



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΥΚΝΩΤΕΣ

Σκοποί κεφαλαίου 3

Μετά το πέρας της διδασκαλίας του κεφαλαίου ο μαθητής θα πρέπει:

1. Να απαριθμεί τις κατηγορίες των σταθερών και μεταβλητών πυκνωτών.
2. Να αναφέρει και να επεξηγεί τα βασικά χαρακτηριστικά των διηλεκτρικών και ηλεκτρολυτικών πυκνωτών.
3. Να αναφέρει τις χρήσεις των σταθερών διηλεκτρικών πυκνωτών.
4. Να αποκωδικοποιεί τους διηλεκτρικούς πυκνωτές.
5. Να αναφέρει τις χρήσεις των ηλεκτρολυτικών πυκνωτών.
6. Να αποκωδικοποιεί τους ηλεκτρολυτικούς πυκνωτές.
7. Να αναφέρει τις χρήσεις των πυκνωτών διπλής επίστρωσης.
8. Να απαριθμεί τις κατηγορίες των μεταβλητών πυκνωτών.
9. Να αναφέρει τους τύπους των μεταβλητών πυκνωτών και τις χρήσεις τους.

3.1. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΥΚΝΩΤΩΝ

Πυκνωτής είναι εκείνο το παθητικό στοιχείο που δημιουργείται μεταξύ δύο αγωγών, όταν αυτοί βρίσκονται υπό τάση και ανάμεσά τους υπάρχει κάποιο διηλεκτρικό υλικό. Οι αγωγοί είναι οι οπλισμοί του πυκνωτή, ενώ το διηλεκτρικό αποθηκεύει ηλεκτρική ενέργεια.

Στο διάγραμμα 3.1 παρουσιάζονται διάφοροι τύποι πυκνωτών, σύμφωνα με τον τρόπο λειτουργίας τους, το υλικό κατασκευής και την πόλωση τους. Οι ρυθμιζόμενοι πυκνωτές (varicap) θα εξετασθούν σε άλλο κεφάλαιο, επειδή είναι ημιαγώγιμα στοιχεία.

3.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΥΚΝΩΤΩΝ

3.2.1 Χαρακτηριστικά διηλεκτρικών πυκνωτών

1. Ονομαστική χωρητικότητα (Rated capacitance) C : η θεωρητική χωρητικότητα που είναι τυπωμένη στο περίβλημα του πυκνωτή και αναφέρεται σε δοσμένη θερμοκρασία και συχνότητα.

2. Ανοχή χωρητικότητας: η εκατοστιαία θετική ή αρνητική απόκλιση της πραγματικής από την ονομαστική χωρητικότητα και δίνεται σε $\pm\%$.

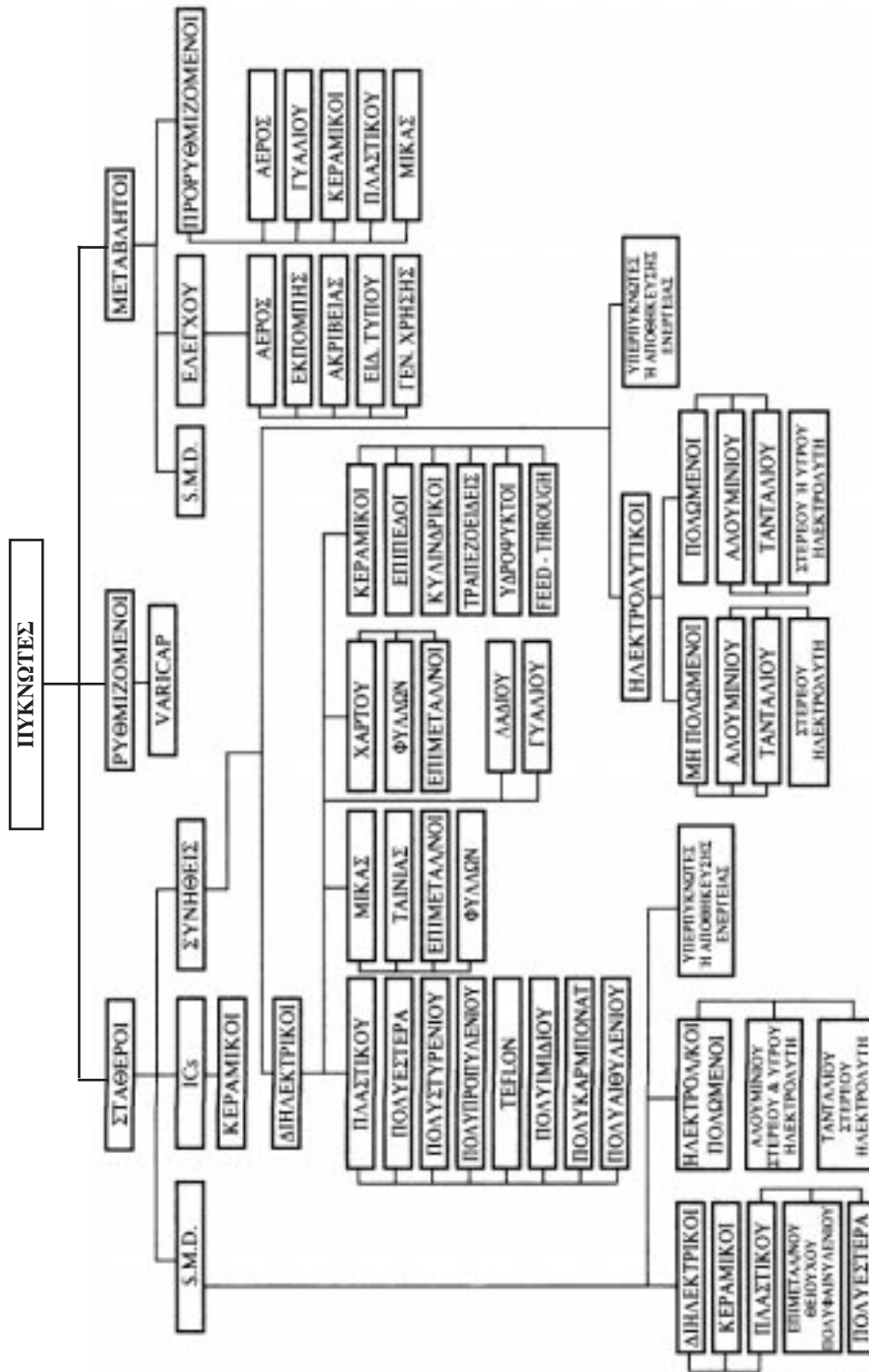
3. Ονομαστική τάση DC , U_{DC} : η μέγιστη DC τάση που μπορεί να εφαρμοσθεί σε κατάσταση συνεχούς λειτουργίας στους $40^\circ C$.

4. Τάση κατηγορίας (Category Voltage) U_C : η μέγιστη επιτρεπόμενη τάση που μπορεί να εφαρμοσθεί σε κατάσταση συνεχούς λειτουργίας και για θερμοκρασίες πάνω από $40^\circ C$, είναι δε μικρότερη της U_{DC} . Για θερμοκρασίες $40^\circ C$ ή μικρότερες, η U_{DC} ισούται με την U_C . Η τάση κατηγορίας δηλώνει τη μέγιστη τάση AC ή DC ή το άθροισμα της AC και DC συνιστώσας που πρέπει να είναι ίσο ή μικρότερο της U_C και για συχνότητα $50Hz$.

5. Ονομαστική τάση AC (Rated AC voltage) U_{AC} : η μέγιστη επιτρεπόμενη ενεργός τιμή τάσης AC που μπορεί να εφαρμοσθεί σ' ένα πυκνωτή για συνεχή λειτουργία αυτή ελαττώνεται με τη συχνότητα.

6. Μεταβολή της χωρητικότητας με τη θερμοκρασία $\Delta C/C\%$: η εκατοστιαία μεταβολή της ονομαστικής χωρητικότητας για μεταβολή της θερμοκρασίας κατά ΔT . Είναι συνήθως αρνητικός αριθμός, δηλαδή αυξανόμενης της θερμοκρασίας ελαττώνεται η χωρητικότητα και μετράται στο 1 KHz .

Δίνεται από τη:



Διάγραμμα 3.1

$$\frac{\Delta C}{C} \% = \frac{\Delta T \cdot \text{ppm}/^{\circ}\text{C}}{10^4} \quad 3.1$$

όπου ΔT η μεταβολή της θερμοκρασίας σε $^{\circ}\text{C}$. Αν για παράδειγμα έχουμε μία μεταβολή 60°C για πυκνωτή με θερμοκρασιακό συντελεστή $-750 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$, τότε η μεταβολή της χωρητικότητάς του θα είναι $-4,5\%$.

7. Συντελεστής απωλειών $\tan\delta$: ισούται με:

$$\tan \delta = \omega \cdot \text{ESR} \cdot C \quad 3.2$$

Όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής, τόσο καλύτερης ποιότητας είναι ο πυκνωτής. Η ακρίβεια μέτρησης πρέπει να είναι της τάξης του $\pm 10^{-4}$. Ο συντελεστής αυτός αυξάνεται αυξανόμενης της συχνότητας. Το ESR δηλώνει την ισοδύναμη αντίσταση σειράς του πυκνωτή.

8. Περιοχή θερμοκρασιών λειτουργίας: το εύρος μεταξύ ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας που επιτρέπεται να λειτουργήσει ο πυκνωτής. Αυτή δίνεται από τους κατασκευαστές με την κλιματική κατηγορία π.χ. 55/125/56 που σημαίνει περιοχή θερμοκρασιών $(-55 \sim +125)^{\circ}\text{C}$ και για χρόνο παραμονής σε θερμοκρασία και υγρασία για 56 ημέρες.

3.2.2 Χαρακτηριστικά ηλεκτρολυτικών πυκνωτών

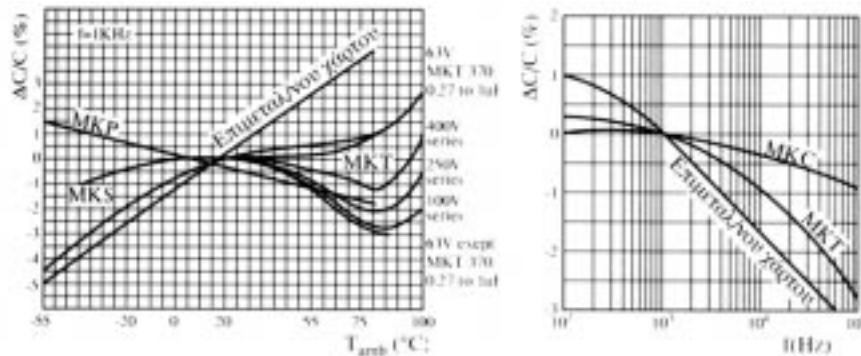
1. Ονομαστική χωρητικότητα C : ορίζεται όπως στην §3.2.1. Επειδή όμως το ισοδύναμο κύκλωμα αυτών των πυκνωτών είναι διαφορετικό για το A.C. και το D.C., συνεπάγεται ότι και η σύνθετη αντίστασή τους είναι διαφορετική και κατ' επέκταση και η χωρητικότητά τους που μετράται στο A.C. ή στο D.C. Η χωρητικότητα αναγράφεται στο περίβλημα αυτών των πυκνωτών, – μετρούμενη στο D.C. – και είναι 1,1 έως 1,6 φορές μεγαλύτερη από αυτή στο A.C. Εξαρτάται δε από τη θερμοκρασία και τη συχνότητα.

2. Ανοχή χωρητικότητας: ορίζεται όπως στην §3.2.1 και παίρνει τιμές $\pm 10\%$, $\pm 20\%$, $(-10 \sim +30)\%$ και $(10 \sim +50)\%$.

3. Ονομαστική τάση U_{DC} : ορίζεται όπως στην § 3.2.1. Συνήθεις ονομαστικές τιμές είναι: 6,3 – 10 – 16 – 25 – 35 – 40 – 50 – 63 – 100 – 125 – 160 – 200 – 250 – 350 – 385 – 400...

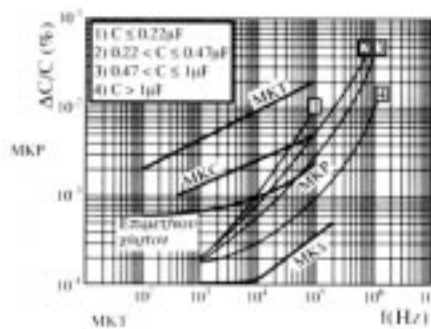
4. Τάση κατηγορίας U_C : ορίζεται όπως στην §3.2.1.

5. Ανάστροφη τάση U_{rev} : η μέγιστη ανάστροφη τάση που μπορεί να εφαρμοσθεί στον πυκνωτή.

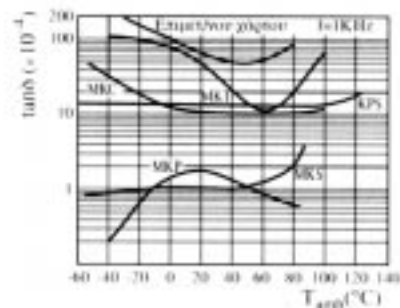


Η μεταβολή της ονομαστικής χωρητικότητας σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία, εξαρτάται από το διηλεκτρικό, την τάση και την ονομαστική χωρητικότητα.

Η μεταβολή της ονομαστικής χωρητικότητας σε συνάρτηση με τη συχνότητα, εξαρτάται από το διηλεκτρικό.



Η μεταβολή της ονομαστικής χωρητικότητας σε συνάρτηση με τη συχνότητα, εξαρτάται από το διηλεκτρικό και την ονομαστική χωρητικότητα.



Ο συντελεστής απωλειών σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία, εξαρτάται από το διηλεκτρικό.

Σχήματα 3.1 Τυπικές καμπύλες διηλεκτρικών πυκνωτών

6. Συντελεστής απωλειών $\tan \delta$: ορίζεται όπως στην § 3.2.1. Συμπίπτει με το συντελεστή ισχύος για τιμές μέχρι 0,15. Πολλές φορές εκφράζεται και %.

7. Περιοχή θερμοκρασιών λειτουργίας: ορίζεται όπως στην §3.2.1.

8. Ρεύμα διαρροής (Leakage current) I_L : Το ρεύμα που διαρρέει τον πυκνωτή όταν στα άκρα του εφαρμοσθεί DC τάση. Αυτό εξαρτάται από το χρόνο, τη θερμοκρασία και την τάση. Συγκεκριμένα ελαττώνεται γρήγορα με την πάροδο του χρόνου και αυξάνεται ανάλογα με τη θερμοκρασία και την τάση.

3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΠΥΚΝΩΤΩΝ

3.3.1 Κύριες χρήσεις των πυκνωτών πλαστικού διηλεκτρικού

1. Επιμεταλλωμένης ταινίας πολυκαρμπονάτ: σε σύζευξη και απόζευξη ψηφιακών κυκλωμάτων υψηλής ταχύτητας ή άλλων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, ως πυκνωτής φραγμού, για αποθήκευση ενέργειας, για συνεχή λειτουργία στα τροφοδοτικά, στα φίλτρα ή τους χρονιστές και γενικά όπου χρειάζεται μεγάλη σταθερότητα της χωρητικότητας σε σχέση με τη θερμοκρασία.

2. Πολυπροπυλενίου: σε κυκλώματα συντονισμού, δικτυώματα φίλτρων και χρονισμού, ταλαντωτές για μεγάλη σταθερότητα, κυκλώματα δειγματοληψίας και συγκράτησης και όπου η ανοχή, η αξιοπιστία και οι μικρές απώλειες είναι κρίσιμες.

3. Πολυστερενίου: σε κυκλώματα συντονισμού, δικτυώματα φίλτρων LC και χρονιστών, διευκρινιστών, κυκλώματα παλμών και όπου η ακρίβεια, η σταθερότητα, η αξιοπιστία ή ο συντελεστής απωλειών είναι κρίσιμα ή σε περιβάλλον με υγρασία.

4. Πολυεστέρα: ως αντιπαρασιτικά στη ραδιοφωνία, σε κυκλώματα με απαιτήσεις υψηλών ρευμάτων, στα starters των λαμπτήρων φθορισμού και γενικά στα εμπορικά και βιομηχανικά ηλεκτρονικά για AC ή DC τάση.

5. Επιμεταλλωμένης ταινίας πολυεστέρα: στα computers, τις τηλεπικοινωνίες, στα εμπορικά και βιομηχανικά ηλεκτρονικά, ως πυκνωτής φραγμού-σύζευξης-αποσύζευξης ή αποθήκευσης ενέργειας, για κατάπνιξη ηλεκτρομαγνητικών παρασίτων και όπου ο όγκος ή το βάρος είναι κρίσιμα.

6. Επιμεταλλωμένης ταινίας πολυεστέρα με χαρτί: σε γενικές βιομηχανικές εφαρμογές, ραδιόφωνα, τηλεοράσεις, σε κυκλώματα μετρήσεων και ελέγχου κ.ά.

7. Επιμεταλλωμένης ταινίας χάρτου με πολυεστέρα: όπως και προηγούμενως.

8. Επιμεταλλωμένης ταινίας πολυπροπυλενίου: στα παλμοτροφοδοτικά, σε κυκλώματα ελέγχου μονοφασικών ή τριφασικών κινητήρων, όπου υπάρχουν απαιτήσεις για υψηλές συχνότητες, τάσεις ή ρεύματα, στα κυκλώματα αποκλίσεων στις τηλεοράσεις, για κατάπνιξη H/M παρασίτων, σε κυκλώματα με απαίτηση υψηλού χρόνου ανόδου (rise time), κυκλώματα συντονισμού, φίλτρα, χρονιστές, ταλαντωτές, κυκλώματα cross-over στα

Hi-Fi και όπου οι απώλειες διηλεκτρικού και η υψηλή αντίσταση μόνωσης είναι κρίσιμες.

Παρατήρηση: Γενικά οι πυκνωτές μικτού διηλεκτρικού χρησιμοποιούνται σε D.C τάσεις.

3.3.2 Χάρτου και επιμεταλλωμένου χάρτου

Είναι από τους πρώτους εμπορικούς πυκνωτές που κατασκευάστηκαν. Το χαρτί που χρησιμοποιείται είναι: α) γενικής χρήσης, β) ειδικής χρήσης πυκνωτών ισχύος και γ) υψηλής διηλεκτρικής σταθεράς.

Ο πρώτος τύπος χάρτου χρησιμοποιείται για πυκνωτές μικρής ή μέσης ισχύος για το D.C. και το A.C., ο δεύτερος τύπος για μεγάλης ισχύος, μέσω υψηλών τάσεων πυκνωτές και ο τρίτος για ίδιες εφαρμογές όπως ο προηγούμενος, αλλά με αυξημένη τάση διάσπασης ως 110% έτσι χρησιμοποιείται 20% λιγότερο χαρτί για κατασκευές πυκνωτών με ίδιες απαιτήσεις.

Οι πυκνωτές χάρτου εργάζονται σε θερμοκρασίες $(-55 \sim +125)^{\circ}\text{C}$, και έχουν ανοχές $\pm 5\%$, $\pm 10\%$ και $\pm 2\%$. Υπάρχουν σε τιμές χωρητικότητας $(0,5 \sim 20)\mu\text{F}$ για ονομαστικές τάσεις $(350 \sim 800)\text{V}_{\text{AC}}$, $(2 \sim 25)\mu\text{F}$ για τάσεις $(220 \sim 800)\text{V}_{\text{AC}}$ και $(0,04 \sim 0,125)\mu\text{F}$ για τάσεις $(2600 \sim 8000)\text{V}_{\text{AC}}$.

Χρησιμοποιούνται, κυρίως, για τη διόθρωση του cosφ, σε αντιπαρασιτικά και κοινά φίλτρα, στο φωτισμό, στην εκκίνηση των κινητήρων, στην αποσύζευξη των χαμηλών συχνοτήτων κ.ά. Γενικά βρίσκουν εφαρμογές στο A.C.

Βεβαίως κατασκευάζονται και πυκνωτές επιμεταλλωμένου χάρτου με διαφορετικές ιδιότητες από τους προηγούμενους. Παρουσιάζουν αμελητέα παρασιτικά στοιχεία συγκριτικά με τους προηγούμενους πυκνωτές. Για τάσεις μεγαλύτερες από 10V_{DC} «αυτοθεραπεύονται», όταν για κάποιο λόγο διατρηθεί το φύλλο μετάλλου έτσι αυξάνεται ο χρόνος ζωής τους.

Χρησιμοποιούνται όπου και οι κοινοί πυκνωτές χάρτου, αλλά κυρίως στο A.C. Μπορεί όμως να γίνει υπέρθεση AC τάσης στη D.C.

Και οι δύο κατηγορίες πυκνωτών χάρτου είναι σχετικά φτηνοί και έχουν καλή σχέση χωρητικότητα/κόστος.

Οι μεγάλοι σε μέγεθος πυκνωτές αναγράφουν τα στοιχεία τους στο περίβλημά τους, ενώ οι μικροί ακολουθούν το χρωματικό κώδικα του σχ. 3.5.

3.3.3 Πυκνωτές γυαλιού

Είναι ίσως οι πρώτοι πυκνωτές που κατασκευάστηκαν (φιάλη Leyden). Σήμερα συμπληρώνουν ή αντικαθιστούν τους πυκνωτές μίκας σε εφαρμογές

υψηλών συχνοτήτων. Μπορούν να εργασθούν σε υψηλές τάσεις ως 30KV, σε θερμοκρασίες $(-55 \sim +200)^{\circ}\text{C}$, και έχουν θετικό συντελεστή θερμοκρασίας $(140 \sim 150)\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$.

Διατίθενται σε ονομαστικές τιμές χωρητικότητας $0,5\text{pF} \sim 0,1\mu\text{F}$. Έχουν πολύ μικρή παρασιτική αυτεπαγωγή, πολύ μεγάλη σταθερότητα, αλλά υψηλό κόστος.

Χρησιμοποιούνται συνήθως σε διατάξεις ραδιοεκπομπών όταν απαιτείται μεγάλη σταθερότητα σε υψηλές θερμοκρασίες λειτουργίας, σε συντονισμένα κυκλώματα, στη σύζευξη ή απόζευξη κυκλωμάτων RF κτλ.

Αναγράφουν τα απαραίτητα στοιχεία στο περίβλημά τους.

3.3.4 Πυκνωτές μίκας

Οι πυκνωτές φύλλων και επιμεταλλωμένης μίκας κατασκευάζονται από φύλλα φυσικής μίκας, ενώ οι ταινίας κατασκευάζονται από επεξεργασμένη φυσική μίκα και αποτελεί το νεότερο τύπο αυτών των πυκνωτών. Όλοι οι τύποι κατασκευάζονται με φύλλα μετάλλων ή κραμάτων. Στους πυκνωτές μικρής χωρητικότητας χρησιμοποιείται ένα φύλλο μίκας με επιμετάλλωση των δύο πλευρών της, ενώ στους μεγαλύτερης χωρητικότητας χρησιμοποιείται ένα φύλλο μίκας με επιμετάλλωση της μίας πλευράς.

Οι θερμοκρασίες λειτουργίας είναι $(-55 \sim +150)^{\circ}\text{C}$, ο θερμοκρασιακός συντελεστής κυμαίνεται από $(-50 \sim +200)\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ και η μεταβολή χωρητικότητας $(-0,05 \sim -0,5)\%$. Διατίθενται σε ονομαστική χωρητικότητα $1\text{pF} \sim 1\mu\text{F}$ και για τάσεις $(100 \sim 35000)\text{V}_{\text{DC}}$.

Χρησιμοποιούνται σε κυκλώματα που απαιτούν μεγάλη σταθερότητα στις πολύ υψηλές συχνότητες, σε συντονισμένα κυκλώματα RF, φίλτρα κ.ά. Συνήθως αναγράφουν τα στοιχεία στο περίβλημά τους.

3.3.5 Πυκνωτές λαδιού

Αυτοί οι πυκνωτές παρουσιάζουν θερμική σταθερότητα στις μεγάλες ισχύες, μικρές απώλειες, μικρή επαγωγική αντίσταση, υψηλή αξιοπιστία και αντέχουν σε υψηλά RMS ρεύματα ή ρεύματα κορυφής. Χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρονικά ισχύος, φίλτρα, συζεύξεις, αποσβέσεις και κυκλώματα ελέγχου.

Υπάρχουν σε χωρητικότητες $(4,7 \sim 220)\mu\text{F}$, με ανοχές $\pm 5\%$, ή $\pm 10\%$, για τάσεις $(320 \sim 2000)\text{V}_{\text{DC}}$, ρεύματα $(18 \sim 80)\text{A}$, εργάζονται σε θερμοκρασίες $(-25 \sim +70)^{\circ}\text{C}$ και οι τιμές τους ακολουθούν τη σειρά E12.

Για παράδειγμα αναφέρουμε έναν πυκνωτή με $C=15\mu\text{F}$, ανοχή $\pm 10\%$, $U_{\text{DC}}=900\text{V}$, $U_{\text{RMS}}=630\text{V}$, $I_{\text{RMS}}=80\text{A}$ με κλιματική κατηγορία 25/70/56, $U_p=750\text{V}/\mu\text{sec}$, $\text{ESR}=1,5\text{m}\Omega$, $\text{ESL}=80\text{nH}$, $\tan\delta=0,0002$ και $\text{RC}>10.000\text{ sec}$. Ο πυκνωτής αυτός έχει συχνότητα συντονισμού περίπου 145KHz, γι' αυτό και δεν χρησιμοποιείται στις υψηλές συχνότητες.

Στο περίβλημά τους αναγράφονται τα απαραίτητα στοιχεία τους, όπως η χωρητικότητα, η ανοχή, η ονομαστική τάση, η U_{RMS} , το I_{RMS} , η κλιματική κατηγορία και η ημερομηνία κατασκευής.

3.3.6 Κεραμικοί πυκνωτές

3.3.6.1 Γενικά Οι πυκνωτές με κεραμικό υλικό είναι μίγμα πυριτιούχου μαγνησίου, αλουμίνιας, οξειδίου του ζirkονίου, οξειδίου του τιτανίου κτλ., στα οποία προστίθενται βάριο, ασβέστιο κ.ά. Ανάλογα με τη σύνθεση του κεραμικού υλικού κατασκευάζονται υλικά διαφόρων ιδιοτήτων τα οποία κατατάσσονται σε κατηγορίες με διαφορετικό προορισμό.

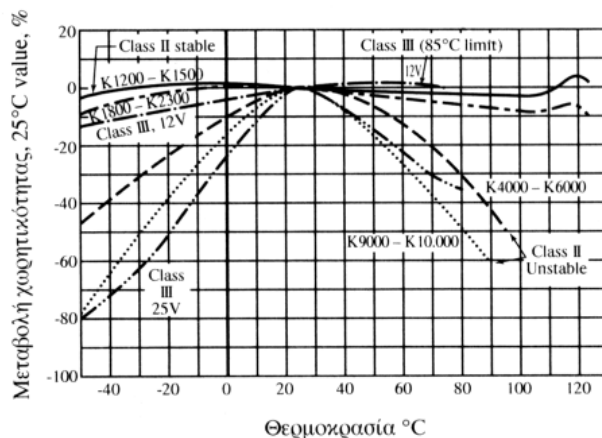
Κατηγορία I

Οι πυκνωτές αυτοί παρουσιάζουν μεγάλη σταθερότητα, έχουν μικρό συντελεστή απωλειών, η χωρητικότητά τους αυξάνει λίγο, ανάλογα με την εφαρμοζόμενη AC τάση στα άκρα τους, ενώ είναι σταθερή στην εφαρμοζόμενη DC τάση για τιμές μέχρι την ονομαστική τάση λειτουργίας. Η χωρητικότητά τους μεταβάλλεται επίσης με τη θερμοκρασία, όπως φαίνεται στα σχ. 3.2, όπου P (positive), N (negative), NPO (negative-positive- μηδέν) και ο αριθμός που ακολουθεί δηλώνει το θερμοκρασιακό συντελεστή, π.χ. P100 είναι $+100\text{ppm}/^\circ\text{C}$ ή N150 είναι $-150\text{ppm}/^\circ\text{C}$. Επίσης η χωρητικότητά τους αυξάνει πολύ λίγο με τη συχνότητα λειτουργίας τους και μέχρι τα 100MHz.

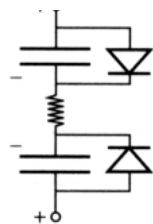
Οι πυκνωτές αυτοί χρησιμοποιούνται στα συντονισμένα κυκλώματα, σε δικτυώματα RC, σε συζεύξεις και αποζεύξεις, ταλαντωτές, φίλτρα κ.ά. γενικά σε κυκλώματα πολύ υψηλών συχνοτήτων και όπου η μεταβολή της χωρητικότητας, ο συντελεστής απωλειών, η σταθερότητα κτλ. είναι κρίσιμα.

Κατηγορία II

Στο σχ. 3.3 δείχνεται η τυπική μεταβολή της χωρητικότητας σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία. Οι πυκνωτές αυτοί προορίζονται για σύζευξη και αποσύζευξη κυκλωμάτων, φίλτρα, χρονιστές κ.ά. όπως επίσης και για οικιακές συσκευές, ραδιοφωνία, TV, Video, γενικά όπου η μεταβολή $\Delta C/C\%$ δεν είναι κρίσιμη.

**Σχήματα 3.3**

Μεταβολή της χωρητικότητας σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία διαφόρων κεραμικών πυκνωτών κατηγορίας II.

**Σχήμα 3.4**

Ισοδύναμο κύκλωμα κεραμικών πυκνωτών κατηγορίας III

Κατηγορία III

Οι πυκνωτές αυτοί αποτελούνται από διηλεκτρικό υλικό της κατηγορίας II, αλλά και από ένα ειδικό ημιαγωγό κεραμικό υλικό. Έτσι σχηματίζεται ένα ζεύγος διόδων σε αντισειρά και ένα ζεύγος πυκνωτών όπως φαίνεται στο σχ. 3.4 (ισοδύναμο κύκλωμα). Είναι φανερό ότι η χωρητικότητα των πυκνωτών εξαρτάται από την εφαρμοζόμενη τάση στα άκρα τους. Γι' αυτό όλες οι παράμετροι δίνονται για ορισμένη τάση. Η χωρητικότητα ελαττώνεται και ο συντελεστής απωλειών αυξάνεται με την αύξηση της συχνότητας.

Χαρακτηριστικό αυτής της κατηγορίας είναι η πολύ μεγάλη χωρητικότητα σε πολύ μικρό όγκο διηλεκτρικού υλικού.

3.3.6.2 Κατηγορίες κεραμικών πυκνωτών

Στο διάγραμμα 3.2 παρουσιάζονται διάφοροι τύποι κεραμικών πυκνωτών.

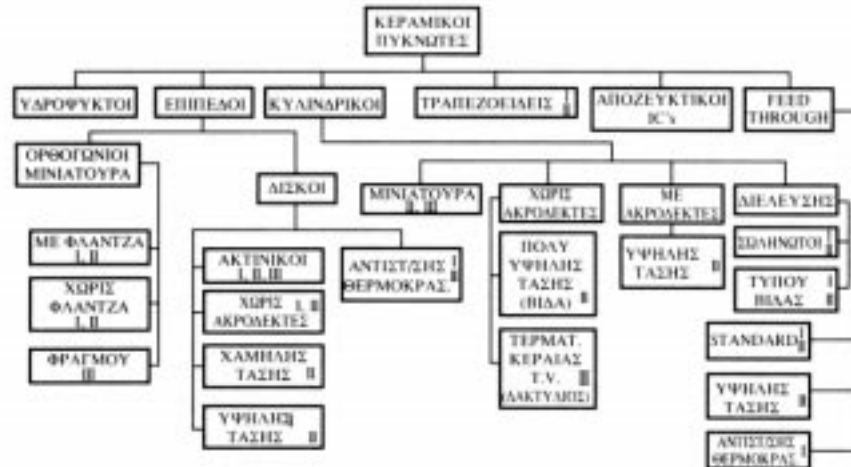
3.3.6.3 Χρήσεις των κεραμικών πυκνωτών

Α) ΕΠΙΠΕΔΟΙ ΚΑΙ Β) ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΟΙ

Στα φίλτρα, τα κυκλώματα συντονισμού, για σύζευξη ή απόζευξη, στους πολλαπλασιαστές τάσης, σε κυκλώματα δηλαδή γενικών εφαρμογών.

Γ) FEED – THROUGH

Για απόζευξη σε κυκλώματα υψηλών συχνοτήτων ή εξωτερικών συνδέ-



Διάγραμμα 3.2

σεων σε συλλέκτες TV και για αντιστάθμιση της επίδρασης της θερμοκρασίας σε άλλους πυκνωτές.

Δ) ΤΡΑΠΕΖΟΕΙΔΕΙΣ

Σε συζεύξεις, απόζευξεις και συντονισμό υψηλών συχνοτήτων.

Ε) ΥΔΡΟΨΥΚΤΟΙ

Σε συζεύξεις, απόζευξεις κ.ά. σε κυκλώματα υψηλών συχνοτήτων για μεγάλες τάσεις και ρεύματα.

ΣΤ) ΑΠΟΖΕΥΚΤΙΚΟΙ IC's

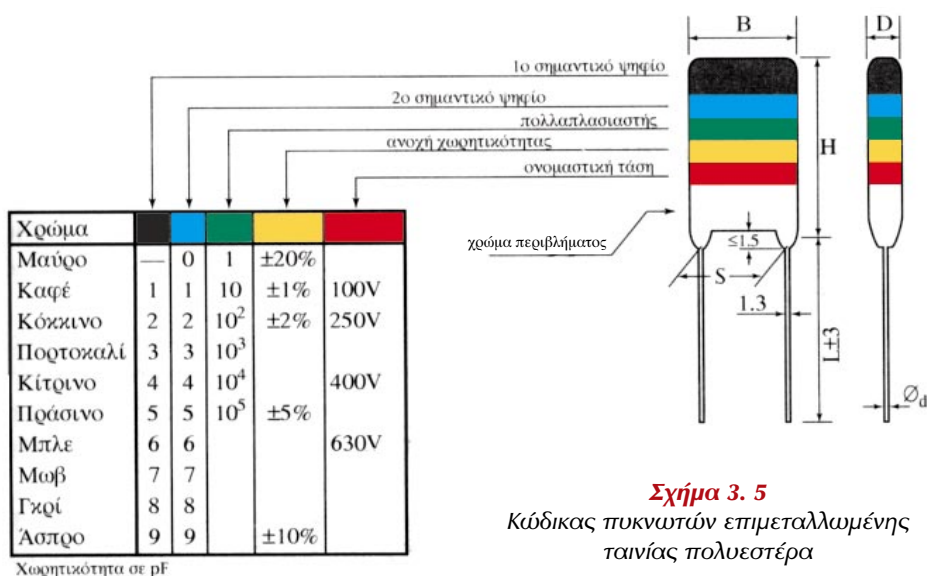
Για αποσύνδεση IC's περιβλημάτων DIL. Τοποθετείται κάτω από το IC και στις ίδιες οπές με αυτό. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί αναδρομικά στα ήδη υπάρχοντα IC's, πάνω από αυτό.

3.4 ΚΩΔΙΚΕΣ ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΠΥΚΝΩΤΩΝ

3.4.1 Κώδικες πυκνωτών πλαστικού διηλεκτρικού

Τα στοιχεία σ' αυτούς τους πυκνωτές όπως ονομαστική χωρητικότητα, ανοχή και ονομαστική τάση AC ή DC, συνήθως αναγράφονται στο περίβλημά τους. Στους μεγάλους σε μέγεθος πυκνωτές, δυνατόν να αναγράφεται και η περιοχή θερμοκρασιών λειτουργίας και η σειρά E.

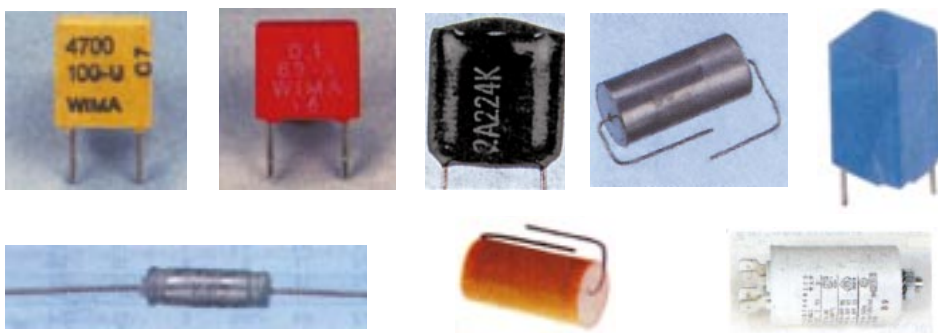
Τα σύμβολα $P = \pm 0,625\%$, $F = \pm 1\%$, $A = \pm 1,25\%$, $G = \pm 2\%$, $H = \pm 2,5\%$, $Z = \pm 1pF$, $J = \pm 5\%$, $K = \pm 10\%$ και $M = \pm 20\%$ δηλώνουν την ανοχή της ονομαστικής χωρητικότητας, αν αυτή δεν αναγράφεται απ' ευθείας π.χ. 5%.



Η τάση που αναγράφεται συνήθως είναι η D.C και είναι ένας αριθμός π.χ. 100 ή 63 με ή χωρίς το σύμβολο V—. Αν αναγράφεται η AC τάση τότε υπάρχει το σύμβολο V~ ή VAC.

Η χωρητικότητα είναι τυπωμένη στο περίβλημα του πυκνωτή π.χ. 100n ή 0,47 μF μπορεί όμως να αναγράφεται π.χ. ως 223=22000 pF ή σύμφωνα με τον κώδικα RKM π.χ. 5K6 δηλ. 5,6 μF ή 7n5J δηλ. 7,5nF και ανοχή $\pm 5\%$. Στους πυκνωτές επιμεταλλωμένης ταινίας από πολυεστέρα υπάρχει και η κωδικοποίηση με το χρωματικό κώδικα όπως φαίνεται στο σχ. 3.5.

Τέλος, υπάρχουν και πυκνωτές που δεν αναγράφουν κανένα στοιχείο στο περίβλημά τους, αλλά αυτά υπάρχουν στη συσκευασία. Αυτό συνήθως συμβαίνει στους πυκνωτές πολυστυρενίου.



Σχήματα 3. 6 Διάφοροι πυκνωτές πλαστικού διηλεκτρικού.α

ΚΩΔΙΚΑΣ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ ΠΥΚΝΩΤΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ I & II							
ΧΡΩΜΑ	Συντελεστής θερμοκρασίας ppm/°C	ΤΙΜΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (pF)			ΑΝΟΧΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ		
		1o	2o	Πολυπλ/στής	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ I		ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ II
		ψηφίο	ψηφίο		C ≤ 10pF ±(pF)	C > 10pF ±(%)	
Κόκκινο/Μαβ	P100	—	—	—	—	—	—
Μαύρο	NP0	—	0	1	±2	±20	±20
Καφέ	N033	1	1	10	±0.1	±1	—
Κόκκινο	N075	2	2	10 ²	±0.25*	±2	—
Πορτοκαλί	N150	3	3	10 ³	—	±2.5	—
Κίτρινο	N220	4	4	10 ⁴	—	—	-0 ~ +100
Πράσινο	N330	5	5	—	±0.5	±5	±5
Μπλε	N470	6	6	—	—	—	—
Μαβ	N750	7	7	—	—	—	—
Γκρι	P033	8	8	10 ⁻²	—	—	-20 ~ +80
Άσπρο	—	9	9	10 ⁻¹	±1	±10	±10
Μαύρο/Καφέ	N47						
Αν. πράσινο	N110						
Πορτοκαλί/Πορτ.	N1500						
Κίτρινο/Πορτ.	N2200						
Μπλε/Πορτοκ.	N4700						

Χρώμα
Γκρι I
Καφέ II

Χρώμα
για το
θερμοκρασιακό
συντελεστή

100 A

Κόκκινα στοιχεία
(Μονωμένου τύπου)
Μαύρα στοιχεία
(μη μονωμένου τύπου)

Τιμή χωρητικότητας
σε pF χρησιμοποιώντας
το K για τις χιλιάδες

Ανοχή χωρητικότητας

Σχήμα 3.7 Κώδικες κυλινδρικών κεραμικών πυκνωτών κατηγορίας I και II

3.4.2 Κώδικες κεραμικών πυκνωτών

Από την αρχή πρέπει να τονίσουμε ότι η κωδικοποίηση των κεραμικών πυκνωτών είναι διαφορετική για τις κατηγορίες I, II και III.

Στους επίπεδους δίσκους χωρίς ακροδέκτες και στους τραπεζοειδείς, αναγράφονται στα πλευρά τους η τιμή, η ανοχή και η τάση λειτουργίας τους.

Στους κυλινδρικούς χωρίς ή με ακροδέκτες, στους υδρόψυκτους, στους

ΚΩΔΙΚΟΙ (MIL CODE) ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΚΑΙ ΑΝΟΧΗΣ ΤΟΥ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ I			
A = +100	ppm/°C	F = ±15	ppm/°C
B = +33	"	G = ±30	"
C = ±0	"	H = ±60	"
H = -33	"	J = ±120	"
L = -75	"	K = ±250	"
P = -150	"	L = ±500	"
R = -220	"	M = ±1000	"
S = -330	"	N = ±2500	"
T = -470	"		
U = -750	"		
V = -1500	"		
K = -2200	"		

Παραδείγματα: C/H = 0 ± 60 ppm/°C
V/K = -1500 ± 250 ppm/°C

Πίνακας 3.1

ΚΩΔΙΚΟΙ (EIA) ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΚΑΙ ΑΝΟΧΗΣ ΤΟΥ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ I			
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ppm/°C		ΑΝΟΧΗ ppm/°C	
ΨΗΦΙΟ	ΠΟΛ/ΣΤΗΣ		
C = 0.0	0 = -1	G = ±30	
M = 1.0	1 = -10	H = ±60	
P = 1.5	2 = -100	G = ±120	
R = 2.2	3 = -1000	K = ±250	
S = 3.3	5 = +1	L = ±500	
T = 4.7	6 = +10	M = ±1000	
U = 7.5	7 = +100	N = ±2500	
	8 = +1000		

Παραδείγματα: C/G = 0 ± 30 ppm/°C
S/M = -130 ± 1000 ppm/°C

Πίνακας 3.2

ΚΩΔΙΚΟΙ (EIA) ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ HIGH-K ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ II		
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΜΕΓ. ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
X = -55°C	2 = +45°C	A = ±1%
Y = -30°C	4 = +65°C	B = ±1.5%
Z = +10°C	5 = +85°C	C = ±2.2%
	6 = +105°C	D = ±3.3%
	7 = +125°C	E = ±4.7%
		F = ±7.5%
		P = ±10%
		R = ±15%
		S = ±22%
		T = (-33→+22)%
		U = (-56→+22)%
		V = (-82→+22)%

Παράδειγμα: X7R = (-55 ~ 125)°C, ±15%
Y5R = (-30 ~ 85)°C, ±15%
Z5U = (+10 ~ +85)°C, (-56→+22)%

Πίνακας 3.3

Feed-through και στους επίπεδους δίσκους χαμηλής ή υψηλής τάσης ή αντιστάθμισης θερμοκρασίας, η τιμή, η ανοχή, η ονομαστική τάση λειτουργίας DC ή AC, ο θερμοκρασιακός συντελεστής, το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας τους ή άλλα στοιχεία αναγράφονται στο περίβλημά τους.

Τέλος, στους επίπεδους ορθογώνιους ή ακτινικούς δίσκους και στους κυλινδρικούς τύπου μινιατούρας εφαρμόζονται διάφοροι κώδικες για την αναγραφή περισσότερων ή λιγότερων στοιχείων τους.

Στο σχ. 3.7 παρουσιάζεται ο κώδικας χρωμάτων και άλλων συμβόλων για τους κυλινδρικούς πυκνωτές κατηγορίας I & II. Παρατηρούμε ότι υπάρχουν δύο τρόποι κωδικοποίησης: με χρώματα ή γράμματα και αριθμούς.

Για τους επίπεδους ορθογώνιους ή ακτινικούς δίσκους τα χρώματα του συντελεστή θερμοκρασίας είναι τα ίδια και συμβολίζονται με μία κουκίδα στην κορυφή του πυκνωτή, που για την κατηγορία I έχουν χρώμα περιβλήματος γκρι. Επίσης μπορεί να έχουν τα σύμβολα του πίνακα 3.1 ή 3.2.

Οι τύποι πυκνωτών που μόλις αναφέραμε, αν είναι κατηγορίας II θα έχουν χρώμα περιβλήματος καφέ ή κιτρινωπό (γαιώδες) (πίνακας 3.3) και αν είναι κατηγορίας III θα έχουν χρώμα περιβλήματος μπλε.

Παραδείγματα

Ένας πυκνωτής με χρώμα σώματος γκρι, όπως αυτό του σχ. 3.8α ή β με κουκίδα χρώματος μωβ και το σύμβολο



Σχήματα 3.8 Κεραμικοί πυκνωτές

3p9, δηλώνει ότι είναι κατηγορίας I, με χωρητικότητα 3,9pF και θερμοκρασιακό συντελεστή $-750\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$. Ένας άλλος αντίστοιχος μπορεί στην άλλη πλευρά να έχει έναν αριθμό π.χ. 500· αυτό σημαίνει ότι εργάζεται μέχρι τα 500V_{DC} .

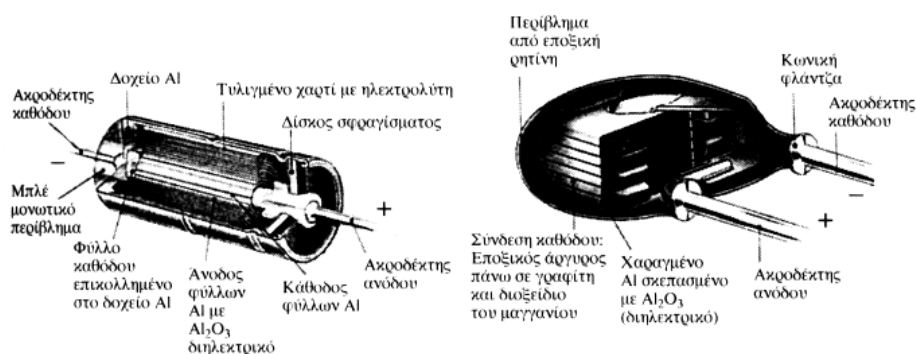
Μπορεί επίσης να είναι χρώματος γκρι, με κουκίδα πορτοκαλί και το σύμβολο 151J, δηλαδή κατηγορίας I, με θερμοκρασιακό συντελεστή $-150\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$, χωρητικότητα 150pF και ανοχή $\pm 5\%$. Είναι δυνατόν να μην έχει κουκίδα, αλλά μόνο το σύμβολο π.χ. 223Z, δηλαδή χωρητικότητα 22000pF και ανοχή $(-20 \sim +80)\%$.

Αν έχουν σύμβολα του τύπου X9/332 με χρώμα σώματος καφέ, θα είναι κατηγορίας II, με χωρητικότητα 3300pF και ανοχή $\pm 10\%$. Μπορεί επίσης να είναι γκρι χρώματος με τα σύμβολα CH/22, δηλαδή είναι κατηγορίας I, με θερμοκρασιακό συντελεστή $0 \sim \pm 60\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ και χωρητικότητα 22pF.

3.5 ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΙΚΟΙ ΠΥΚΝΩΤΕΣ

Όπως αναφέραμε στο διάγραμμα 3.1, οι ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές διαιρούνται ανάλογα με το είδος των διηλεκτρικών τους, σε αλουμινίου και τανταλίου, ανάλογα με την κατάσταση του διηλεκτρικού, σε υγρού και στερεού ηλεκτρολύτη, ανάλογα με την πόλωση σε πολωμένους και μη πολωμένους και ανάλογα με το περίβλημα σε ακτινικούς και αξονικούς. Μη πολωμένοι πυκνωτές υπάρχουν μόνο υγρού ηλεκτρολύτη αλουμινίου, αξονικοί ή ακτινικοί. Οι περισσότεροι ηλεκτρολυτικοί του εμπορίου είναι πολωμένοι.

Οι πολωμένοι ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές έχουν ένα θετικό και έναν αρνητικό ακροδέκτη, οι οποίοι σημειώνονται στο περίβλημά τους. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει οι ακροδέκτες να πολώνονται ορθά, αλλιώς ο πυκνωτής δεν θα λειτουργήσει (για μικρές ανάστροφες τάσεις) ή θα καταστραφεί (για μεγαλύτερες ανάστροφες τάσεις). Για τον ίδιο λόγο δεν επιτρέπεται να εφαρμοσθεί μόνον εναλλασσόμενη συνιστώσα. Αν αυτό επιβάλλεται για τεχνικούς λόγους, τότε θα πρέπει να υπερτεθεί σε μία συνεχή συνιστώσα ορθής πόλωσης τέτοια, ώστε το άθροισμα των δύο συνιστωσών να μην υπερβαί-



Σχήματα 3.9 Δομή ηλεκτρολυτικών πυκνωτών αλουμινίου

νει την ονομαστική τάση λειτουργίας του πυκνωτή και να μην προκαλεί ανάστροφη πόλωση. Για τους ηλεκτρολυτικούς πυκνωτές τανταλίου, οι οποίοι είναι μόνο πολωμένοι, επιτρέπεται ανάστροφη τάση πόλωσης μέχρι 5% της ονομαστικής τάσης λειτουργίας.

Οι κατασκευαστές δίνουν συνήθως τα παρακάτω χαρακτηριστικά ηλεκτρικά μεγέθη: 1) ονομαστική τάση λειτουργίας, 2) ονομαστική χωρητικότητα, 3) ανοχή χωρητικότητας, 4) περιοχή θερμοκρασιών λειτουργίας, 5) DC ρεύμα διαρροής, 6) ονομαστικό ρεύμα στα 120Hz και 100kHz 7) συντελεστή απωλειών, 8) ισοδύναμη αντίσταση σειράς στα 100Hz, 9) ισοδύναμη αυτεπαγωγή σειράς, 10) σύνθετη αντίσταση στα 10 ή 100kHz 11) λόγο χωρητικότητας (C_{-55}/C_{+25}) min στα 120 Hz, 12) λόγο σύνθετης αντίστασης (Z_{-55}/Z_{+25}) max στα 120 Hz, 13) λόγο ισοδύναμης αντίστασης σειράς (ESR_{-55}/ESR_{+25}) max στα 120Hz και 14) ημερομηνία παραγωγής.

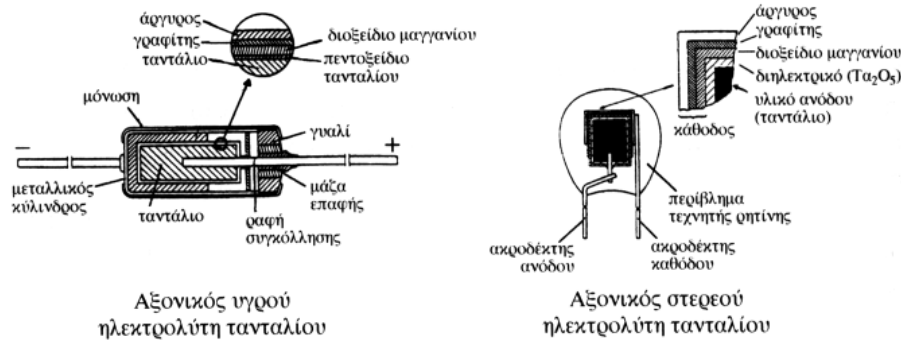
3.5.1 Χρήσεις ηλεκτρολυτικών πυκνωτών

ΥΓΡΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

(I) Ακτινικοί: α) Σύζευξη, απόζευξη, χρονισμό, αποθήκευση ενέργειας στις τηλεπικοινωνίες, audio–video, βιομηχανικές εφαρμογές, πηγές και μετατροπές ισχύος.

(II) Αξονικοί: Σύζευξη, απόζευξη, χρονισμό, απομόνωση, αποθήκευση ενέργειας στις τηλεπικοινωνίες, audio–video, γενικές εφαρμογές, δικτυώματα crossover.

(III) Ισχύος: Εξομάλυνση, φιλτράρισμα, διακοπτική λειτουργία, στη βιομηχανία, computer, audio–video και γενικές εφαρμογές.

**Σχήματα 3.10**

Δομή ηλεκτρολυτικών πυκνωτών τανταλίου.

ΣΤΕΡΕΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

(I) Ακτινικοί:

Εξομάλυνση, φιλτράρισμα, απομόνωση, DC/DC μετατροπές στις τηλεπικοινωνίες, audio–video, στη βιομηχανία και τις τηλεπικοινωνίες.

(II) Αξονικοί:

Εξομάλυνση, απομόνωση, φιλτράρισμα, χρονισμό, πηγές ισχύος, DC/DC μετατροπείς, στις τηλεπικοινωνίες, βιομηχανικές εφαρμογές, στρατιωτικές και διαστημικές εφαρμογές.

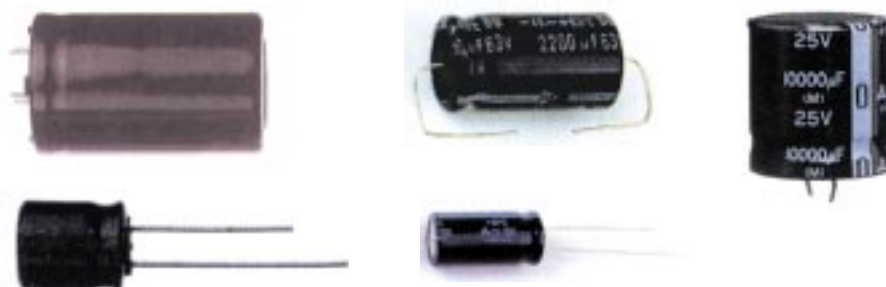
ΣΤΕΡΕΟΥ ΚΑΙ ΥΓΡΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ ΤΑΝΤΑΛΙΟΥ:

Σύζευξη, απόζευξη, χρονισμό, φιλτράρισμα, στις στρατιωτικές και διαστημικές εφαρμογές ή όπου το βάρος ή ο όγκος είναι κρίσιμα.

3.6 ΚΩΔΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΙΚΩΝ ΠΥΚΝΩΤΩΝ

Στους πυκνωτές αυτούς χρησιμοποιούνται διάφοροι κώδικες. Η απλούστερη περίπτωση υπάρχει στους υγρού ηλεκτρολύτη αλουμινίου, στους οποίους αναγράφονται τα στοιχεία όπως χωρητικότητα, τάση λειτουργίας, ανοχή και αν είναι ισχύος, επιπλέον τα στοιχεία κλιματικής κατηγορίας, ονομαστικού ρεύματος και ημερομηνίας κατασκευής. Είναι δυνατό αντί της κλιματικής κατηγορίας να αναγράφεται η περιοχή θερμοκρασιών λειτουργίας.

Το ίδιο συμβαίνει και με τους στερεού ηλεκτρολύτη αλουμινίου, μόνο που έχουν διαφορετικό σχήμα και αναγράφονται στο περίβλημά τους η ονομαστική τάση, ονομαστική χωρητικότητα, η ανοχή και πιθανώς η ημερομηνία κατασκευής τους.

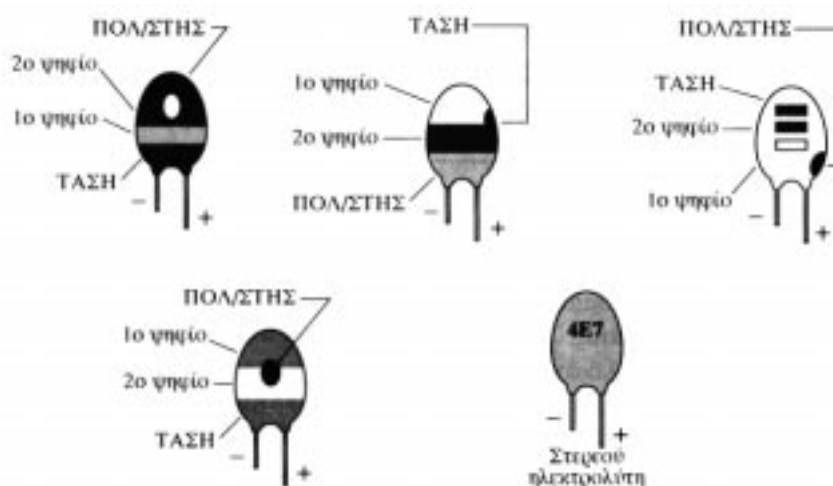
**Σχήματα 3.11**

Κώδικες ηλεκτρολυτικών πυκνωτών αλουμινίου

Η πολικότητα των ακροδεκτών αυτών των πυκνωτών, σημειώνεται στο περίβλημά τους με «+» & «-», ή με το μήκος τους, μακρύτερος είναι ο θετικός, ή τέλος, με μια εγκοπή στο θετικό ακροδέκτη και βέλη «-» για τον αρνητικό ακροδέκτη.

Οι μη πολωμένοι υγρού ηλεκτρολύτη αλουμινίου πυκνωτές, αναγράφουν στο περίβλημά τους τα απαραίτητα στοιχεία και φέρουν δύο εγκοπές συνήθως στα άκρα τους για να δηλώσουν την ιδιαιτερότητά τους ή έχουν τυπωμένο το BIPOlar» για τον ίδιο λόγο.

Οι πολλαπλοί πυκνωτές έχουν ένα μαύρο ακροδέκτη για να δηλώσουν το κοινό αρνητικό και ένα κόκκινο για τον πυκνωτή με τη μεγαλύτερη χωρητικότητα, μπλε για την αμέσως μικρότερη, πράσινο για τη μικρότερη από το προηγούμενο και κίτρινο για τη μικρότερη χωρητικότητα από όλους τους πυκνωτές. Τα υπόλοιπα στοιχεία αναγράφονται στο περίβλημά τους.

**Σχήματα 3.12** Κώδικες πυκνωτών τανταλίου στερεού ηλεκτρολύτη.

Η ανοχή χωρητικότητας σημειώνεται απευθείας π.χ. $\pm 20\%$ ή με γράμματα. Σύμφωνα με την κωδικοποίηση IEC62 ισχύει: J = $\pm 5\%$, K = $\pm 10\%$, M = $\pm 20\%$, Q = $(-10 \sim +30)\%$ και T = $(-10 \sim +75)\%$. Η κωδικοποίηση E.I.A. χρησιμοποιεί το F = $(-10 \sim +50)\%$ και G = $(-10 \sim +75)\%$.

Στους πυκνωτές τανταλίου υγρού ηλεκτρολύτη αναγράφονται τα στοιχεία στο περίβλημά τους, ενώ στους στερεού ηλεκτρολύτη χρησιμοποιείται η κωδικοποίηση του σχ. 3.12 ή το πίνακα 3.4 για τις ονομαστικές τάσεις τους. Έτσι για παράδειγμα το V1 συμβολίζει χωρητικότητα 0,1μF στα 35V, το 4E7 4,7μF στα 25V, το 10C=10μF στα 16V κτλ. Επίσης μπορεί τα στοιχεία και στους στερεού ηλεκτρολύτη να αναγράφονται στο περίβλημά τους. Να σημειωθεί ότι σ' όλους τους κώδικες για τους πυκνωτές τανταλίου, η χωρητικότητα δίνεται σε μF.

J	=	6.3 V
A	=	10 V
C	=	16 V
E	=	25 V
V	=	35 V

Πίνακας 3.4

3.7 ΥΠΕΡΠΥΚΝΩΤΕΣ Ή ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Ή ΔΙΠΛΗΣ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗΣ

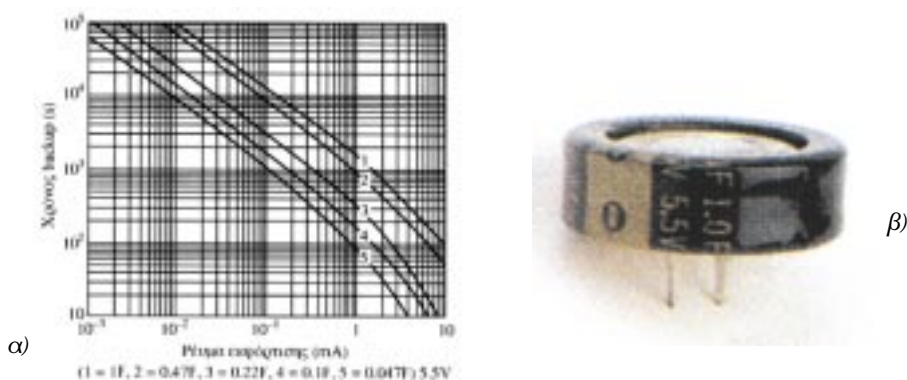
Οι πυκνωτές αυτοί χαρακτηρίζονται από πολύ μεγάλες χωρητικότητες σε πολύ μικρό όγκο. Η συμπεριφορά τους είναι ανάμεσα στη συμπεριφορά των μπαταριών και των ηλεκτρολυτικών πυκνωτών. Υπάρχουν σε τιμές 0,047F έως και 1500F, με εσωτερική αντίσταση $150\Omega_{\max}$ έως $4m\Omega_{\max}$. Οι συνήθεις τάσεις εργασίας είναι $(1,8 \sim 6,3)V_{DC}$, έχουν ανοχή χωρητικότητας $(20 \sim +80)\%$ και εργάζονται σε θερμοκρασίες $(-25 \sim +85)^\circ C$.

Ονομάζονται διπλής επίστρωσης, από τον τρόπο εξάπλωσης των φορτίων, δηλαδή την ηλεκτροχημική διπλή επίστρωση, που είναι και η πιο σωστή ονομασία. Η επεξήγηση αυτού του όρου ξεφεύγει από τους σκοπούς αυτού του βιβλίου, όπως η κατασκευή και η λειτουργία του υπερπυκνωτή.

Οι πυκνωτές αυτοί είναι γενικά μη πολωμένοι, αλλά ορισμένες ιδιότητες έχουν βελτιστοποιηθεί σε μία από τις δύο δυνατές πολικότητες, η οποία είναι σημειωμένη στο περίβλημα. Δεν ενδείκνυνται ως αντιπαρασιτικοί πυκνωτές στα τροφοδοτικά. Όμως αποθηκεύουν μεγάλη ενέργεια και μπορούν να τροφοδοτούν το υπόλοιπο κύκλωμα για μερικές ώρες μετά τη διακοπή της τάσης δικτύου. Χρησιμοποιούνται στις βιντεοκάμερες (για το ρολόι και τη μνήμη προγράμματος), στους υπολογιστές (για το ρολόι και τη μνήμη setup), στα ηλεκτρονικά ξυπνητήρια, στις ηλεκτρικές οδοντόβουρτσες, γενικά σε κυκλώματα CMOS που απαιτείται μικρό ρεύμα για την κατάσταση αναμονής (stand-by).

Αυτοί οι πυκνωτές έχουν ίδιες καμπύλες φόρτισης-εκφόρτισης με τους

άλλους πυκνωτές. Επίσης δεν παρουσιάζουν φαινόμενα μνήμης στις υπερφορτίσεις ή τις υπερεκφορτίσεις (όπως π.χ. οι μπαταρίες Ni-Cd). Εκείνο που πρέπει να προσέχει κανείς είναι η τάση λειτουργίας.



Σχήματα 3.13 α) Καμπύλες μεταβολής του χρόνου παροχής τάσης σε συνάρτηση με το ρεύμα κατανάλωσης. β) Διάφοροι τύποι υπερπυκνωτών.

Στα σχ. 3.13β φαίνονται διάφοροι τύποι υπερπυκνωτών. Είναι ακτινικοί και αναγράφουν στο περίβλημά τους τη χωρητικότητα, την τάση λειτουργίας, τα σύμβολα «+» και «-» και μερικές φορές την ημερομηνία παραγωγής.

Συμπερασματικά, τοποθετούνται εύκολα και δεν απαιτούν κυκλώματα υποστήριξης, δεν απαιτούν κύκλωμα φόρτισης, δε βραχυκυκλώνονται όταν καταστρέφονται αλλά διακόπτουν το ρεύμα πλήρως, έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, παρουσιάζουν μηδαμινούς κινδύνους έκρηξης λόγω της μικρής ποσότητας ηλεκτρολύτη και δεν συνιστώνται σε εφαρμογές A.C. εξαιτίας της μεγάλης τιμής της ισοδύναμης αντίστασης σειράς (ESR).

3.8 ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΙ ΠΥΚΝΩΤΕΣ

Είναι αυτοί οι πυκνωτές των οποίων η χωρητικότητα μεταβάλλεται (χειροκίνητα ή με κινητήρα) και τίθενται σε μία επιθυμητή τιμή. Γνωρίζουμε ότι:

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \cdot \frac{S}{d} \quad (F)$$

όπου ϵ_0 = διηλεκτρική σταθερά του κενού,

ϵ_r = σχετική διηλεκτρική σταθερά του μονωτικού υλικού,

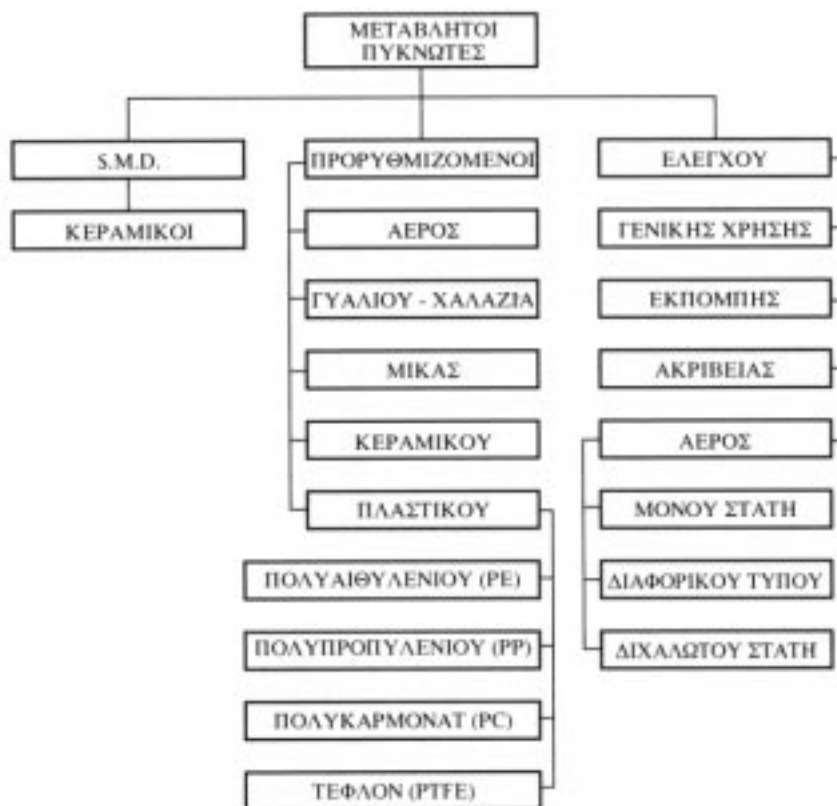
S = επιφάνεια πυκνωτή και

d = απόσταση μεταξύ των οπλισμών του.

Είναι φανερό ότι μεταβολή της χωρητικότητας μπορεί να επιτευχθεί, είτε χρησιμοποιώντας διαφορετικό ϵ_r δηλαδή υλικό, είτε μεταβάλλοντας την επι-

φάνεια του πυκνωτή, είτε την απόσταση μεταξύ των οπλισμών.

Αν επιλέξουμε διαφορετικό διηλεκτρικό υλικό, τότε έχουμε μεταβλητούς πυκνωτές πλαστικούς, κεραμικούς, αέρος κτλ. Αν μεταβάλλουμε την επιφάνεια των οπλισμών έχουμε τους μεταβλητούς, trimmers ή padders, περιστροφικούς ή σωληνωτούς. Τέλος, αν μεταβάλλουμε την απόσταση μεταξύ των οπλισμών, μεταβάλλοντας τη συμπίεση μεταξύ των επάλληλων φύλλων μονωτικού και οπλισμών, έχουμε τους μεταβλητούς κεραμικού, πλαστικού ή μίκας τύπου δίσκου.

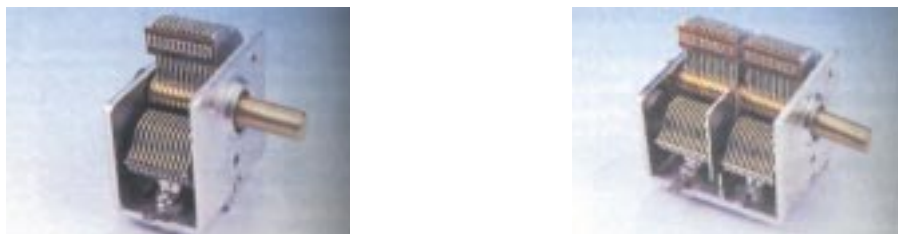


Διάγραμμα 3.3

Μεταβλητοί ονομάζονται συνήθως οι πυκνωτές ελέγχου που βρίσκονται σε συντονισμένα κυκλώματα, όπως π.χ. στα ραδιόφωνα για την ανεύρεση σταθμών. Οι προρυθμιζόμενοι είναι δύο τύπων:

α) τα trimmers που μπαίνουν παράλληλα στο κύκλωμα συντονισμού, έχουν υψηλό συντελεστή ποιότητας Q και κατασκευαστικά οι δίσκοι είναι στερεωμένοι μεταξύ τους και

β) τα padders που μπαίνουν σε σειρά στο κύκλωμα συντονισμού και

**Σχήματα 3.14**

Μεταβλητοί πυκνωτές αέρος.

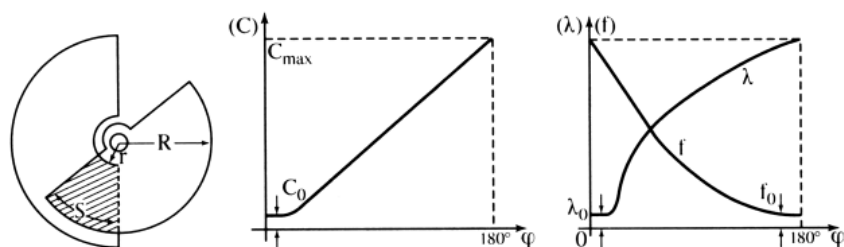
κατασκευαστικά οι δίσκοι είναι ελεύθεροι μεταξύ τους.

Όλοι οι τύποι των μεταβλητών πυκνωτών υπάρχουν για οριζόντια ή κατακόρυφη τοποθέτηση στο σασί ή την πλακέτα. Επίσης άλλα είναι μισής στροφής δηλ. 180° , άλλα μιας στροφής ή 360° και άλλα πολύστροφα. Τέλος, υπάρχουν μεταβλητοί ανοικτού ή κλειστού τύπου.

Ο αριθμός των μεταλλικών δίσκων δεν είναι απαραίτητα ακέραιος και στους πυκνωτές μικρής χωρητικότητας έχουμε δίσκους $1\frac{1}{8}$, $1\frac{1}{4}$, $1\frac{3}{4}$ κτλ. Η μέγιστη χωρητικότητα C_{\max} ενός μεταβλητού πυκνωτή παρουσιάζεται όταν λάβουμε το 100% των περιστροφών του, ενώ η ελάχιστη C_{\min} όταν αυτός έχει τεθεί στο ελάχιστο των περιστροφών.

Οι μεταβλητοί πυκνωτές ως προς τη μεταβολή της χωρητικότητάς τους διακρίνονται σε γραμμικούς και λογαριθμικούς. Οι γραμμικοί χωρίζονται σε: α) γραμμικούς, ως προς τη χωρητικότητα (straight line capacity), β) γραμμικούς, ως προς το μήκος κύματος (straight line wave length ή square law) και γ) γραμμικούς ως προς τη συχνότητα (straight line frequency). Τέλος, υπάρχουν και οι ενδιάμεσης μορφής, οι καλούμενοι midline.

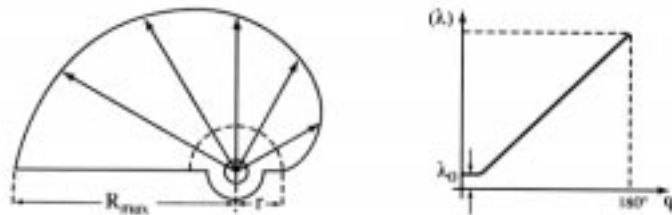
Όπως φαίνεται στο σχ. 3.15, οι γραμμικοί ως προς τη χωρητικότητα έχουν οπλισμούς ημικυκλικής διατομής και η χωρητικότητα μεταβάλλεται ανάλογα με τη γωνία περιστροφής. Άρα η συχνότητα και το μήκος κύματος θα μεταβάλλονται εκθετικά. Αυτοί οι πυκνωτές χρησιμοποιούνται κυρίως σε όργανα μέτρησης.



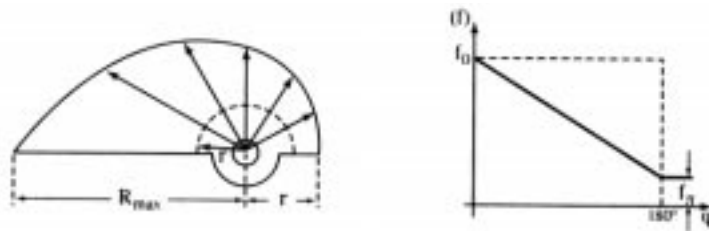
Σχήματα 3.15 Μορφή στάτη γραμμικού ως προς τη χωρητικότητα και μεταβολές της χωρητικότητας, του μήκους κύματος και της συχνότητας λειτουργίας ως προς τη γωνία περιστροφής.

Οι γραμμικοί, ως προς το μήκος κύματος, έχουν την ελικοειδή μορφή του σχ. 3.16, ενώ οι γραμμικοί ως προς τη συχνότητα έχουν τη μορφή του σχ. 3.17. Στο σχήμα 3.18 φαίνεται ένας λογαριθμικός μεταβλητός πυκνωτής.

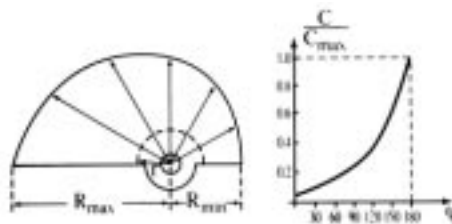
Στο σχ. 3.19 δίνεται το σχήμα ενός μεταβλητού midline, ημικυκλικού σχήματος με άξονα τοποθετημένο έκκεντρα. Έτσι επιτυγχάνεται κάτι ενδιάμεσο από τους γραμμικούς ως προς τη συχνότητα και ως προς το μήκος κύματος.



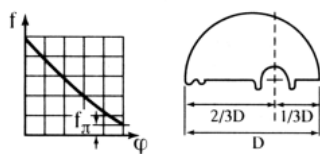
Σχήματα 3.16 Μορφή στάτη γραμμικού ως προς το μήκος κύματος και καμπύλη μεταβολής του μήκους κύματος.



Σχήματα 3.17 Μορφή στάτη γραμμικού ως προς τη συχνότητα και καμπύλη μεταβολής της συχνότητας



Σχήματα 3.18 Μορφή στάτη λογαριθμικού μεταβλητού πυκνωτή και καμπύλη μεταβολής C/C_{\max} .

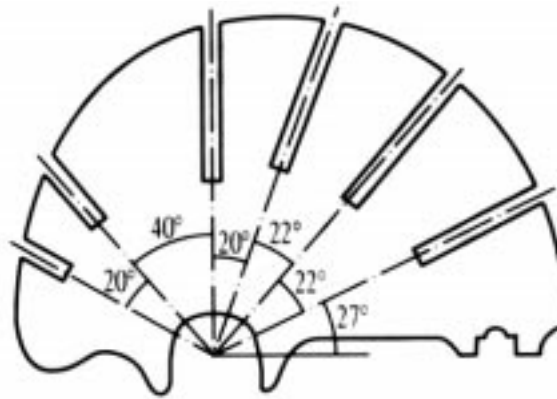


Σχήματα 3.19 Μορφή στάτη μεταβλητού Midline και καμπύλη μεταβολής της συχνότητας.

3.8.1 Χρήσεις των μεταβλητών πυκνωτών

Γενικά οι μεταβλητοί πυκνωτές χρησιμοποιούνται στα VHF-UHF κυκλώματα των ραδιοφώνων, τηλεοράσεων και τους πομπούς τους, καθώς και στα συντονισμένα κυκλώματα υψηλών συχνοτήτων.

Οι μεταβλητοί με μονό στάτη χρησιμοποιούνται για το λεπτό συντονισμό (fine tuning) συντονισμένων κυκλωμάτων και αυτοί με διχαλωτό στάτη για συμμετροποίηση κυκλωμάτων υψηλών συχνοτήτων.



Σχήματα 3.20 Μορφή διχαλωτού στάτη (split stator).

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να αναφέρετε τα χαρακτηριστικά μεγέθη των διηλεκτρικών πυκνωτών.
2. Να οριστούν η ανάστροφη τάση U_{rev} και το ρεύμα διαρροής I_l ενός ηλεκτρικού πυκνωτή.
3. Αν απαιτείται χρήση πυκνωτή στις τηλεπικοινωνίες, τότε αυτός θα πρέπει να είναι:
 - α. Πολυεστέρα
 - β. Επιμεταλλωμένης ταινίας πολυεστέρα
 - γ. Χάρτου
 - δ. Επιμεταλλωμένου χάρτου.
4. Οι πυκνωτές γυαλιού χρησιμοποιούνται:
 - α. Στα computers
 - β. Στα παλμοτροφοδοτικά

- γ. Στις διατάξεις ραδιοεκπομπών
 δ. Σ' όλα τα παραπάνω.

- 5.** Να καταταγούν στις ακόλουθες χρήσεις οι αντίστοιχοι πυκνωτές:
- | | |
|----------------------------------|-------|
| α. Computers | |
| β. Παλμοτροφοδοτικά | |
| γ. Χρονιστές | |
| δ. Έλεγχος μονοφασικών κινητήρων | |
- 6.** Να σχεδιαστεί το διάγραμμα με τους τύπους των κεραμικών πυκνωτών.
- 7.** Στους πολλαπλασιαστές υψηλής τάσης χρησιμοποιούνται κεραμικοί πυκνωτές:
- | |
|---------------------------|
| α. Επίπεδοι ή κυλινδρικοί |
| β. Feed – through |
| γ. Υδρόψυκτοι |
| δ. Τραπεζοειδείς. |
- 8.** Ένας πυκνωτής πλαστικού διηλεκτρικού αναγράφει τα στοιχεία:
 100–, 100μF, J. Αυτά δηλώνουν:
- | |
|--------------------------------------|
| α. 100V _{AC} , 100μF, ±5% |
| β. 100V _{DC} , 100μF, ±10% |
| γ. 100V _{DC} , 100μF, ±5% |
| δ. 100V _{AC} , 100μF, ±10%. |
- 9.** Πυκνωτής πλαστικού διηλεκτρικού ονομαστικής χωρητικότητας 220nF, ονομαστικής τάσης 63VDC με ανοχή χωρητικότητας ±10%, φέρει τα σύμβολα:
- | |
|------------------|
| α. 220n, 63, M |
| β. 220μ, 63, K |
| γ. 220n, 63V~, K |
| δ. 220n, 63V–, K |
- 10.** Πυκνωτής επιμεταλλωμένης ταινίας πολυεστέρα με τα χρώματα: πορτοκαλί, πορτοκαλί, κίτρινο, κόκκινο δηλώνει τα στοιχεία:
- | |
|-----------------------------------|
| α. 220nF, ±5%, 100V _{DC} |
| β. 330nF, ±2%, 400V _{DC} |
| γ. 330pF, ±2%, 400V _{DC} |
| δ. 330nF, ±5%, 400V _{AC} |
- 11.** Τα βασικά χαρακτηριστικά μεγέθη ενός ηλεκτρολυτικού πυκνωτή είναι η U D C ,
C, και η
 λειτουργίας.

- 12.** Να αντιστοιχίσετε τα γράμματα με τους αριθμούς:
- | | |
|----------------------------|---------------------------------|
| α. Μη πολωμένοι πυκνωτές | 1. Τανταλίου |
| β. Μόνο πολωμένοι πυκνωτές | 2. Πολωμένοι πυκνωτές |
| γ. Ορθή πόλωση | 3. Υγρού ηλεκτρολύτη αλουμινίου |
| δ. Ανάστροφη πόλωση | 4. Αποφεύγεται. |
- 13.** Ηλεκτρολυτικός πυκνωτής με στοιχεία 4μ7, 63VDC, M, FD στο περίβλημά του, δηλώνει τις τιμές:
- α. 47μF, 63V_{DC}, ±20%, Ιανουάριος 1995
 β. 4,7μF, 63V_{AC}, ±10%, Δεκέμβριος 1994
 γ. 4,7μF, 63V_{DC}, ±20%, Δεκέμβριος 1995
 δ. 4,7μF, 63V_{AC}, ±20%, Δεκέμβριος 1995.
- 14.** Πυκνωτής τανταλίου υγρού ηλεκτρολύτη με χωρητικότητα 2,2μF και ονομαστική τάση 25V, φέρει τον κώδικα:
- α. 2A2
 β. E22
 γ. 22E
 δ. 2E2
- 15.** Οι πυκνωτές διπλής έχουν πολύ χωρητικότητα και οι συνήθεις τάσεις εργασίας τους είναι Ως Δεν συνιστώνται σε εφαρμογές , δεν απαιτούν κύκλωμα και δεν όταν καταστρέφονται.
- 16.** Μεταβλητοί πυκνωτές είναι μόνο τα trimmers. **Σωστό ή Λάθος** και γιατί;
- 17.** Να αντιστοιχίσετε τα γράμματα με τους αριθμούς:
- | | |
|--|--------------------------------|
| A. Μέγιστη χωρητικότητα μεταβλητού πυκνωτή. | 1. Προρυθμιζόμενοι μεταβλητοί. |
| B. Ελάχιστη χωρητικότητα μεταβλητού πυκνωτή. | 2. Μέγιστο των περι στροφών. |
| Γ. Trimmers και Padders. | 3. Ελάχιστο των περι στροφών. |
| Δ. Γραμμικής και λογαριθμικής μεταβολής. | 4. Μεταβλητοί ελέγχου. |
- 18.** Οι μεταβλητοί πυκνωτές διακρίνονται σε και Οι χωρίζονται σε αυτούς ως προς την , το και τη