Σ20

ΕΘΝΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

RENES

Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΕΘΝΙΚΕΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ:

Α. ΖΕΡΒΟΣ,

ΚΛ. ΤΑΜΠΑΚΗ,

ΕΜΠ - RENES

ΜΕ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΤΩΝ:

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

Δ.Ε.Η.

ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Ε.

ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΠΕΝΔΥΤΩΝ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ Α.Π.Ε.

ΧΟΡΗΓΟΙ:

ΤΙΦΙΝ Α.Ε.

ΜΑΛΤΕΖΟΣ ΑΒΕΕ

ΕΘΝΟΚΑΡΤΑ

ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΤΟΥ ΟΜΙΛΟΥ ΤΗΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΤΡΑΠΕΖΑΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση ενός εναλλακτικού συστήματος BEMS το οποίο μπορεί να συνδεθεί σε οποιοδήποτε κτίριο, ικανοποιώντας παράλληλα τις απαιτήσεις των χρηστών και εξασφαλίζοντας εξοικονόμηση ενέργειας.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το προτεινόμενο 'Έξυπνο Σύστημα Ελέγχου και Διαχείρισης Ενέργειας σε κτίρια' (Intelligent Building Energy Management System - IBEMS) αποτελείται από τα εξής μέρη:

- Το λογισμικό του συστήματος που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των συνθηκών του κτιρίου.
- Το υλικό του συστήματος που αποτελείται από το κεντρικό PC, τους κόμβους του δικτύου, τους αισθητήρες και ενεργοποιητές του κτιρίου, τα μέσα επικοινωνίας κλπ.

Το IBEMS περιγράφεται λεπτομερώς στις επόμενες παραγράφους.

2.1. Λογισμικό

Το λογισμικό του συστήματος αποτελείται τόσο από τον αλγόριθμο που έχει αναπτυχθεί για τον έλεγχο των συνθηκών του κτιρίου, όσο και από το λογισμικό που εκτελεί τις διαδικασίες λειτουργίας του δικτύου.

Ο αλγόριθμος έχει δύο στόχους:

- Να οδηγεί τις συνθήκες του κτιρίου στα απαιτούμενα επίπεδα για άνεση.
- Να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του χρήστη.

Ο διπλός αυτός ρόλος του αλγόριθμου επιτυγχάνεται από τη χρήση ενός PID ελεγκτή ασαφούς λογικής. Ο αλγόριθμος βασίζεται σε σύστημα κανόνων ασαφούς λογικής πρώτον για να υπερκεραστούν τα προβλήματα που δημιουργούνται λόγω ασάφειας και δεύτερον για να ελαχιστοποιηθεί η αστάθεια του συστήματος. Το PI τμήμα του ελεγκτή οδηγεί τις συνθήκες του κτιρίου στις επιθυμητές τιμές και το D τμήμα προβλέπει τις συνθήκες και ελαχιστοποιεί τις ταλαντώσεις.

Οι παράμετροι ελέγχου του συγκεκριμένου ελεγκτή είναι οι εξής:

Για τη θερμική άνεση στα κτίρια οι πιο κλασσικές παράμετροι ελέγχου είναι η θερμοκρασία και η υγρασία. Είναι γνωστό όμως ότι η άνεση επηρεάζεται και από πλήθος άλλων παραμέτρων όπως για παράδειγμα η ταχύτητα του αέρα στο χώρο. Για τους λόγους αυτούς ως παράμετρος ελέγχου που αντιστοιχεί στη θερμική άνεση χρησιμοποιείται το Predicted Mean Vote (PMV) που εξαρτάται από:

- Τη θερμοκρασία του ελεγχόμενου χώρου
- Την υγρασία
- Την ταχύτητα του αέρα
- Την μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας (mean radiant temperature) και άλλους υποκειμενικούς παράγοντες.

Με τη χρήση αυτής της παραμέτρου ελέγχεται η θερμική άνεση με μια μόνο μεταβλητή λαμβάνοντας υπόψη όλες τις επιμέρους που την επηρεάζουν.

Η οπτική άνεση ελέγχεται με το επίπεδο φωτισμού (illuminance level).

Τέλος η ποιότητα αέρα καθορίζεται από τα επίπεδα CO_2 ή TVOCs στον ελεγχόμενο χώρο.

Τα απαιτούμενα επίπεδα για άνεση καθορίζονται από τη σχετική βιβλιογραφία [3,4].

Στη διαδικασία για την δημιουργία του συστήματος κανόνων ασαφούς λογικής λαμβάνονται υπόψη οι αλληλοεξαρτήσεις των διαφόρων παραμέτρων και επιτυγχάνεται η βέλτιστη προσαρμογή του συστήματος στα επιθυμητά επίπεδα όπως περιγράφεται στην παράγραφο 2.1.1.

Οι απαιτήσεις του χρήστη ικανοποιούνται χρησιμοποιώντας την ίδια βάση κανόνων. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται ώστε το σύστημα ασαφούς λογικής να μην επιτρέπει στις παραμέτρους ελέγχου να μετατοπιστούν εκτός των ορίων όπου εξασφαλίζεται η άνεση. Τα όρια αυτά είναι:

$-0.5 \leq PMV \leq 0.5$

$600\ ppm \leq [CO_2] \leq 800 ppm$

$300\ lux \leq Illuminance \leq 600\ lux.$

Η εξοικονόμηση ενέργειας με παράλληλη εξασφάλιση της άνεσης των χρηστών επιτυγχάνεται με την εισαγωγή μιας συνάρτησης κόστους. Η συνάρτηση κόστους περιγράφεται με μεγαλύτερη λεπτομέρεια στην παράγραφο 2.1.2.

2.1.1. Ελεγκτής ασαφούς λογικής PI+D

Μερικές παρατηρήσεις που πρέπει να αναφερθούν εδώ είναι οι εξής:

Η θερμική άνεση μετρούμενη με το PMV έχει ισχυρή εξάρτηση από την ταχύτητα του αέρα μέσα στο χώρο.

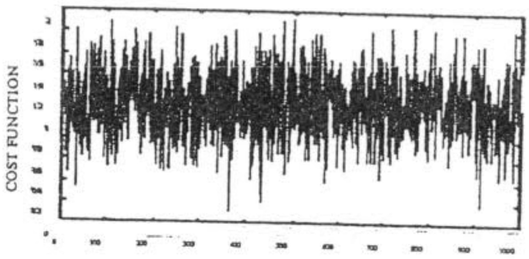
✓ Η κατανάλωση ενέργειας για ηλεκτρικό φωτισμό.

Οι παράμετροι κανονικοποιούνται σε κλίμακα 0-1 και τα βάρη των επιμέρους παραμέτρων υπολογίζονται χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Principal Components Analysis (PCA).

Η βέλτιστη περιοχή στην οποία θα πρέπει να βρίσκεται η συνάρτηση κόστους υπολογίστηκε με γεννήτριες τυχαίων αριθμών για τις πέντε παραμέτρους διατηρώντας τις τιμές τους στα επιθυμητά επίπεδα. Τα βάρη που προέκυψαν με την Principal Components Analysis είναι σχεδόν ίσα. Οι βέλτιστες τιμές για την συνάρτηση κόστους φαίνονται στο σχήμα 2.1.2.α.

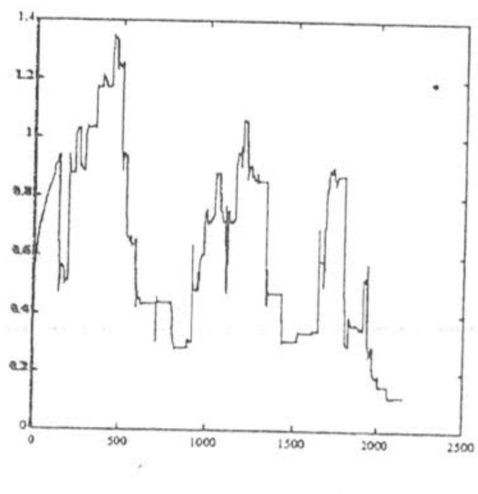
Η εκτίμηση της συνάρτησης κόστους για τον ελεγκτή PI+D φαίνεται στο σχήμα 2.1.2.β.

ΒΕΛΤΙΣΤΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ PCA



Σχ. 2.1.2α

ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ 3 ΜΕΡΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΧΕΙΜΕΡΙΝΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ



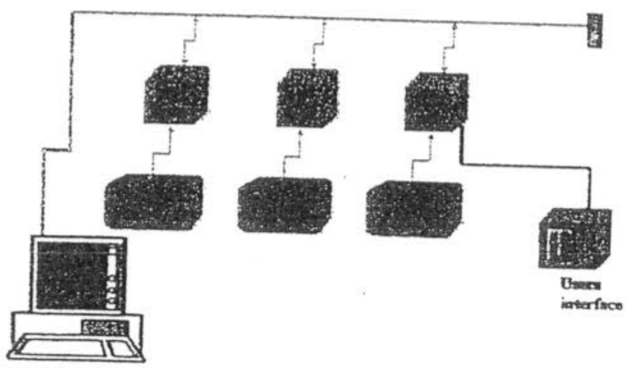
Σχ. 2.1.2.β

Παρατηρούμε ότι η συνάρτηση κόστους βρίσκεται μέσα στα επιθυμητά όρια. Ο έλεγχος της συνάρτησης κόστους θα οδηγήσει σε μεταβολές των βαρών των κανόνων του ελεγκτή όταν αυτή βρίσκεται εκτός ορίων.

2.1. Υλικό

Το υλικό του ευφυούς συστήματος διαχείρισης ενέργειας αποτελείται από τα εξής όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.2.1:

SYSTEM'S ARCHITECTURE



Σχήμα 2.2.1

- Το κεντρικό PC για συλλογή και στατιστική επεξεργασία δεδομένων καθώς και ορισμένες λειτουργίες διαχείρισης του δικτύου.
- Τους αισθητήρες μέτρησης των συνθηκών του κτιρίου:
  - → Θερμοκρασία
  - → Υγρασία
  - → Ταχύτητα αέρα
  - → Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας
  - → Επίπεδα φωτισμού
  - → Συγκέντρωση CO_2
  - → Μετρητές ενέργειας για θέρμανση/ψύξη και ηλεκτρικό φωτισμό.
- Τους ενεργοποιητές για τη ρύθμιση των συνθηκών του κτιρίου (π.χ. dimming του ηλεκτρικού φωτός, άνοιγμα και κλείσιμο παραθύρων, κλπ.).
- Το «έξυπνο δίκτυο» για την ανταλλαγή πληροφοριών στα διάφορα σημεία του κτιρίου.

δυνατότητα εγκατάστασης σε κάθε κτίριο προσφέρει σημαντικές προοπτικές για εξοικονόμηση ενέργειας σε ήδη υπάρχοντα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί χωρίς ενεργειακό σχεδιασμό και είναι ενεργοβόρα. Επίσης η χρήση τεχνητής νοημοσύνης προσφέρει τη δυνατότητα για βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών του κτιρίου εξασφαλίζοντας άνεση στο χρήστη.

Βιβλιογραφία

1. *D.Kolokotsa, K.Kalaitzakis, G.Stavrakakis, G.Sutherland, M.Santamouris, S.Soultanidis, P.Moumtzis, J.Brunet, P. Guillaumin, L.Pelegrini, G.Romiti, L.Bakker* Advanced decision support techniques in combination with smart card and local operating network technologies for intelligent energy management in buildings, *EPIC 98 Conference.*
2. *D.Kolokotsa, G.Stavrakakis* Combining Smart Card and Lon Technologies with advanced decision support techniques to develop an Intelligent Industrial Energy Management Systems for Buildings - Six monthly progress report (BUILTECH project/ CT-97-0044).
3. *M.Santamouris, D.Asimakopoulos* Passive cooling of buildings, James &James ISBN 1 873936 47 8.
4. *Francis Allard,* Natural ventilation of buildings, James &James ISBN 1 873936 72 9.
5. LonWorks Technology - Intelligent Distributed Control Training Course.
6. Detlef Nauck. Neuro-Fuzzy systems :Review and prospects. *EUFIT '97 pp1044-1053*
7. A.Nurnberger, D. Nauck, R.Kruse and L.Merz. A neuro-fuzzy Development Tool for Fuzzy Controllers under Matlab/Simulink. . *EUFIT '97 pp1029-1033*
8. T.J. Ross. Fuzzy Logic with Engineering Applications. *McGraw-Hill ISBN 0-07-113637-1*
9. Levermore JG. Building Energy Management Systems: An application to heating control(1992)
10. Earl Cox. Adaptive fuzzy Systems. *IEEE Spectrum February 1993 pp27-31.*