με αυτόν τον τρόπο να προσφέρουν στα άτομα ανεξαρτησία και συντροφικότητα.

Η σύνδεση συσκευών καθημερινής χρήσης με το διαδίκτυο και ο τηλεχειρισμός τους μέσω smartphone θα λύσει τα χέρια σε ηλικιωμένους, άτομα με προβλήματα όρασης ή κινητικές δυσκολίες αφού το «έξυπνο» σπίτι θα επιτρέπει μέχρι και την αλλαγή καναλιών της τηλεόρασης από κάποιον με προβλήματα όρασης μέσω φωνητικών εντολών.

Η ασφάλεια είναι ένα άλλο χαρακτηριστικό που σχεδιάζεται στο σύστημά μας. Όλες οι πόρτες μπορούν να ελέγχονται από απόσταση χρησιμοποιώντας αυτόματες και χειροκίνητες κλειδαριές. Ένα πλήρως συνδεδεμένο σύστημα κάμερας είναι εφοδιασμένο για την παρακολούθηση της ασφάλειας - των χρηστών. Σε περίπτωση ύποπτου σημείου, το σύστημα επικοινωνίας συναγερμού θα χρησιμοποιήσει την κάμερα για να τραβήξει μια εικόνα της κατάστασης και να την στείλει με την κατάλληλη ειδοποίηση. Το πρόγραμμα τεχνητού νευρωνικού δικτύου μπορεί να συνδεθεί με την κάμερα για να μάθει τις συνήθειες των χρηστών και να συλλέξει πληροφορίες για το περιβάλλον που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προβλέψουν την πιθανότητα συμβάντων και να επιτρέψουν στο σύστημα να προσαρμοστεί στις ανάγκες και τις συνήθειες των χρηστών. Κατά την έξοδο από το σπίτι, το σύστημα θα ειδοποιήσει τους χρήστες σχετικά με το συμβάν και όλα τα φώτα και τις συσκευές που είναι ενεργοποιημένες. Μπορούν να δράσουν άμεσα ή να τις αφήσουν στο σύστημα για να τις αντιμετωπίσουν. Όταν οι χρήστες εγκαταλείψουν το σπίτι, όλα τα παράθυρα και οι πόρτες θα κλείσουν και θα κλειδωθούν αυτόματα, εκτός εάν οι χρήστες αποφασίσουν διαφορετικά.



Ακόμη ένα χαρακτηριστικό, το σύστημα συναγερμού πυρκαγιάς που βασίζεται σε νευρωνικά δίκτυα είναι έτοιμο να προβλέψει τη φωτιά παρακολουθώντας συνεχώς τα επίπεδα μονοξειδίου του άνθρακα και οξυγόνου και έπειτα επικοινωνεί με το προσωπικό της πυροσβεστικής μονάδας μόλις περάσουν τα επιτρεπτά όρια ώστε να μπορούν να βρίσκονται εκεί εγκαίρως. Το πυροσβεστικό σύστημα μπορεί να εντοπίσει ακόμη και την έναρξη πυρκαγιάς, εάν χρησιμοποιεί λογισμικό επεξεργασίας εικόνας και ειδοποιεί το προσωπικό της πυροσβεστικής υπηρεσίας στο δρόμο προς το σπίτι. Στιγμές πριν ξεκινήσει η πυρκαγιά, το σύστημα ασφαλείας θα ειδοποιήσει τους χρήστες, θα τους δείξει την πλησιέστερη έξοδο, θα ξεκλειδώσει τις πόρτες και θα ενεργοποιήσει το σύστημα φωτισμού έκτακτης ανάγκης για να φωτίσει το δρόμο. Εάν οι χρήστες δεν μπορούν να βγουν από το σπίτι, το σύστημα θα στείλει την ακριβή τους θέση στην πυροσβεστική υπηρεσία.

Η παρατήρηση των συλλεχθέντων δεδομένων σε μία χρονική περίοδο προσφέρει πολλές ευκαιρίες για να ανακαλυφθούν πιθανές εφαρμογές που βοηθούν στη βελτιστοποίηση συγκεκριμένων εργασιών. Ο έλεγχος της διαδικασίας θέρμανσης σε μια συγκεκριμένη ώρα της ημέρας, με βάση τις συνήθειες και τις προτιμήσεις ενός ιδιοκτήτη είναι ένας πρώτος τρόπος να επιλεγεί καθημερινά ζωή ευκολότερη και ταυτόχρονα να καταστεί δυνατή η σχεδίαση έξυπνων σπιτιών συμβιβασμός μεταξύ ενεργειακής απόδοσης και προσωπικής άνεσης.

Σε ένα έργο για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, η χρήση της τεχνολογίας βοηθά στη μέτρηση και τον έλεγχο των επιδράσεων του τρόπου ζωής. Έξυπνα μέτρα και έξυπνα συστήματα που συμβάλλουν στην περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση επιτρέπουν στους ιδιοκτήτες να δουν και να ελέγχουν ενεργά το κόστος, του τρόπου ζωής τους. Ενώ η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται τόσο από τον αριθμό των ηλεκτρονικών συσκευών και την αντίστοιχη κατανάλωσή τους, η ενέργεια που χρησιμοποιείται για την θέρμανση του σπιτιού είναι μεγάλη και πολλή ακριβή. Γι' αυτό το λόγο μπορούμε να εκπαιδεύσουμε το νευρωνικό δίκτυο ώστε κατά την διάρκεια απουσίας, το σύστημα θα κρατήσει τους χώρους σε σταθερή, χαμηλότερη θερμοκρασία για να αποτρέψει την απώλεια ενέργειας μέσω ψύξης των τοίχων. Η διαδικασία θέρμανσης αρχίζει είτε με την παρουσία του ιδιοκτήτη είτε σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα διαμόρφωση της επιθυμητής θερμοκρασίας ανά δωμάτιο, παρέχοντας ατομική άνεση, γίνεται ανάλογα με τις παραμέτρους, καθώς οι καιρικές συνθήκες και η εποχιακή επιρροή μεταβάλλονται. Τέλος μπορούμε να

εκπαιδεύσουμε ένα νευρωνικό δίκτυο ώστε για παράδειγμα όταν οδηγείτε και ανοίγετε το γκαράζ σας, το σύστημα θα προεξοφλεί μια σειρά πράξεων που κάνετε κανονικά και θα το κάνει για σας. Θα ενεργοποιεί τα φώτα που ενεργοποιείτε κανονικά κατά την είσοδό σας, θα ενεργοποιεί την τηλεόραση για σας, ίσως ενεργοποιήσει την καφετιέρα αυτόματα όταν σηκωθείτε από το κρεβάτι. Οι δυνατότητες είναι ατελείωτες.



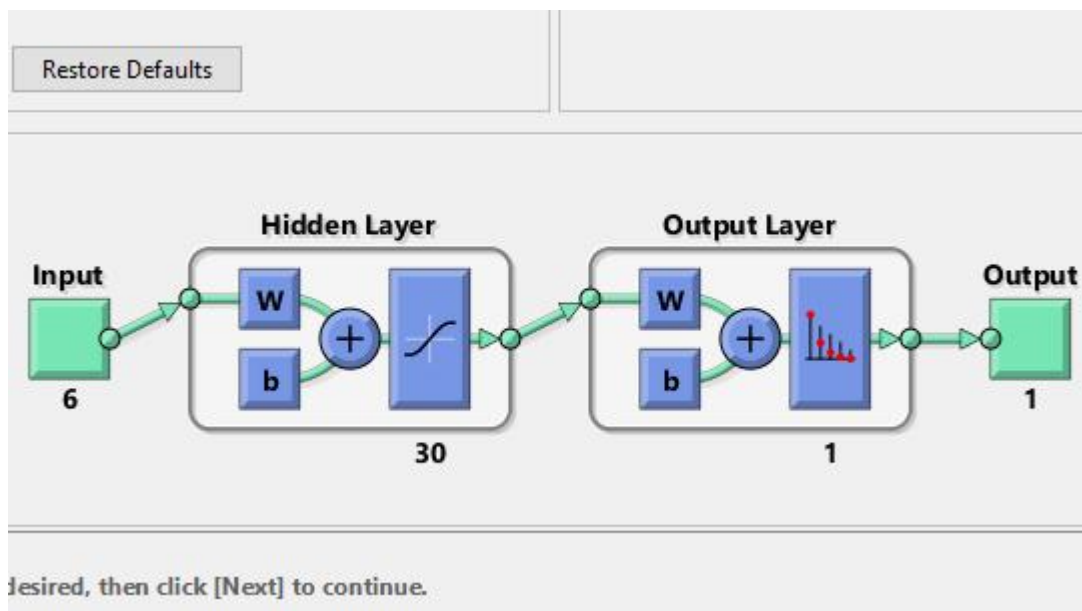
**Εικόνα 10: Έξυπνο σπίτι με νευρωνικό δίκτυο**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

### 5.1 Πειραματική διαδικασία στο Matlab

Για την επίτευξη εκπαίδευσης ενός νευρωνικού δικτύου είναι απαραίτητο να υπάρχουν δύο ομάδες τιμών. Η πρώτη ομάδα (input) παίρνει το ρόλο της εισόδου, δηλαδή είναι οι τιμές οι οποίες προσπαθούν να εκπαιδεύσουν το νευρωνικό δίκτυο. Οι τιμές αυτές αποτελούνται από διάφορα γεγονότα. Παραδείγματος χάρη: η είσοδος και η έξοδος από έναν χώρο. Η δεύτερη ομάδα (target) αποτελείται από τιμές που δίνουμε ως στόχο για το τελικό αποτέλεσμα οι οποίες θα μας καθορίσουν την έξοδό μας. Θεωρούμε ότι έχουμε ένα πλήρες σωστά εκπαιδευμένο νευρωνικό δίκτυο όταν η έξοδος και η δεύτερη ομάδα (target) είναι ίσες. Επειδή η επίτευξη της παραπάνω ισότητας είναι δύσκολη έως και ακατόρθωτη προσπαθούμε να έχουμε όσο το δυνατόν μικρότερη απόκλιση.

Όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο δύο η έμπνευση για δημιουργία ενός νευρωνικού δικτύου προήλθε από το βιολογικό νευρικό σύστημα. Το βιολογικό νευρωνικό σύστημα αποτελείται από διάφορους νευρώνες (layers) ομοίως και ένα νευρωνικό δίκτυο.



Εικόνα 11 Απεικόνιση νευρωνικού δικτύου

Σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα διακρίνουμε το νευρωνικό μας δίκτυο είναι ένα σύστημα ανοιχτού βρόγχου το οποίο αποτελείται από τον αριθμό εισόδων, τους κρυμμένους νευρώνες ,τον στόχο και την έξοδο.

Η διαδικασία εκπαίδευσης μοιράζεται σε τρία διαφορετικά μέρη

- Training
- Validation
- Testing

Ανάλογα με τον αριθμό τιμών που έχουμε δώσει σε κάθε είσοδο δημιουργείται ένας αριθμός δειγμάτων ο οποίος μοιράζεται στα τρία διαφορετικά μέρη σύμφωνα με το ποσοστό που έχουμε επιλέξει για το κάθε ένα.

Αναλυτικότερα τα δείγματα στο πρώτο μέρος ( training) παρουσιάζονται στο δίκτυο κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης και το δίκτυο προσαρμόζεται ανάλογα με το σφάλμα τους.

Στο δεύτερο μέρος( validation) τα δείγματα χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της γενίκευσης του δικτύου και για την παύση της κατάρτισης όταν η γενική σταματά να βελτιώνεται.

Στο τελευταίο μέρος( testing) τα δείγματα δεν επηρεάζουν την εκπαίδευση και έτσι Παρέχουν ένα ανεξάρτητο μέτρο της απόδοσης του δικτύου κατά τη διάρκεια και μετά την εκπαίδευση

Πειραματική διαδικασία έχει ως σκοπό την εκπαίδευση ενός νευρωνικού δικτύου θέτοντας ως στόχο να μπορεί να αναγνωρίζει αυτόματα πότε θα αλλάζει η κατάσταση μιας λάμπας σε ένα δωμάτιο ανάλογα με την ώρα ή με τις ενέργειες ενός ανθρώπου στο χώρο

Έχοντας ως σκοπό να αλλάξουμε την κατάσταση της λάμπας του δωματίου καταγράψαμε τιμές ενός ανθρώπου σε ένα καθημερινό του ξύπνημα ή πρωινή ρουτίνα. Οι τιμές αυτές αποτελούνται από:

1. Χρονικές καταστάσεις

- Μέρα ή νύχτα
- Ώρα αφύπνισης

2. Την θέση του ανθρώπου στο σπίτι

- Κρεβάτι
- Μπάνιο
- Διάδρομος
- Κουζίνα

Γνωρίζοντας ότι η λυχνία έχει δύο πιθανές καταστάσεις οι τιμές που καταγράψαμε είναι 0 ή 1. Αναλυτικά χρησιμοποιούμε την τιμή 0 όταν η λυχνία είναι ανενεργή εννοώ όταν η λυχνία είναι ενεργή θέτουμε την τιμή 1. Αντίστοιχα και στις υπόλοιπες περιπτώσεις του παρακάτω πίνακα

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΙΜΩΝ**

	Μέρα ή νύχτα	Κρεβάτι	Ώρα αφύπνισης	Μπάνιο	Κουζίνα	Διάδρομος	Δωμάτιο
1	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	1	1
3	0	0	0	0	1	0	0
4	0	0	0	0	1	1	0
5	0	0	0	1	0	0	0
6	0	0	0	1	0	1	1
7	0	0	0	1	1	0	0
8	0	0	0	1	1	1	0
9	0	0	1	0	0	0	1
10	0	0	1	0	0	1	1
11	0	0	1	0	1	0	0
12	0	0	1	0	1	1	0
13	0	0	1	1	0	0	0
14	0	0	1	1	0	1	1
15	0	0	1	1	1	0	0
16	0	0	1	1	1	1	0

17	0	1	0	0	0	0	0
18	0	1	0	0	0	1	0
19	0	1	0	0	1	0	0
20	0	1	0	0	1	1	0
21	0	1	0	1	0	0	0
22	0	1	0	1	0	1	0
23	0	1	0	1	1	0	0
24	0	1	0	1	1	1	0
25	0	1	1	0	0	0	1
26	0	1	1	0	0	1	1
27	0	1	1	0	1	0	1
28	0	1	1	0	1	1	1
29	0	1	1	1	0	0	1
30	0	1	1	1	0	1	1
31	0	1	1	1	1	0	1
32	0	1	1	1	1	1	1

Όπως προαναφέρθηκε παραπάνω, στον πίνακα έχουμε Δύο διαφορετικές κατηγορίες, τον χρόνο και τη θέση.

Στο χρόνο. Όσο αναφορά τον ήλιο καταγράφουμε την κατάσταση του. Δηλαδή με το μηδέν δείχνουμε ότι δεν έχει ανατείλει ακόμα. Στη στήλη ξυπνητήρι, με το μηδέν δηλώνουμε ότι δεν είναι ενεργοποιημένο. Αντίθετα με το ένα σημαίνει ότι εκείνη τη χρονική στιγμή το ξυπνητήρι μπαίνει σε λειτουργία.

Στη δεύτερη κατηγορία που αναφέρει τη θέση του ανθρώπου στο σπίτι, στη στήλη μπάνιο, διάδρομο και κουζίνα, καταγράφεται με ένα όταν άνθρωπος βρίσκεται στο χώρο αυτό. Τέλος στη στήλη κρεβάτι καταγράφεται με ένα όταν ο άνθρωπος βρίσκεται επάνω σε αυτό.

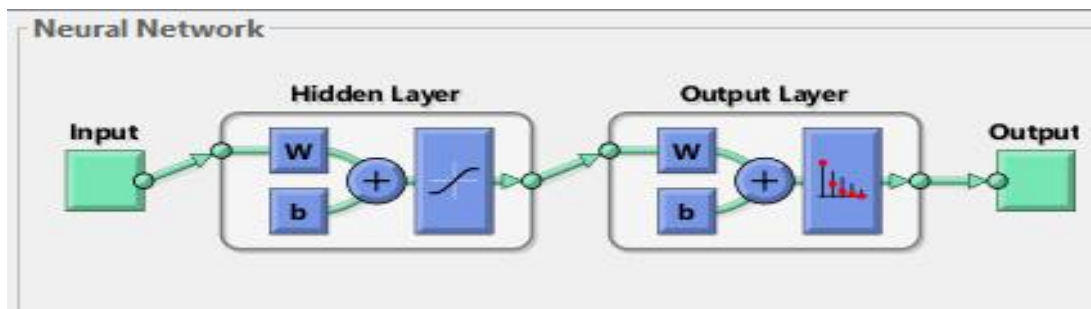
Ως Πρόγραμμα Εκπαίδευσης του νευρωνικού δικτύου επιλέχθηκε το matlab. Εισάγαγε τις τιμές εισόδου και στόχου ως input και Target αντίστοιχα και με την εντολή nnstart στο παράθυρο εντολών εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο.



**Εικόνα 12:nnstart**

Επιλέξαμε το pattern recognition διότι Στα προβλήματα αναγνώρισης προτύπων , χρειάζεται ένα νευρωνικό δίκτυο να ταξινομεί τις εισροές σε ένα σύνολο κατηγοριών στόχων. Για παράδειγμα, αναγνωρίζει τον αμπελώνα από τον οποίο προέρχεται ένα συγκεκριμένο μπουκάλι κρασί, με βάση τη χημική ανάλυση (wine\_dataset). ή ταξινομεί έναν όγκο ως καλοήθη ή κακοήθη, βασισμένο στην ομοιομορφία του μεγέθους των κυττάρων, του πάχους του σβώλου, της μίτωσης (καρκινική δόση). Η εφαρμογή "Αναγνώριση ουδέτερων μοτίβων" θα μας βοηθήσει να επιλέξουμε δεδομένα, να δημιουργήσουμε , να εκπαιδύσουμε ένα δίκτυο και να αξιολογήσουμε την απόδοσή του, χρησιμοποιώντας μήτρα διασταυρούμενης εντροπίας και σύγχυσης “ cross-entropy and confusion matrices.”.

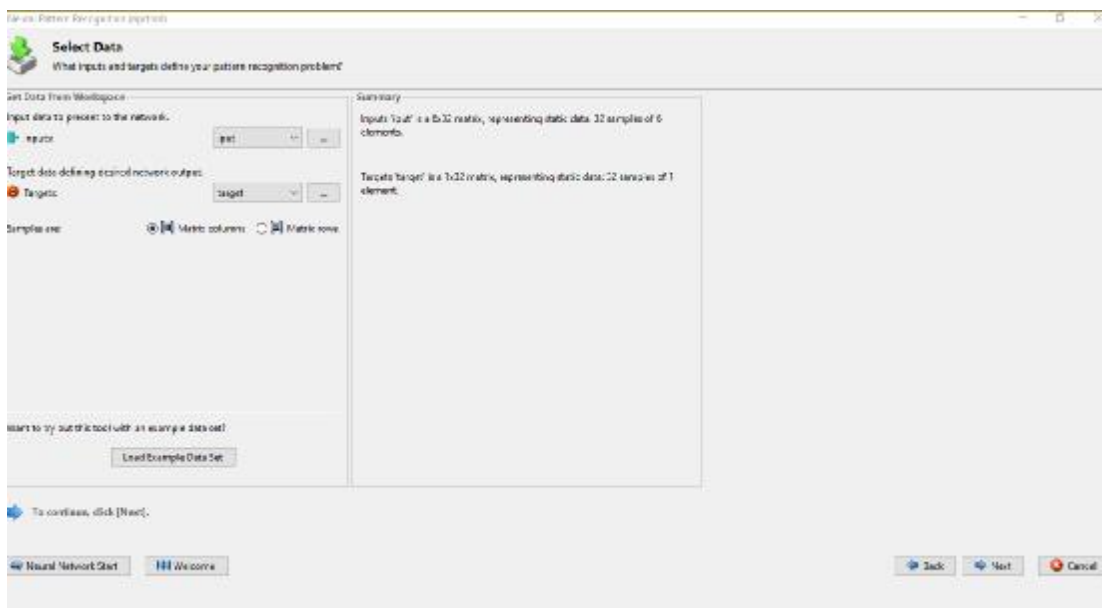
Ένα δίκτυο τροφοδοσίας δύο στρωμάτων, με κρυπτογραφημένους σιγμοειδή και νευρώνες εξόδου softmax , μπορεί να ταξινομήσει τους φορείς αυθαίρετα καλά, δεδομένου ότι έχουν αρκετούς νευρώνες στο κρυμμένο στρώμα. Το δίκτυο θα εκπαιδευτεί με κλιμακωτή αντίστροφη μετατόπιση συζυγούς κλίσης (trainscg) όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



**Εικόνα 13** Νευρωνικό δίκτυο

Για τη δημιουργία του συγκεκριμένου νευρωνικού δικτύου που χρειαζόμαστε επιλέχθηκε το pattern recognition.

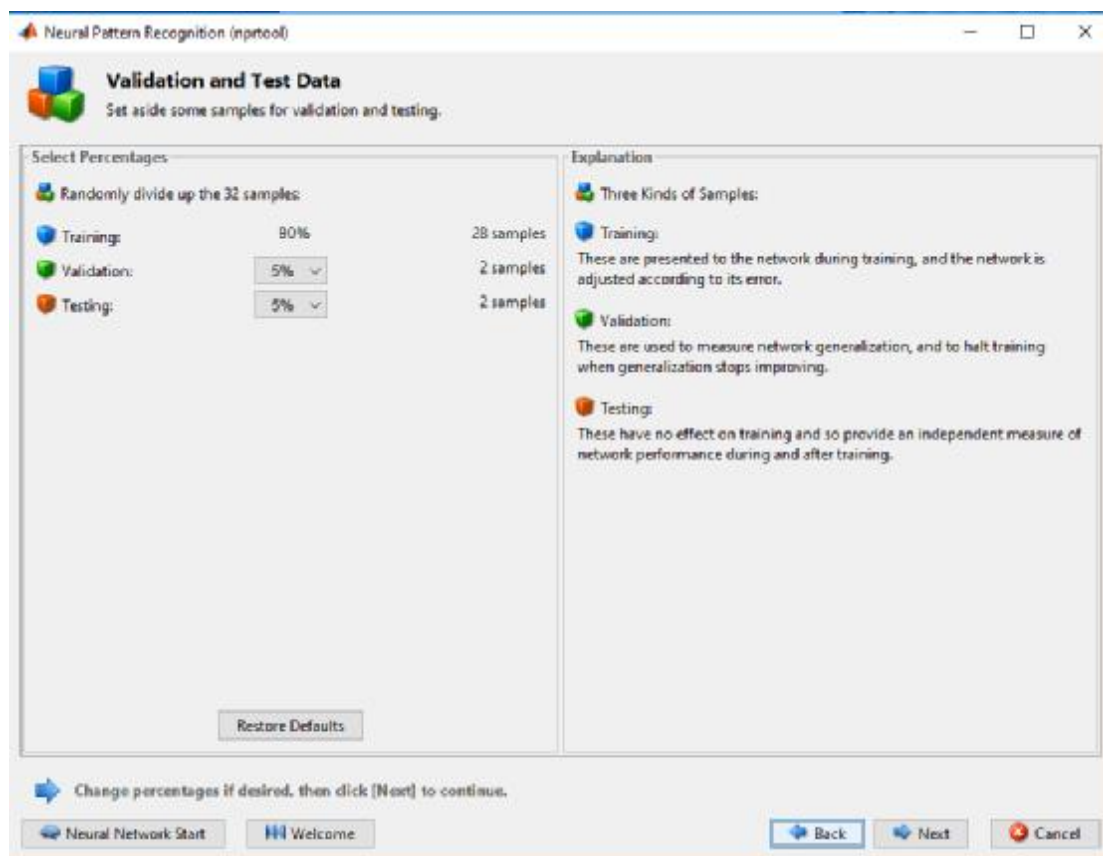
Στη συνέχεια εισάγουμε τις εισόδους και τους στόχους στα input και Target αντίστοιχα όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



**Εικόνα 14:** Επιλογή δεδομένων (nnstart)



Στο επόμενο παράθυρο μας ζητείται να επιλέξουμε τα ποσοστά training validation testing που είχαμε προαναφέρει.



**Εικόνα 15:Επιλογή ποσοστών**

Μετάπειτα επιλέγουμε τον αριθμό των κρυμμένων νευρώνων του νευρωνικού δικτύου και στην συνέχεια μας δίνεται η επιλογή να εκπαιδύσουμε το νευρωνικό μας δίκτυο.

Τέλος αφού πειραματιστήκαμε με τις τιμές των παραπάνω ποσοστών σε 90% 5% 5% (εικόνα 15) και τον αριθμό των κρυμμένων νευρώνων σε 30,καταλήξαμε ύστερα από πολλές προσπάθειες στην καλύτερη δυνατή εκπαίδευση του νευρωνικού δικτύου τάξης του 84,4% όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



**Εικόνα 16: Πίνακας αποτελεσμάτων εκπαίδευσης**

Στο σχεδιάγραμμα παρατηρούμε σε πράσινο πλαίσιο τις αποδεκτές τιμές σύμφωνα με το στόχο που έχουμε καθορίσει και αντίθετα στο πλαίσιο με το κόκκινο χρώμα τις λανθασμένες τιμές

Μετά την εκπαίδευση του νευρωνικού δικτύου εξάγουμε τον κώδικα που αντιστοιχεί στην συγκεκριμένη εκπαίδευση.

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 17-Apr-2019 23:22:34.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
% x = 6xQ matrix, input #1
% and returns:
% y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMTO>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_remove = 1;
x1_step1_keep = [2 3 4 5 6];
x1_step2_xoffset = [0;0;0;0;0];
x1_step2_gain = [2;2;2;2;2];
x1_step2_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = [-3.5166410041134117;3.4455977515050598;-3.3745544988967082;3.3035112462883567;-
3.2324679936800047;3.1614247410716532;-3.0903814884633012;-
3.0193382358549492;2.9482949832465977;2.8772517306382457;2.8062084780298941;-
2.7351652254215426;2.6641219728131906;2.5930787202048386;-2.5220354675964871;-
2.4509922149881356;2.3799489623797836;-2.3089057097714321;-2.2378624571630801;-
2.1668192045547285;2.095775951946377;2.0247326993380246;1.9536894467296733;-
1.8826461941213215;1.8116029415129697;-1.7405596889046178;1.669516436296266;-
1.5984731836879145;1.5274299310795627;-

```

1.4563866784712109;1.3853434258628592;1.3143001732545072;1.2432569206461555;1.17221  
 36680378041;1.1011704154294522;-1.0301271628211004;0.95908391021274864;-  
 0.88804065760439677;-0.81699740499604534;-0.74595415238769347;-  
 0.67491089977934171;0.60386764717098984;0.53282439456263808;-0.46178114195428627;-  
 0.39073788934593479;-0.31969463673758297;-0.24865138412923118;0.17760813152087934;-  
 0.10656487891252753;-0.035521626304175713;0.035521626304176102;-  
 0.10656487891252753;0.17760813152087973;-0.24865138412923118;-0.31969463673758258;-  
 0.39073788934593479;-0.46178114195428627;0.53282439456263841;0.60386764717098984;-  
 0.67491089977934127;-0.74595415238769347;-0.8169974049960449;0.88804065760439721;-  
 0.95908391021274864;-1.0301271628211008;1.1011704154294522;-1.1722136680378037;-  
 1.2432569206461559;-1.3143001732545072;-1.3853434258628594;-  
 1.4563866784712109;1.5274299310795623;1.5984731836879145;1.669516436296266;-  
 1.7405596889046182;1.8116029415129697;-  
 1.8826461941213211;1.9536894467296733;2.0247326993380246;-2.095775951946377;-  
 2.1668192045547285;2.2378624571630805;-  
 2.3089057097714321;2.3799489623797836;2.4509922149881356;2.5220354675964871;-  
 2.5930787202048391;2.6641219728131906;2.7351652254215422;2.8062084780298941;2.87725  
 17306382457;2.9482949832465981;-3.0193382358549492;-3.0903814884633016;-  
 3.1614247410716532;-3.2324679936800043;-3.3035112462883567;-  
 3.3745544988967082;3.4455977515050602;3.5166410041134117];  
 IW1\_1 = [0.45905287301609249 -1.8054268277456522 -1.1221588857510001 -  
 1.8725076706990642 2.0324721005580781;-1.8786035195654405 1.648689514685953  
 0.64457650977844183 -1.1175556320447917 -2.1106932947682218;2.6793810150058723 -  
 0.69389824419412083 0.47078569271956416 1.5743822977341875 1.4162866119023998;-  
 1.1168540080519322 -2.0516614295668307 -2.2621213321576166 0.39212351987748867  
 1.2802861706252435;0.65738480304013491 -2.4878388715319217 1.3440781363339729  
 1.9457475224063121 -0.39088037085166377;-2.0248961623169017 -2.4516271849845612 -  
 1.301257325371832 0.72534882131578737 0.19152569037256087;1.4860597324062319  
 1.9384166810518759 -1.3044602798902145 -2.1359259823309595  
 0.37031712132252181;1.550255355990442 -2.0980862576973061 1.1516987505117202  
 2.0096119202815736 0.44334665469404178;-2.2444202616207729 2.3116207097024728

0.7431185544702249 -0.52212530314937489 1.0774559468144465;-2.6287632481844883 -  
1.6744981421099887 0.16828501547105679 1.4806348224960124 -0.65713346046037668;-  
0.85963343465042008 1.6580382571481693 -0.73096105912974607 1.6756938986849768  
2.3529660719232286;0.23430030634158083 -1.1491268130351526 1.1943015641043839 -  
1.2404005013657862 -2.8330946429678323;-1.3791101189465413 1.8180782219104894 -  
0.94331475448942881 1.9437650017453318 1.5783997283952991;-1.3191919794867835 -  
1.1985010729253966 -1.8697641546824555 -0.8520528116798276 -  
2.2289189449684583;1.3058832864367462 -0.96934749821727839 -0.57386690119783168  
2.3607129355929608 1.9543565276454842;2.3271307267218941 -1.5300071842239604  
1.8595970242417739 0.23781978207290641 1.0467307234755343;-3.116539122865368 -  
0.36365653095578632 1.3206054059775252 0.72867396140267771  
0.49672668000744064;1.5988129077398359 -1.3964370824088805 -1.6617168287221757  
2.2481347039783857 0.21239643744464318;0.46113383394691826 -0.15712439866588421  
1.3615364330004076 2.4245371858256828 -2.0969667232710423;2.1485113599599162  
0.12676208870846822 1.8935367764828455 -2.0251825832901864 -0.21851370951563467;-  
1.8967755126457158 -1.6429315493796113 -1.224165418904934 -0.97289717959942257  
1.9038573044157678;-0.88737226168471728 -2.2869931717017939 -2.1952847483018751  
0.62958908875549924 -1.0645840064489489;-1.368730616928475 -1.6099651654834879 -  
0.82577914520854712 2.1921002106393579 1.5537496857208466;0.83915873816183673  
2.2486843918227146 0.80238901570111676 2.3543904982551944 0.6473116090100508;-  
1.7775982313835759 1.5033587876318624 1.8401066137679132 0.91549738599755226  
1.6500584903096791;1.853043819414713 -0.076560985050371316 -1.5060846610513592 -  
1.8669632133775502 1.7813725955985793;-2.2364108439453103 1.4426990922086629 -  
2.0643628993078016 0.98572450176031856 0.22495076089395513;1.8465821682333019 -  
1.4271339522596609 1.0070348855450628 1.6475687871820492 1.7865007027373419;-  
2.6178544183850638 -0.071230618894956937 2.0634938725764513 0.7895248423439466 -  
0.7919418893117296;1.8118711750383056 2.4044644736170238 -0.037684745024533575  
1.1449873738755352 1.4106810999119341;-0.95813556756114804 2.569174915065723  
1.9989082900800124 -0.7964539739911406 -0.46701943958064235;-1.1337338759585436  
1.970729852454643 -1.2095591576688729 -2.0037780402294532 1.3112877291248799;-  
2.1294740574597193 1.2386143227530095 -1.4375927129627615 -1.6163483959493659

1.272275050622784;-0.65000536377351714 -0.23950546479177867 0.043277948528688694 -  
2.5997322768936053 2.2641583908510143;-0.6216486034558234 2.1014940201579946  
0.73653957026455308 2.0753079672576726 1.6476183269631151;1.4322694647696905 -  
2.3196508000624467 -1.718687704473304 -1.3789121919346652 0.28160617765951301;-  
1.8209502893753493 1.5831452168383258 -1.4159365042506329 -1.5578340546350768  
1.4535584240020361;1.0246085026100382 0.891047781479398 -1.5063876905724676  
2.0487147308872173 2.0140852257164061;1.0771665724009218 -1.9203727443542333  
1.5515082352794762 -2.1121885167014511 -0.80630423267505524;2.9491643292728535 -  
0.39289662645054541 -0.62331508923320145 -1.7531273061026242 -  
0.22988888579426123;1.6959525302052041 -1.6879855635533039 2.4172877791894494  
0.020343999980765727 -0.89303953920535228;-2.4832290258181895 0.78104458285398715 -  
1.8826643757323285 0.13987555272613042 1.4234874761789198;-2.1564588672876432  
0.79036151215672557 -0.85526085317750766 1.8112033815387749  
1.7549498480965775;0.16082763327283855 1.2355013406328044 -1.8362321123688063  
2.5823611469477163 -0.87982805008856924;0.85463642522637451 0.93327449574895138 -  
2.1263083755847196 1.7890065809852347 1.744599493632393;0.39350326184953799 -  
2.0766885687181773 2.0213888799048534 -0.48342670639759017 -  
1.8919749837192323;1.3516182237078302 2.014740735751996 0.20823927767363079  
0.90318046837693222 -2.3709941673548189;-2.3818758167016147 1.4733971184537695  
1.3079630555938513 1.6419107262296191 0.34043250322149365;2.3536576039621964  
0.39792523769365673 0.10959993148431231 2.1211732892098127 -  
1.4687842157684792;2.6824973719449416 0.82934726651884938 -1.4135958299103231  
1.5741464046678597 -0.083455611970492602;1.8551334077626105 0.46024035210280517  
2.756221512152135 -1.0453270631107197 0.15478086635392332;-0.73049368383686086 -  
0.63004492700062475 1.8741876155425496 -2.3567606360106668  
1.539248649810856;1.8572492775262095 -1.6649929384684203 1.2736968500868231  
1.4805822170456004 1.526682750422526;-1.5583729694341617 1.5252893009420678  
1.3979792495167846 2.3215400836906444 0.51752859449359911;-1.6432112555006606 -  
0.23160678857169911 -0.72490149804282655 -2.7373996722616303 1.262592519197075;-  
1.2913433172657331 0.64665000764146097 -1.2420241540068033 2.669363414825241 -  
1.2700059514972482;-2.4685459798326232 -0.066132420446100224 2.1706754137054411 -

1.1092102625006652 0.57139482157946964;1.179025770813827 -2.5585162334150771  
1.2072130353723329 -0.99074477153573604 -1.4112825201999384;2.2462562859406905 -  
0.17927735183132612 -0.13149195156986751 -1.6879787205657117 2.1029488786924326;-  
2.1577664811087436 0.4673516804626352 2.3529499317502172 -1.3983355357398528 -  
0.025971518013213592;-1.7410731391713807 0.91090636457894347 0.53840892810526164  
1.5830103594869613 2.3895338245630207;-0.87889117447124931 2.3072506447624059  
1.748363783137338 1.3607895228482914 -1.1672123516360717;0.97137119142543782  
0.81775577231537833 1.4798074580021281 -1.5485254378397846 2.4832874003485323;-  
1.3597837341329422 2.6596921637211257 0.63483469286022098 1.7437236242156113 -  
0.014232973446852345;-1.4544001360026655 -1.7195149263466236 1.6644577505842542  
2.1264362836479007 0.051007277756134936;2.0586631412540473 -1.3161237995750334  
2.0730565758361967 -0.86104401354720195 1.1651299528219208;-0.29647956938373232  
2.0125890385322869 -2.622699922118668 -0.099535669176339478 1.1575348581402871;-  
1.2683767992576875 2.8877043702356309 0.87038319118986474 0.58609509059225628  
1.1480737617054269;-0.70750209205276593 -1.6142805781260181 0.017021402591891329  
3.0226378323621907 -0.35167280654675787;-1.1701009447722612 1.0869866168303493 -  
2.0740482943773872 1.2294635935137312 -2.0007075674623489;-1.6054073641062063  
1.342719709843289 -1.5853482302002497 0.016330004183503201  
2.3394313941314899;1.4633306922209766 1.5624402483248507 -1.7682920144805407 -  
2.1116717143030805 -0.44518943155366969;1.9828860185005661 -0.20239047052486608  
1.062492466847484 1.2647939335926006 -2.3802040144338861;1.7510014392305897 -  
0.15760126829591498 -1.856614734335978 2.3639375809967396 0.4906124674868505;-  
1.2395265832841746 -1.2396130140412387 -2.1887396680708937 -1.8908342049809634 -  
0.9632559635165322;0.43672176920862055 -1.2431179440456892 -2.6278061187998927  
1.5780211382061535 -1.1113865730136825;-1.1282695680758916 2.073392266830576  
0.010000143368744904 1.5080334796438413 -2.1261588047036106;2.202412527219193  
1.5686253235928604 -2.1216819332576402 -0.3879321729491888  
0.63524169354820359;1.5396929307636031 0.79484541109811835 -0.21903171268601423 -  
0.70908756690886809 -2.9687624247348805;-2.0888916758706517 1.545796361904314 -  
0.26094505874482588 -2.0025280876122284 -1.2391925033884961;-1.0768105996206594  
1.6641313739576393 1.243799348130751 1.5423012510401557

2.1241891834758335;0.69678612333690981 2.7601126660449125 0.28482118081639451 -  
1.7493771286519841 1.0590503659331061;-0.063598190764943732 0.55178755302113802  
2.2972967850518469 2.4449293207303615 -0.89610145424364696;0.14389135905256703 -  
1.4549181017371069 1.4821812926520994 2.6384915299068514  
1.0347819133331604;1.6356727717952062 -0.090292833401888109 0.83247474956691792  
2.6292718774586472 1.4412150864442168;2.0828955287683679 1.4994853557905303 -  
1.8972341305731437 0.22882143088264281 1.4587656571140741;-2.2854236212461871 -  
2.5104039895391419 0.090208989135202616 -0.76056696327997531 -  
0.50485132981303693;0.1708743730433549 -2.7282472511527676 -2.1100949565892431 -  
0.62591216191616361 -0.22353093022726403;1.8841518233176453 0.35852929739288164  
1.4532621787612867 1.9461643091808478 1.6699299754373453;2.9037970465923966 -  
0.95162685875013053 -0.044757347632885691 1.4912813022566529 -  
0.89621975156263511;1.2582237559344622 1.050816676833946 0.53019469057958446  
1.9845253844374449 2.3366586896905277;1.8529978405480017 -1.9819650925903125  
0.63379864944784292 -1.9775165182064425 -0.83228902351794753;-1.110738357592296 -  
1.7280414387426981 -1.599391299941753 -2.3589457733919521 0.15562566189383534;-  
1.1849958460319421 -2.1111260882030756 -1.9903212788603957 -1.3897143708189228 -  
0.78294994147907848;-0.81208996900395325 -1.9857263584596931 1.8858849541429936  
0.51344410852289901 1.9859450522442852;-0.3039561176277753 -2.5913841768235888  
0.36360893961871293 -0.48151296038484881 2.2792622680348873;-1.3601200222263108 -  
1.3771651050737006 -1.4097433473929237 1.0062138473866431 -2.3707406307158507;-  
0.78397595125941144 1.7419564424268663 -2.8943791328678166 0.36448738470738495  
0.45546876287484456;0.58347921358206178 -1.3307724273128831 -1.2208481452913968 -  
1.1574485583405116 2.7249226313360251;2.5578169120401109 -0.6028691318538949  
0.90855309578870525 2.1052610908912537 -0.45087960417748124];

**% Layer 2**

b2 = 0;

LW2\_1 = [0.063325326971486171 0.05828951129555162 0.026951407275857427 -  
0.058432830012794972 0.087922216151046784 -0.14102274443902746 0.47006669484757985  
-0.27978292902526036 -0.3859142594212352 -0.44777072188829731 0.071273260373459324 -



0.417990639518455 -0.040160255667807919 0.048483663217639437 -0.16409702940421345  
0.052707398356070016 -0.46576871901815231 0.040994532006762889 -  
0.033988600641264952 0.32839210434177846 0.025809210004228089 -0.43567394029369472  
-0.074706387082029327 0.41055493333600346 -0.21602183456951238 -0.22556546879351386  
0.48068857785226876 -0.36378703675485791 -0.063789762179335296 0.032333599731315443  
0.026115707746872517 0.44431975182341826 -0.44513773374047233 0.25761729445843828 -  
0.1030091293059569 -0.17349840735659813 0.066811483743897712 0.0386588771724087 -  
0.45450537967547816 0.18630112685325145 -0.1161586476953317 0.2045369161294289  
0.086447655254121028 -0.068515440396585081 0.14900007407888352 0.22298594966217972  
-0.15440964008519631 0.016980606256973028 0.42079434580193575 -0.17231730632915332 -  
0.47819537981480637 0.34628313648447895 -0.25083194042362089 -0.37923112261933395  
0.044280913140045307 -0.10084316105961935 0.015293625289485522 -0.28659472199064434  
-0.27216805991040627 -0.01139745491949859 0.23593182945689092 -0.1113086677856267  
0.00031685928671057684 0.22998862724520572 -0.08190671245530938 -  
0.30796486381049676 0.47145462343177935 0.16889807694837206 0.44041168330051639 -  
0.25782362247456914 -0.36959396616795293 0.17732402664211527 -0.20261997419087169  
0.4784974154702043 0.22904273061728173 -0.057425005959088872 -0.3569695251979656  
0.12535708963973952 0.25690402087788361 -0.28071313702788064 0.25766632075017709  
0.31466750369505719 0.38605958167384746 -0.34091015254812296 -0.39478659148456186 -  
0.19546124498672671 0.26891050353477197 -0.46201076361723459 -0.20679922477045304 -  
0.17202156056877688 -0.46482106268318885 0.35055845651898004 0.44507811813950349  
0.4163667871981927 0.4406013454260666 0.14486153126638221 0.39711917242270839 -  
0.29879108736639126 0.45060277493210382 -0.24822334780541841];

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions

Q = size(x1,2); % samples

% Input 1

xp1 = removeconstantrows\_apply(x1,x1\_step1\_keep,x1\_step1\_remove);

```
xp1 = mapminmax_apply(xp1,x1_step2_gain,x1_step2_xoffset,x1_step2_ymin);
```

```
% Layer 1
```

```
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);
```

```
% Layer 2
```

```
a2 = logsig_apply(repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1);
```

```
% Output 1
```

```
y1 = a2;
```

```
end
```

```
% ===== MODULE FUNCTIONS =====
```

```
% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
```

```
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
```

```
y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);
```

```
y = bsxfun(@times,y,settings_gain);
```

```
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);
```

```
end
```

```
% Remove Constants Input Processing Function
```

```
function y = removeconstantrows_apply(x,settings_keep,settings_remove)
```

```
if isempty(settings_remove)
```

```
    y = x;
```

```
else
```

```
    y = x(settings_keep,:);
```

```
end
```

```
end
```

```
% Sigmoid Positive Transfer Function
```

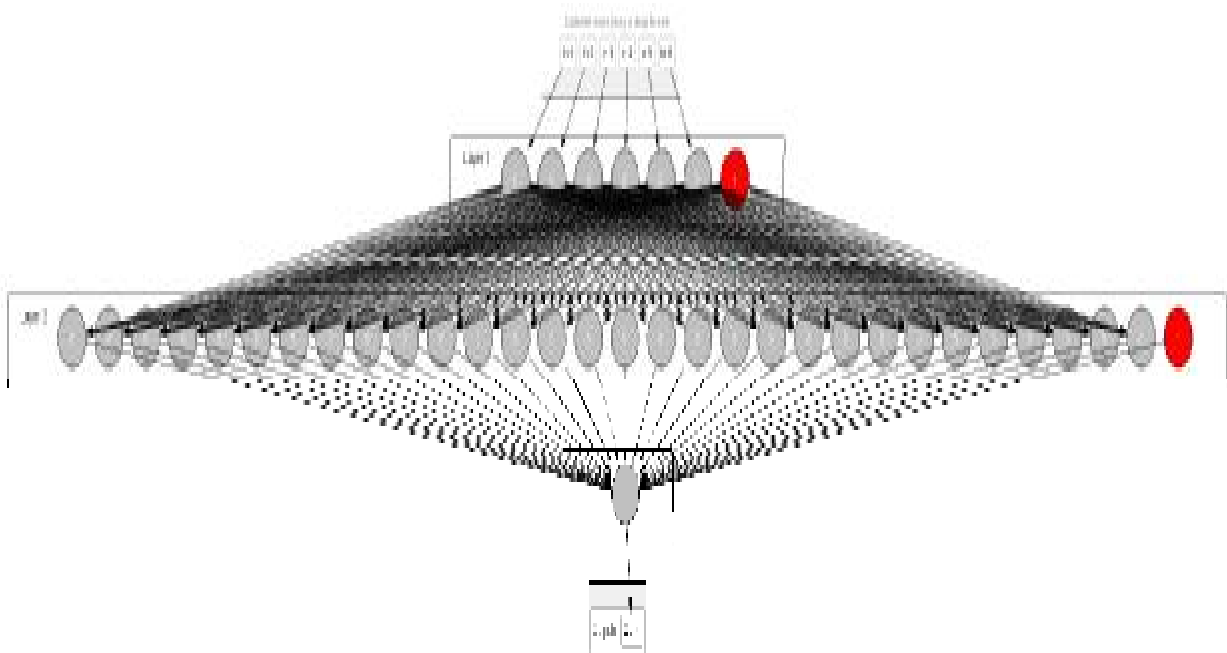
```
function a = logsig_apply(n)
a = 1 ./ (1 + exp(-n));
end
```

```
% Sigmoid Symmetric Transfer Function
```

```
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
End
```

## 5.2 Πειραματική διαδικασία στο Neuroph Studio

Εκτός απο το MATLAB πραγματοποιήσαμε και μια ακόμη προσομοίωση στο NEUROPH STUDIO για συγκριτικούς λόγους. Δημιουργήσαμε λοιπόν το ίδιο νευρωνικό δίκτυο με αυτό του MATLAB και το εκπαιδεύσαμε με τον ίδιο τρόπο όπως παραπάνω. Δημιουργήσαμε το παρακάτω Νευρωνικό Δίκτυο.

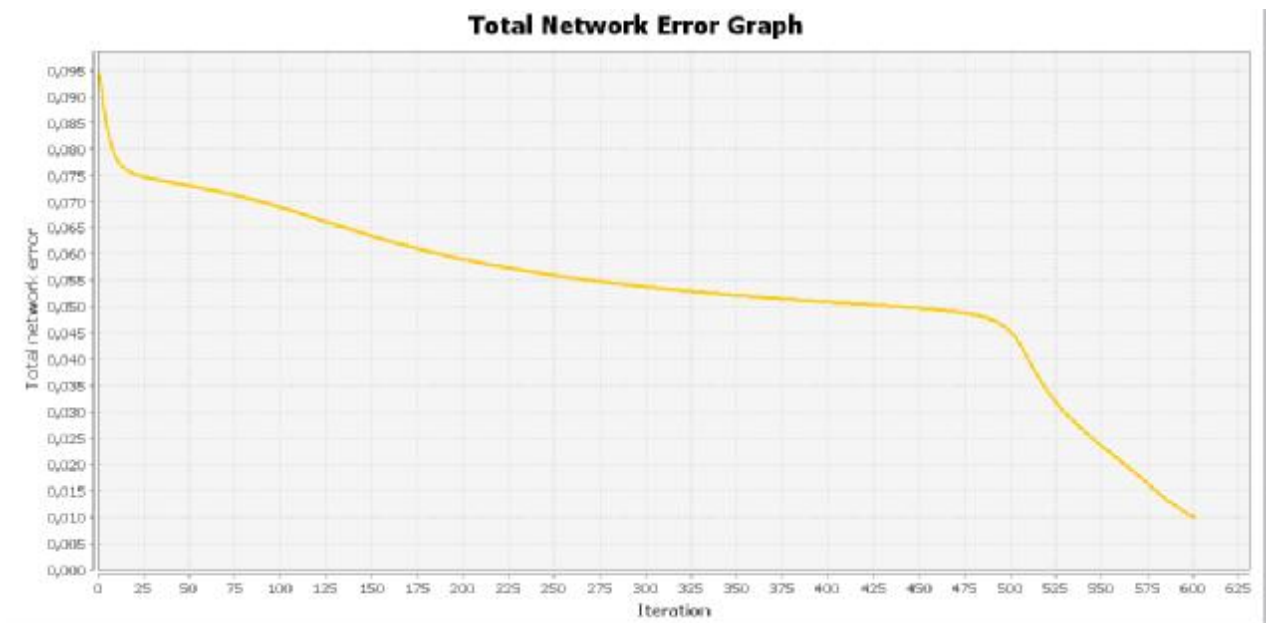


**Εικόνα 17** Νευρωνικό δίκτυο neuroph

Όπως φαίνεται είναι ένα Νευρωνικό Δίκτυο με 6 εισόδους, μία έξοδο και έχει 30 κρυμμένους νευρώνες. Προσθέσαμε τις τιμές από τον πίνακα που έχουμε παραπάνω στην είσοδο (input) και τις ίδιες τιμές στόχου (target). Εκπαιδεύσαμε το Νευρωνικό μας δίκτυο και πήραμε τα παρακάτω αποτελέσματα για κάθε τιμή εξόδου και ένα διάγραμμα λαθών εκπαίδευσης.

Input: 0; 0; 0; 0; 0; 0; Output: 0,5203; Desired output: 1; Error: -0,4797;  
 Input: 0; 0; 0; 0; 0; 1; Output: 0,8483; Desired output: 1; Error: -0,1517;  
 Input: 0; 0; 0; 0; 1; 0; Output: 0,0049; Desired output: 0; Error: 0,0049;  
 Input: 0; 0; 0; 0; 1; 1; Output: 0,0825; Desired output: 0; Error: 0,0825;  
 Input: 0; 0; 0; 1; 0; 0; Output: 0,1442; Desired output: 0; Error: 0,1442;  
 Input: 0; 0; 0; 1; 0; 1; Output: 0,7926; Desired output: 1; Error: -0,2074;  
 Input: 0; 0; 0; 1; 1; 0; Output: 0,0015; Desired output: 0; Error: 0,0015;  
 Input: 0; 0; 0; 1; 1; 1; Output: 0,0297; Desired output: 0; Error: 0,0297;  
 Input: 0; 0; 1; 0; 0; 0; Output: 0,8998; Desired output: 1; Error: -0,1002;  
 Input: 0; 0; 1; 0; 0; 1; Output: 0,989; Desired output: 1; Error: -0,011;  
 Input: 0; 0; 1; 0; 1; 0; Output: 0,0663; Desired output: 0; Error: 0,0663;  
 Input: 0; 0; 1; 0; 1; 1; Output: 0,1445; Desired output: 0; Error: 0,1445;  
 Input: 0; 0; 1; 1; 0; 0; Output: 0,2441; Desired output: 0; Error: 0,2441;  
 Input: 0; 0; 1; 1; 0; 1; Output: 0,9097; Desired output: 1; Error: -0,0903;  
 Input: 0; 0; 1; 1; 1; 0; Output: 0,0153; Desired output: 0; Error: 0,0153;  
 Input: 0; 0; 1; 1; 1; 1; Output: 0,0443; Desired output: 0; Error: 0,0443;  
 Input: 0; 1; 0; 0; 0; 0; Output: 0,1687; Desired output: 0; Error: 0,1687;  
 Input: 0; 1; 0; 0; 0; 1; Output: 0,1506; Desired output: 0; Error: 0,1506;  
 Input: 0; 1; 0; 0; 1; 0; Output: 0,0666; Desired output: 0; Error: 0,0666;  
 Input: 0; 1; 0; 0; 1; 1; Output: 0,0974; Desired output: 0; Error: 0,0974;  
 Input: 0; 1; 0; 1; 0; 0; Output: 0,1163; Desired output: 0; Error: 0,1163;  
 Input: 0; 1; 0; 1; 0; 1; Output: 0,1393; Desired output: 0; Error: 0,1393;  
 Input: 0; 1; 0; 1; 1; 0; Output: 0,0309; Desired output: 0; Error: 0,0309;  
 Input: 0; 1; 0; 1; 1; 1; Output: 0,0673; Desired output: 0; Error: 0,0673;  
 Input: 0; 1; 1; 0; 0; 0; Output: 0,9964; Desired output: 1; Error: -0,0036;  
 Input: 0; 1; 1; 0; 0; 1; Output: 0,9938; Desired output: 1; Error: -0,0062;  
 Input: 0; 1; 1; 0; 1; 0; Output: 0,9591; Desired output: 1; Error: -0,0409;  
 Input: 0; 1; 1; 0; 1; 1; Output: 0,9582; Desired output: 1; Error: -0,0418;  
 Input: 0; 1; 1; 1; 0; 0; Output: 0,9813; Desired output: 1; Error: -0,0187;  
 Input: 0; 1; 1; 1; 0; 1; Output: 0,9865; Desired output: 1; Error: -0,0135;  
 Input: 0; 1; 1; 1; 1; 0; Output: 0,8074; Desired output: 1; Error: -0,1926;  
 Input: 0; 1; 1; 1; 1; 1; Output: 0,9209; Desired output: 1; Error: -0,0791;  
 Total Mean Square Error: 0.01814846579356236

**Εικόνα 18 Αποτελέσματα προσομοίωσης**



**Εικόνα 19 Διάγραμμα λαθών της εκπαίδευσης**

Όπως φαίνεται παραπάνω τα αποτελέσματα μας θα είναι όλα σωστά αν τα συνδέσουμε με έναν κώδικα στρογγυλοποίησης καθώς δεν έχουμε αποκλίσεις άνω του 0,5. Δηλαδή αν έχουμε σαν αποτέλεσμα εξόδου 0,51 ή 0,49 αντί για 1 ή 0 με ένα κώδικα στρογγυλοποίησης θα μετατραπεί σε 1 και 0 αντίστοιχα.

Στο διάγραμμα διακρίνεται ότι έχουμε επιτύχει εκπαίδευση με μέγιστο λάθος τάξης του 0,1 κάτι που είναι πάρα πολύ σημαντικό ώστε να επιτευχθεί η καλύτερα δυνατή εκπαίδευση.

## **Συμπέρασμα**

Διακρίνουμε ότι η εκπαίδευση στο Neuroph Studio είναι καλύτερη διότι δεν είχαμε κανένα λάθος στα αποτελέσματα μας έναντι αυτής του Matlab στο οποίο είχαμε 84,4% επιτυχία. Δηλαδή στο Neuroph Studio με την εκπαίδευση καταφέραμε να έχουμε σαν έξοδο κάθε τιμή που θέλαμε και θέσαμε ως target για την λάμπα στο δωμάτιο και στις τριάντα δύο περιπτώσεις που είχαμε (πίνακας τιμών). Σε αντίθεση με το Matlab που λόγω του πίνακα αποτελεσμάτων εκπαίδευσης (Εικόνα 16) γνωρίζουμε ότι η έξοδος και το target είχαν συνολική διαφορά 15,6%. Επίσης η εκπαίδευση στο Neuroph Studio ήταν αρκετά πιο εύκολη και γρήγορη σε σχέση με του Matlab και σου δίνει τη δυνατότητα ελέγχου κάθε τιμής ξεχωριστά.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ:

- 1 [https://stats.stackexchange.com/questions/115258/comprehensive-list-of-activation-functions-in-neural-networks-with-pros-cons?fbclid=IwAR0mceEZVe4CFqG\\_cZW2DIVLjfBuFWqy1ngmng9YjVcbb9i7vvrVSqwoDm4](https://stats.stackexchange.com/questions/115258/comprehensive-list-of-activation-functions-in-neural-networks-with-pros-cons?fbclid=IwAR0mceEZVe4CFqG_cZW2DIVLjfBuFWqy1ngmng9YjVcbb9i7vvrVSqwoDm4)
- 2 file:///C:/Users/steve/Downloads/Smart%20Home%20Design%20for%20Disabled%20People%20based%20on%20Neural.pdf

### ΒΙΒΛΙΑ:

- 1 **KNX Basic Course** Documentation Edition: January 2015
- 2 **Data Mining:** Εισαγωγικά και Προηγμένα Θέματα Εξόρυξης Γνώσης από Δεδομένα, της Margaret Dunham
- 3 Έξυπνες ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις και απομακρυσμένη διαχείριση **Data Mining:** Εισαγωγικά και Προηγμένα Θέματα Εξόρυξης Γνώσης από Δεδομένα, της Margaret Dunham