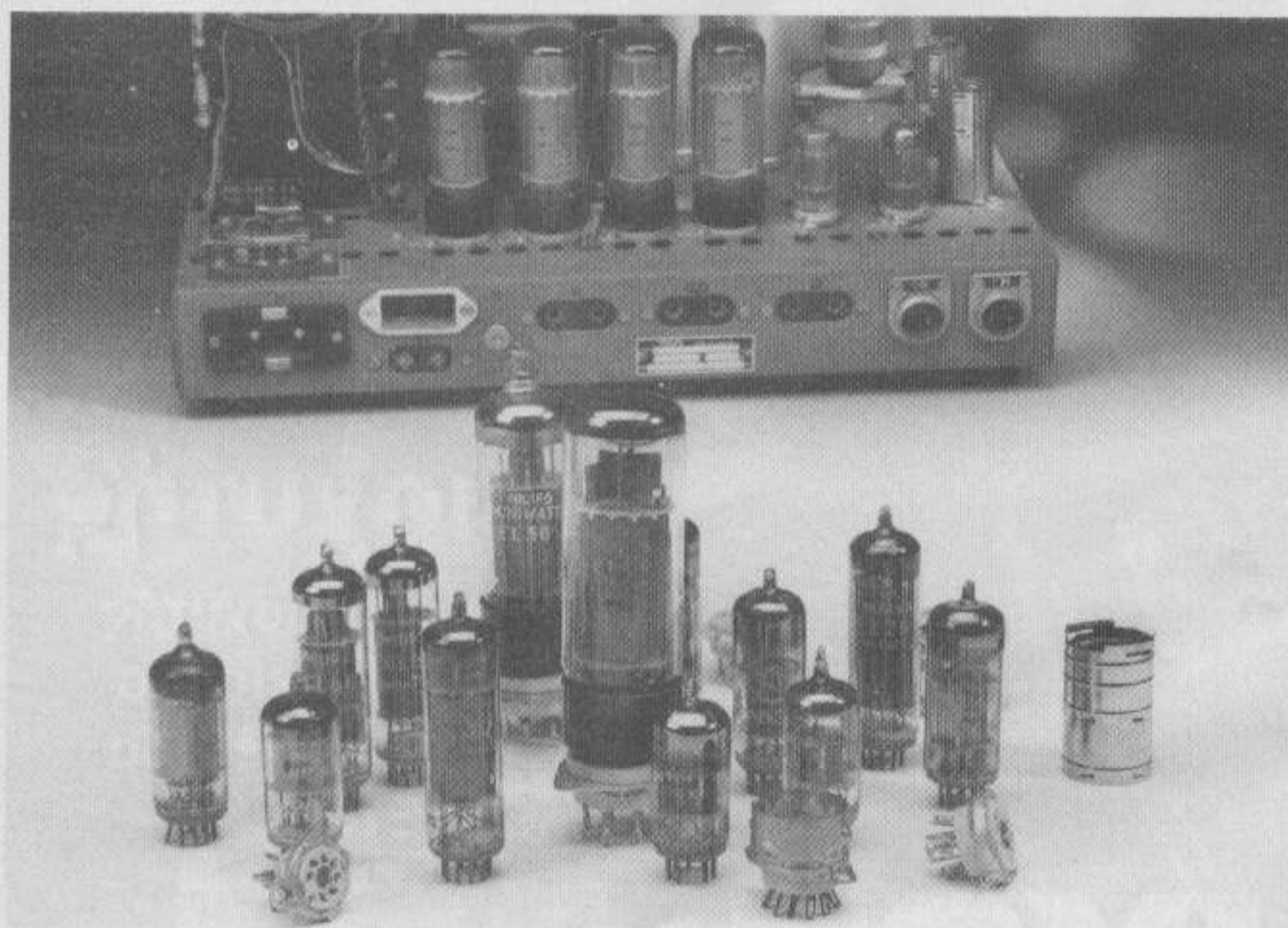


Για τους (γηραιότερους) αναγνώστες μας οι λυχνίες ποτέ δεν έπαψαν να υπάρχουν. Η παρουσία τους επιβεβαιώνεται από τις δεκάδες Kwatt των νέων πομπών. Για τους νεότερους, αποτελούν μάλλον κάτι άγνωστο. Και για τις δύο όμως κατηγορίες αναγνώστων, η αναγέννηση των λυχνιών στο πρόσωπο των ενισχυτών ισχύος ακουστικών συχνοτήτων έχει να προσφέρει και κάτι διαφορετικό: στους πρώτους μια νοσταλγική και ρομαντική αναδρομή στο παρελθόν, ενώ στους δεύτερους ένα αρκετά ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο, που σίγουρα αξίζει τον κόπο να το μελετήσουν. Στο άρθρο που ακολουθεί, θα μιλήσουμε για τις λυχνίες που χρησιμοποιούνται στους ενισχυτές ακουστικών συχνοτήτων.

# Μια σύντομη εισαγωγή στις Θερμιονικές λυχνίες

## Κατασκευή και βασικές αρχές λειτουργίας



Προτού ξεκινήσουμε, θεωρούμε σκόπιμο να σας υπενθυμίσουμε την κύρια χρήση των λυχνιών.

Οι δίοδοι λυχνίες χρησιμοποιούνται για την ανόρθωση σημάτων ακουστικών συχνοτήτων (ΑΣ) ή, στα τροφοδοτικά ισχύος, για τη μετατροπή της εναλλασσόμενης τάσης σε συνεχή.

Οι τριόδοι βρίσκουν εφαρμογές κυρίως σαν προενισχυτές ή σαν αναστροφείς φάσης για την οδήγηση ενισχυτών push-pull.

Οι κοινές τέτροδοι ή οι τέτροδοι δέσμης συναντώνται πάντοτε στα κυκλώματα εξόδου των ενισχυτών για να διεγείρουν τα μεγάφωνα του.

Τέλος, οι πέντοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για προενίσχυση είτε για την οδήγηση μεγαφώνων.

Τα σύμβολα αυτών των λυχνιών φαίνονται στο **σχ. 1**.

Η κωδικοποίηση των τύπων των λυχνιών φαίνεται με την πρώτη ματιά διαβάζοντας στο περίβλημα μιας οποιασδήποτε λυχνίας τον κωδικό της. Ο πρώτος χαρακτήρας δηλώνει πάντοτε την τάση ή το ρεύμα που απαιτούν τα νήματα θέρμανσης της κάθοδου. Στις Ευρωπαϊκές λυ-

χνίες ο πρώτος χαρακτήρας είναι ένα γράμμα, ενώ στις Αμερικανικές είναι ένας αριθμός. Έτσι αν π.χ. συναντήσετε σαν πρώτο χαρακτήρα το E, θα πρέπει να συνάγετε αμέσως ότι η τάση θέρμανσης των νημάτων είναι 6,3 V. Αμέσως μετά ακολουθούν ένα ή περισσότερα γράμματα που προσδιορίζουν τον τύπο της λυχνίας, ενώ οι αριθμοί που συμπληρώνουν τον κωδικό εκφράζουν τον κωδικό σειράς του κατασκευαστή. Ο πίνακας που φαίνεται στο ένθετο προσδιορίζει τη σημασία των συμβόλων που χρησιμοποιούνται για την κωδικοποίηση των λυχνιών.

Κοιτάζοντας τους κωδικούς αρκετών λυχνιών, θα διαπιστώσετε ότι πολλές φορές συναντώνται πολλά γράμματα μαζί ή επαναλαμβάνονται τα ίδια γράμματα. Σε όλες τις περιπτώσεις, το κάθε γράμμα έχει την ίδια προκαθορισμένη σημασία. Στο τύπο GZ34, σύμφωνα με τον πίνακα, το πρώτο γράμμα (G) υποδηλώνει τάση θέρμανσης νημάτων 5 V, ενώ το δεύτερο (Z) διπλή δίοδο ανόρθωσης κατάλληλη για την τάση του δικτύου. Για τη λυχνία ECC83, το πρώτο γράμμα (E) δηλώνει τάση 6,3 V, ενώ τα δύο επόμενα (C) ότι έχουμε να κάνουμε με δύο ίδιες τριό-

δους συσκευασμένες στον ίδιο γυάλινο σωλήνα. Με το ίδιο σκεπτικό, θα πρέπει να είστε σε θέση να αντιληφθείτε πως η UCH81 θερμαίνεται με 100 mA (U) και περιλαμβάνει μια τριόδο (C) και μια επτάοδο (H). Τέλος η Αμερικανική 6K6 απαιτεί 6,3 V για να 'ζεσταθεί' (6), ενώ χαρακτηρίζεται σαν τέτροδος δέσμης (K).

### Η κατασκευή των λυχνιών

Οι λυχνίες, που χρησιμοποιούνται στους ενισχυτές ακουστικών συχνοτήτων, περιλαμβάνουν δύο ή περισσότερα ηλεκτρόδια: άνοδο, κάθοδο και πλέγματα.

### Κάθοδος και νήματα

Στις αρχές του αιώνα μας (1900 - 1920), όταν διατέθηκαν στο εμπόριο οι πρώτες λυχνίες, η εσωτερική κατασκευή τους παρουσίαζε αρκετές διαφορές σε σχέση με τις σημερινές. Μια από αυτές αφορούσε την κάθοδό τους, η οποία δεν αποτελούσε ένα ξεχωριστό ηλεκτρόδιο, αλλά ταυτιζόταν με το νήμα θέρμανσης (λυχνίες με κάθοδο άμεσης θέρμανσης). Το ηλεκτρόδιο αυτό ήταν κατασκευασμένο από νικέλιο και προσμίξεις βαρέων μετάλλων όπως π.χ. βολφράμιο, έτσι ώστε να είναι ικανό να απελευθερώνει ηλεκτρόνια. Η κατασκευή αυτή, αν και απλούστερη από τη σημερινή, παρουσίαζε ορισμένα μειονεκτήματα που γίνονταν φανερά κατά τη χρήση της λυχνίας. Έτσι το ηλεκτρόδιο αυτό μπορούσε πολύ εύκολα να χάσει το σχήμα του, κάτι που είχε σαν συνέπεια τη μεταβολή της απόστασής του από την άνοδο. Η μεταβολή αυτή, που γινόταν περισσότερο έντονη με τη 'γήρανση' της λυχνίας, υποβίβαζε κατά πολύ την απόδοση της λυχνίας. Εξ' άλλου, το συνεχές ρεύμα που θέρμαινε το ίδιο ηλεκτρόδιο, προκαλούσε επιπρόσθετα μια ανομοιόμορφη πυκνότητα των παραγόμενων ηλεκτρονίων, δημιουργώντας ένα επίσης ανομοιόμορφο ρεύμα ανόδου. Τροφοδοτώντας με εναλλασσόμενο ρεύμα, το πρόβλημα αυτό ελαχιστοποιούταν, αλλά η θερμοκρασία της κάθοδου και κατά συνέπεια το ρεύμα ανόδου εξαρτώνταν άμεσα από τη συχνότητα του ρεύματος θέρμανσης. Όλες οι παραπάνω αδυναμίες είχαν

σαν αποτέλεσμα την αστάθεια του ρεύματος ανόδου, που με τη σειρά του επηρέαζε τη συμπεριφορά της λυχνίας.

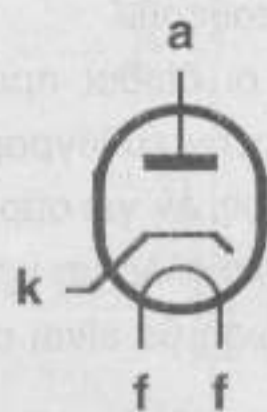
Αρκετά χρόνια αργότερα, στις αρχές της δεκαετίας του 1920 στην Αμερική (στο τέλος της ίδιας δεκαετίας στην Ευρώπη), άρχισαν να κατασκευάζονται λυχνίες με καθόδους έμμεσης θέρμανσης. Οι κάθοδοι αυτοί ήταν μικροί κύλινδροι κατασκευασμένοι από νικέλιο και επιχρισμένοι εξωτερικά με βάριο ή στρόντιο, στοιχεία τα οποία αποδείχθηκαν τα καταλληλότερα για την παραγωγή του ρεύματος ανόδου. Στο εσωτερικό αυτών των κυλίνδρων τοποθετούνταν τα νήματα, τα οποία θερμαινόμενα προκαλούσαν την απελευθέρωση των ηλεκτρονίων από το εξωτερικό περίβλημα της καθόδου. Στην νέα αυτή κατασκευαστική δομή, το ηλεκτρόδιο της καθόδου ήταν ηλεκτρικά απομονωμένο από τα νήματα.

Η σημασία των νημάτων σε μια θερμιονική λυχνία είναι εξ' ίσου προφανής. Καθώς διαρρέονται από ρεύμα, θερμαίνονται την κάθοδο οδηγώντας την σε θερμοκρασίες που φθάνουν τους 1000 - 1300 C. Σ' αυτές τις υψηλές θερμοκρασίες, τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στοιβάδας των βαρέων μετάλλων, που είναι επιχρισμένη η κάθοδος, απελευθερώνονται δημιουργώντας ένα 'νέφος' γύρω από αυτήν. Τα ηλεκτρόνια αυτά στη συνέχεια ομαδοποιούνται και επιταχύνονται από τα πλέγματα, για να καταλήξουν τελικά στην άνοδο. Σημειώστε ότι στις σύγχρονες λυχνίες που χρησιμοποιούνται στους ενισχυτές ακουστικών συχνοτήτων, τα νήματα τροφοδοτούνται με συνεχές ρεύμα προκειμένου να αποφευχθούν οι παρασιτικοί βόμβοι και θόρυβοι του δικτύου.

### Άνοδος

Στις πρώτες λυχνίες η άνοδος ήταν απλά μια μεταλλική πλάκα τοποθετημένη απέναντι από την κάθοδο. (Η ονομασία 'πλάκα' χρησιμοποιήθηκε στην Αμερική στις αρχές του αιώνα, αλλά εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ακόμα και σήμε-

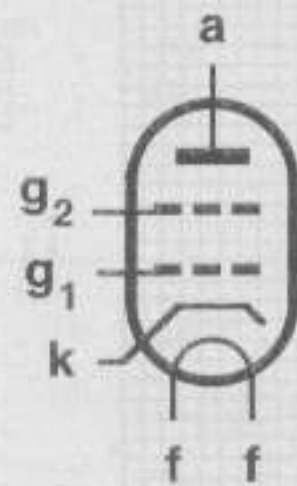
### diode



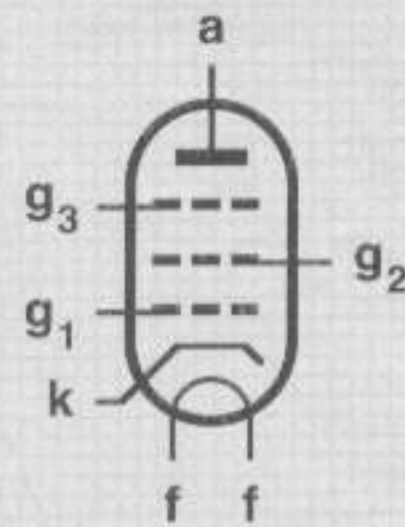
### triode



### tetrode



### pentode



972023 - 11

Σχ. 1. Σύμβολα των βασικών τύπων λυχνιών: διόδου, τριόδου, τετρόδου και πεντόδου. Τα πλέγματα χαρακτηρίζονται σαν: οδηγό (G1), προστατευτικό (G2) και ανασταλτικό (G3).

ρα υποδηλώνοντας το ηλεκτρόδιο της ανόδου). Σήμερα η άνοδος αποτελείται από ένα κουτί ορθογώνιας ή κυλινδρικής διατομής, στο εσωτερικό του οποίου είναι τοποθετημένη η κάθοδος. Η τροποποίηση αυτή κρίθηκε απαραίτητη γιατί από τις πρώτες κιόλας λυχνίες φάνηκε πως η μικρή επιφάνεια της μεταλλικής πλάκας δεν μπορούσε να συλλέξει με επιτυχία τα ηλεκτρόνια που εκπέμπονταν από την κάθοδο. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των ανόδων είναι συνήθως χαλκός, μολυβδαίνιο, βολφράμιο, νικέλιο ή χαλκονικέλιο.

### Πλέγματα

Τα πλέγματα αποτελούν ένα είδος 'διχτύων' ή πηνίων με αραιές σπειρές, κατασκευασμένων από λεπτούς αγωγούς, τα οποία περιστοιχίζουν σε διάφορες αποστάσεις την κάθοδο. Μέσα από αυτά μπορούν να διέλθουν τα ηλεκτρόνια που εκπέμπονται από αυτήν. Τα μέταλλα που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους είναι το μολυβδαίνιο, το βολφράμιο και ο πυρολυτικός γραφίτης. Στην εξωτερική επιφάνεια των αγωγών που τα σχηματίζουν, τοποθετείται τις περισσότερες φορές ένα λεπτό στρώμα ενός ακόμα μετάλλου (π.χ. χρυσού), το οποίο έχει σαν σκοπό τον περιορισμό της εκπομπής ηλεκτρονίων από τα ίδια τα πλέγματα.

Αν και μια λυχνία μπορεί να έχει πολλά πλέγματα, στις λυχνίες που χρησιμοποιούνται στους ενισχυτές ακουστικών συχνοτήτων θα συναντήσουμε το πολύ τρία: το πλέγμα οδήγησης (G1), το προστατευτικό πλέγμα (G2) και το ανασταλτικό (G3).

### Εσωτερική δομή

Όλα τα ηλεκτρόδια που συνθέτουν μια ηλεκτρονική λυχνία συναρμολογούνται στο εσωτερικό ενός αερόκενου γυαλίνου (ή καμιά φορά μεταλλικού) σωλήνα. Η πίεση που επικρατεί μέσα σ' αυτόν είναι πολύ μικρή φθάνοντας τις  $10^{-9}$  ατμόσφαιρες. Στο κέντρο του σωλήνα, καθώς το κοιτάμε από το πάνω μέρος του, τοποθετείται το ηλεκτρόδιο της καθόδου, έχοντας στο εσωτερικό του το νήμα θέρμανσης. Γύρω από αυτό συναντάμε τα πλέγματα (ένα ή περισσότερα) και τέλος, γύρω από όλα τα προηγούμενα, την άνοδο. Τα ηλεκτρόδια αυτά έχουν κυλινδρικό σχήμα

και είναι με τέτοιο τρόπο διατεταγμένα ώστε το ένα να βρίσκεται μέσα στο άλλο. Για να εξασφαλισθεί η μηχανική σταθερότητα της κατασκευής, όλα τα παραπάνω καταλήγουν σε ακίδες που στερεώνονται στο κάτω μέρος του σωλήνα. Οι ακίδες είναι κατασκευασμένες από μίγμα σιδήρου / χρωμίου (FeCr), έτσι ώστε να παρουσιάζουν συντελεστή διαστολής ίδιον με αυτόν του γυαλιού. Οι ακίδες στερεώνονται με τη σειρά τους πάνω σε ένα δίσκο κατασκευασμένο από κεραμικό υλικό ή μίκα. Ο δίσκος αυτός σφίγγεται στη συνέχεια στη βάση του σωλήνα, για να ακολουθήσει κατόπιν η δημιουργία του κενού μέσα σ' αυτόν.

Σε πολλές λυχνίες, το εσωτερικό μέρος του γυαλίνου σωλήνα που τις περικλείει είναι επιχρισμένο μ' ένα αγωγίμο υλικό. Σκοπός του είναι η παρεμπόδιση της δημιουργίας θετικών φορτίων στο κέλυφος της λυχνίας λόγω της δευτερογενούς εκπομπής.

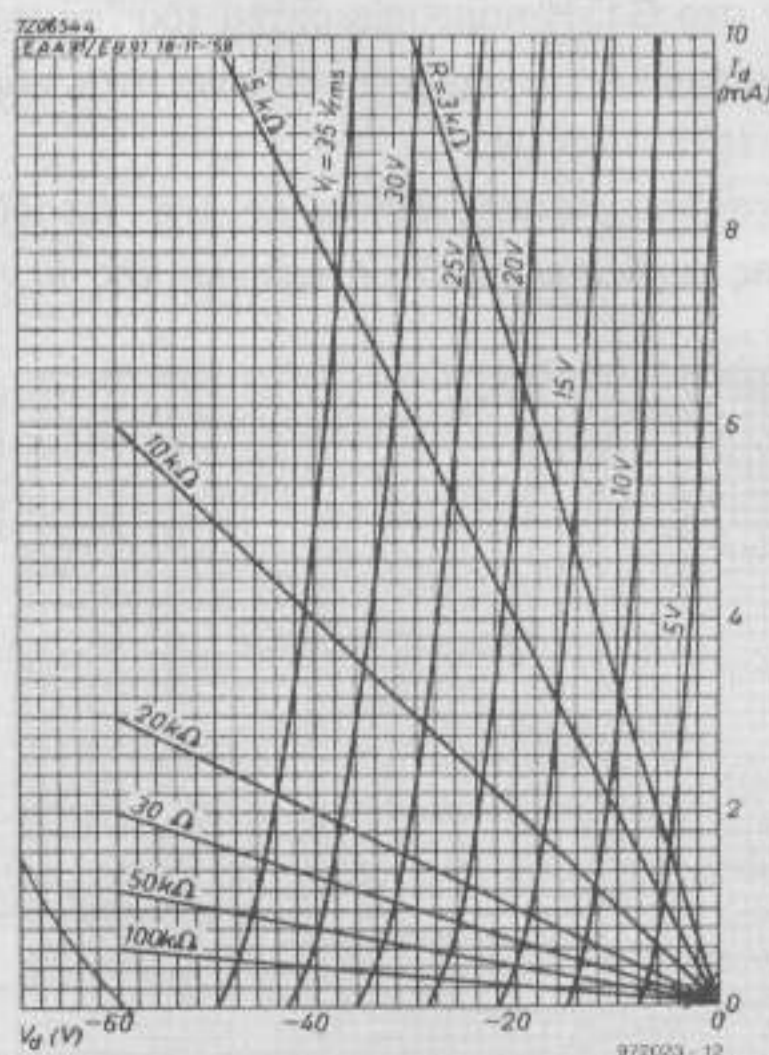
Το ίδιο συνηθισμένη είναι και η παρουσία ενός ακόμα υλικού που έχει σαν σκοπό να συντηρεί το κενό στο εσωτερικό του σωλήνα. Η παρουσία του είναι απαραίτητη προκειμένου να απορροφούνται τα διάφορα αέρια που τυχόν αναπτύσσονται μέσα στη λυχνία. Το υλικό αυτό, που μπορεί να είναι ποτάσα, σόδιο, μαγνήσιο, ασβέστιο κ.α., κατανέμεται ομοιόμορφα μέσα στο σωλήνα μέσω μιας διαδικασίας εξάτμισης που προκαλείται, αμέσως μετά την εκκένωση του αέρα, με τη βοήθεια επαγόμενων ρευμάτων υψηλής συχνότητας.

### Λειτουργία

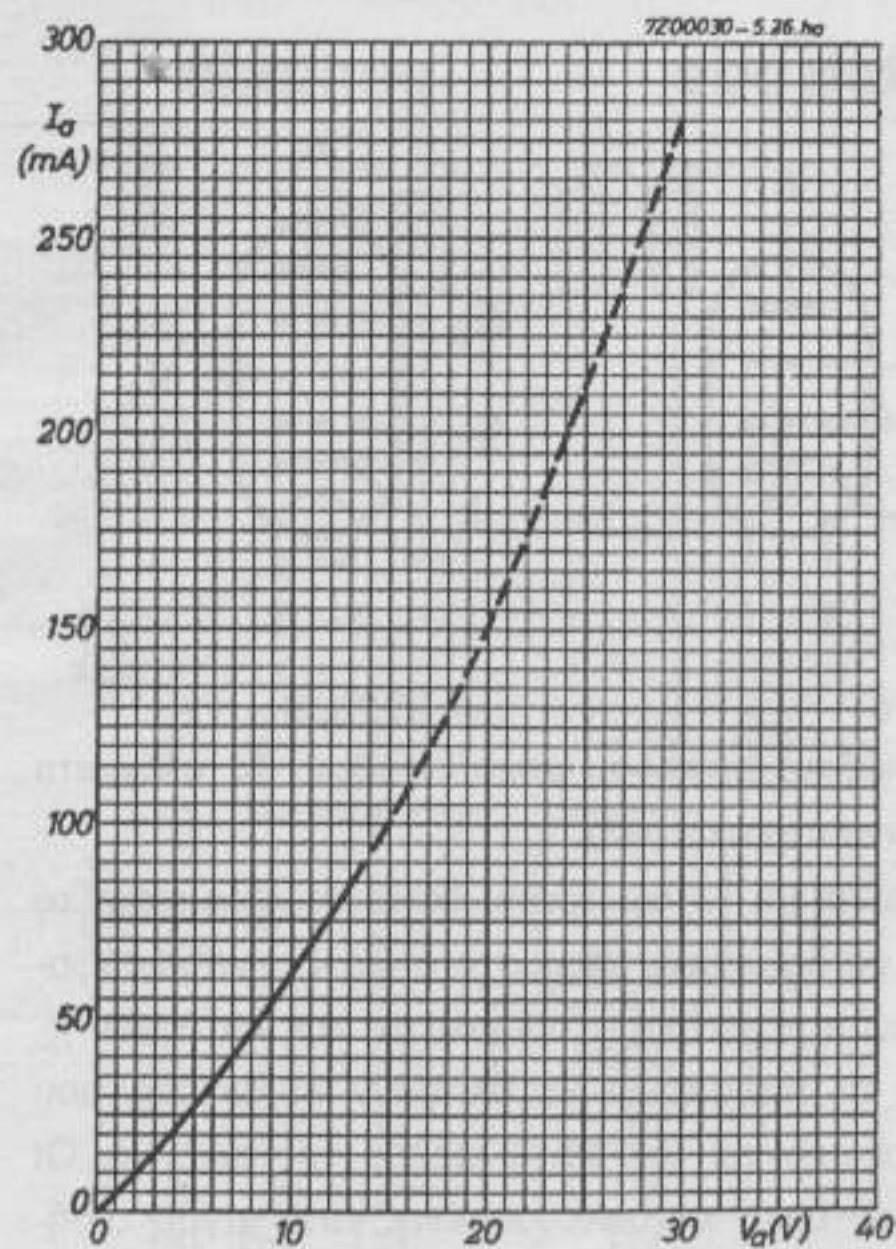
Αμέσως μετά τη δημιουργία της πρώτης διόδου λυχνίας, οι ερευνητές της εταιρίας Western Electric στην Αμερική παρατήρησαν ότι, τοποθετώντας ένα ακόμα ηλεκτρόδιο (το πλέγμα ελέγχου ή οδηγό πλέγμα) μεταξύ της καθόδου και της ανόδου, κατάφερναν να ελέγχουν το ρεύμα που έρεε στον κενό χώρο μεταξύ των δύο βασικών ηλεκτροδίων. Η πρώτη αυτή τριόδος, που κατασκευάστηκε το 1905, ονομάστηκε VT1 από τα αρχικά των λέξεων Vacuum Tube 1 (Λυχνία Κενού 1).

### Δίοδος

Η λειτουργία της διόδου λυχνίας βασίζεται στο

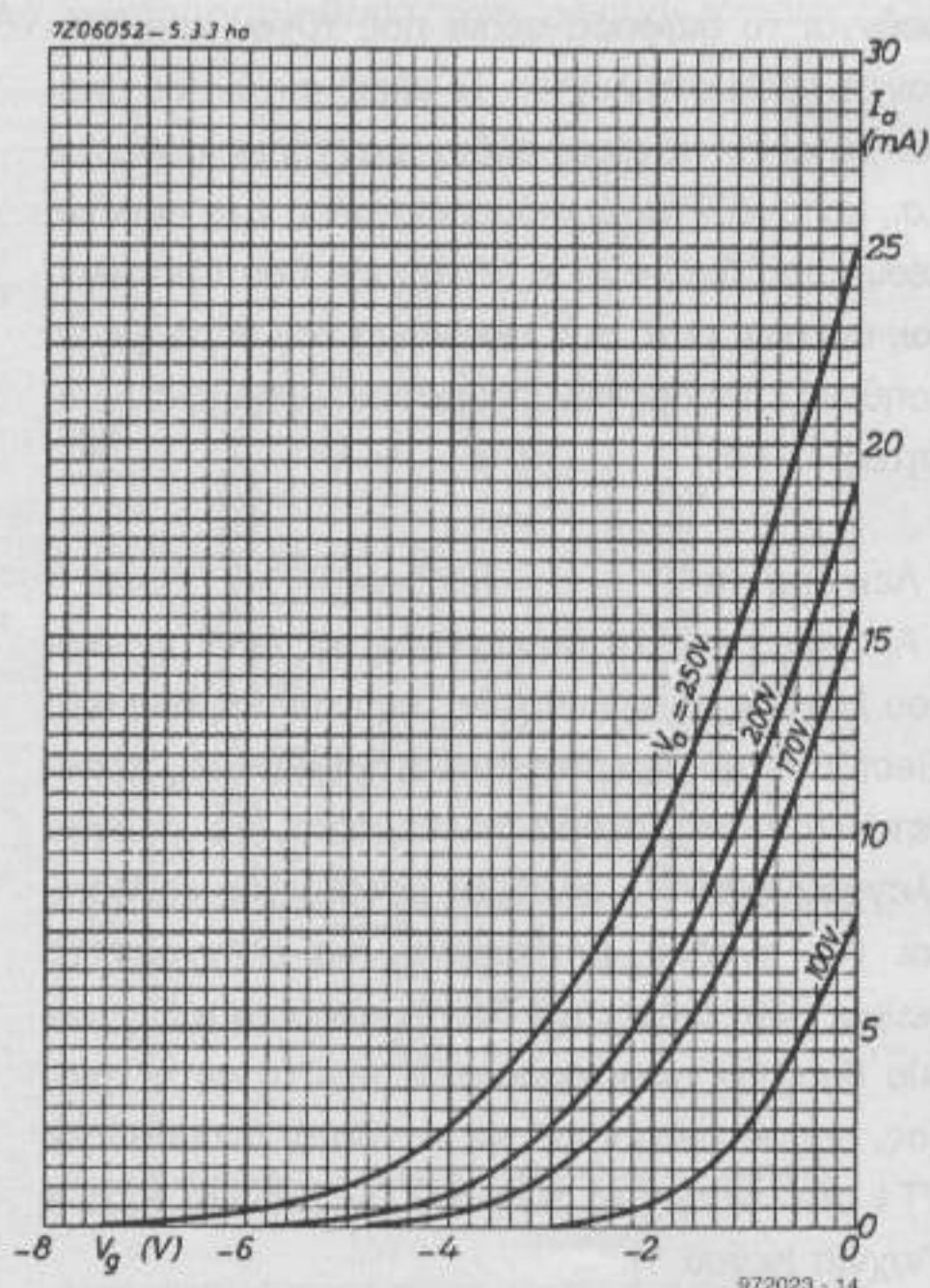


Σχ. 2. Δέσμη χαρακτηριστικών καμπυλών  $V_d/I_d$  της ημιανορθώτριας διόδου EB91 / 1/2 EAA91. Η χαμηλότερη παραμόρφωση εξασφαλίζεται μόνο στα ευθύγραμμα τμήματα των καμπυλών.



Σχ. 3. Χαρακτηριστική  $V_a/I_a$  της διπλοδιόδου πλήρους ανόρθωσης EZ81. Η λυχνία αυτή ενδείκνυται για χρήση σε τροφοδοτικά.

γεγονός ότι τα ηλεκτρόνια που απελευθερώνονται από την κάθοδο μπορούν να κινούνται ελεύθερα στον κενό χώρο ανάμεσα σ' αυτήν και την άνοδο. Η αξιοποίηση της ιδιότητας αυτής για την ανόρθωση εναλλασσομένων κυματομορφών, αποτέλεσε μια από τις πρώτες εφαρμογές των λυχνιών, που χρονικά προσδιορίζεται στα τέλη του προηγούμενου αιώνα. Όπως φαίνεται και στο σχ. 2, στο χαμηλότερο τμήμα της χαρακτηριστικής της διόδου το ρεύμα ανόδου  $I_a$  δεν έχει γραμμική σχέση με την τάση  $V_d$  που επιβάλλεται στα άκρα της. Αυξάνεται δηλαδή με βραδύτερους ρυθμούς σε σχέση με την τάση ανόδου - καθόδου  $V_d$ , από ότι όταν η λυχνία εργάζεται στη γραμμική περιοχή της χαρακτη-



Σχ. 4. Χαρακτηριστικές  $V_{g1}/I_a$  της τριόδου EC92 / 1/2 ECC83. Παρατηρήστε ότι το οδηγό πλέγμα είναι αρνητικά πολωμένο σε σχέση με την κάθοδο.

ριστικής της. Αυτό όμως δεν σημαίνει πως το ρεύμα θα αυξάνεται πάντοτε καθώς αυξάνεται η τάση  $V_d$ . Υπάρχει κάποια τιμή πέραν της οποίας το ρεύμα παραμένει σχεδόν σταθερό.

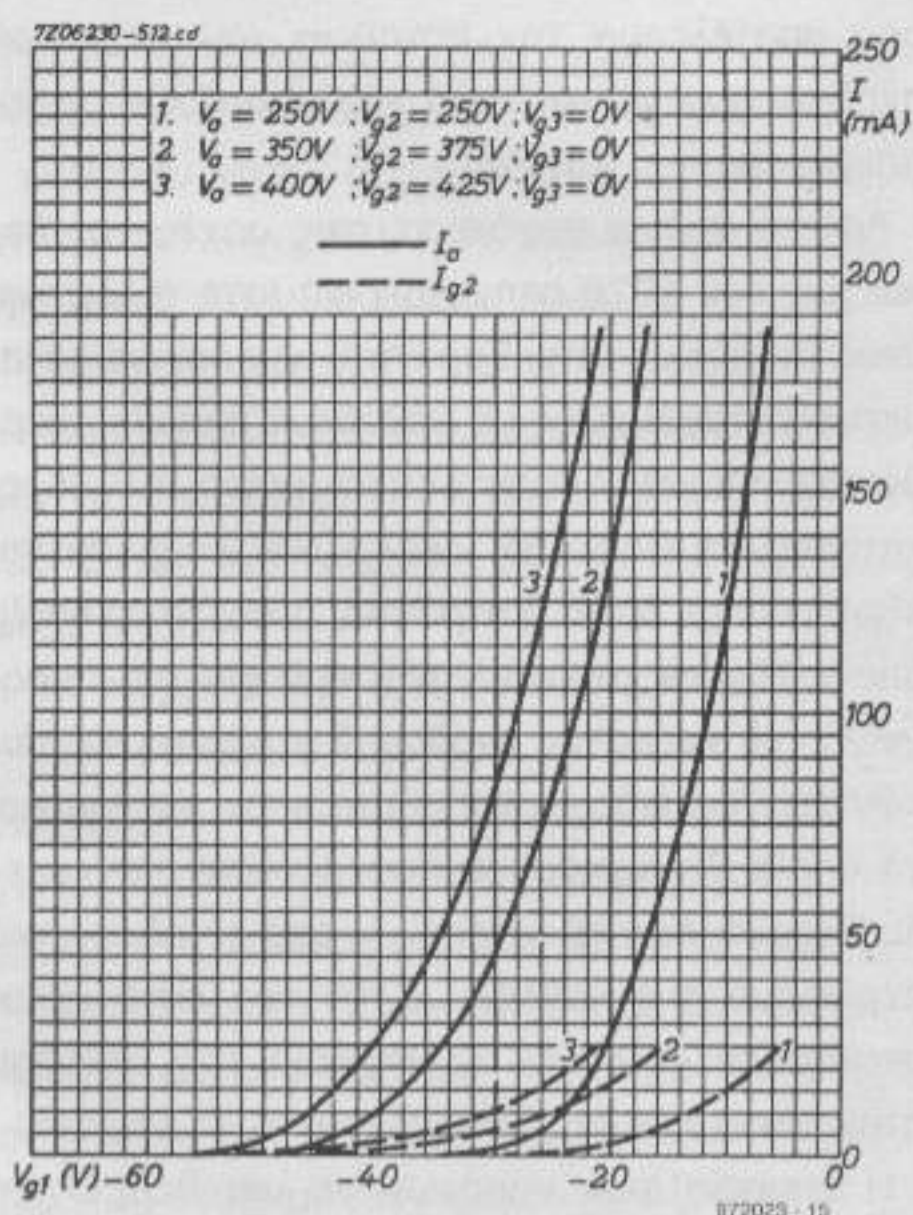
Για τους παραπάνω λόγους, οι διόδοι πρέπει να χρησιμοποιούνται πάντοτε στην ευθύγραμμη περιοχή της χαρακτηριστικής τους. Αν για οποιονδήποτε λόγο πολωθούν σε κάποιο άλλο μη γραμμικό σημείο, τότε η παραμόρφωση θα είναι αναπόφευκτη.

Η συμπεριφορά των διόδων γίνεται ακόμα πιο σαφής με τη βοήθεια του σχ. 3 στο οποίο φαίνεται η χαρακτηριστική  $V_a/I_a$  της διόδου EZ81. Ένα μέρος της καμπύλης έχει εσκεμμένα σημειωθεί με τη βοήθεια μιας διακεκομμένης γραμμής. Μ' αυτόν τον τρόπο υποδηλώνεται ότι, κατά κανόνα, πρέπει να αποφεύγεται η χρήση της λυχνίας σε αυτό το τμήμα της καμπύλης. Φυσικά, όταν χρησιμοποιείτε μια λυχνία αυτού του τύπου θα πρέπει να λαμβάνετε πάντοτε υπόψη σας και την τιμή της μέγιστης καταναλισκόμενης ισχύος πάνω στο ίδιο το εξάρτημα.

Ένα ιδιαίτερο γνώρισμα της EZ81, αλλά και της παρόμοιας μ' αυτήν GZ34, είναι ο μεγάλος χρόνος που απαιτείται για τη θέρμανση του νήματός της. Αν λάβουμε υπόψη μας ότι οι λυχνίες ενός ενισχυτή δεν πρέπει να τροφοδοτούνται ποτέ με υψηλή τάση προτού 'ανάψουν' τα νήματά τους, γίνεται αντιληπτό πως η βραδύτερη εκκίνηση των λυχνιών ανόρθωσης της τάσης του δικτύου δίνει στις υπόλοιπες το χρονικό περιθώριο να 'ζεστάνουν' ικανοποιητικά τα δικά τους νήματα.

### Τρίοδος

Η τρίοδος λυχνία είναι μια διόδος στην οποία έχει προστεθεί ένα ακόμα ηλεκτρόδιο (οδηγό πλέγμα, G1) μεταξύ της ανόδου και της καθόδου. Μια εναλλασσόμενη τάση μικρού πλάτους σ' αυτό θα εμφανισθεί ανεστραμμένη, αλλά με πολύ μεγαλύτερο πλάτος, στην άνοδο της λυχνίας. Αυτό θα συμβεί εάν η τάση του πλέγματος σε σχέση με αυτήν της καθόδου είναι αρνητική (βλέπε σχ. 4). Ένας εύκολος τρόπος για να δημιουργήσουμε αυτή την αρνητική τάση, χωρίς να χρησιμοποιήσουμε μια επιπλέον πηγή συνεχούς, είναι η τοποθέτηση μιας αντίστασης σε σειρά με την κάθοδο. Η αντίσταση αυτή μπορεί, ανάλογα με το κυκλώμα, να είναι ή να μην είναι παραλληλισμένη μ' έναν πυκνωτή. Η αντίσταση κάνει την κάθοδο θετικότερη σε σχέση με τη γη, οπότε, εφόσον το πλέγμα βρίσκεται στο δυναμικό της γης, αυτόματα θα είναι αρνητικότερο σε σχέση με την κάθοδο. Η χαρακτηριστική καμπύλη  $I_a/V_a$  μιας τριόδου είναι λιγότερο γραμμική από αυτή της διόδου λυχνίας. Αυτό σημαίνει ότι συ-



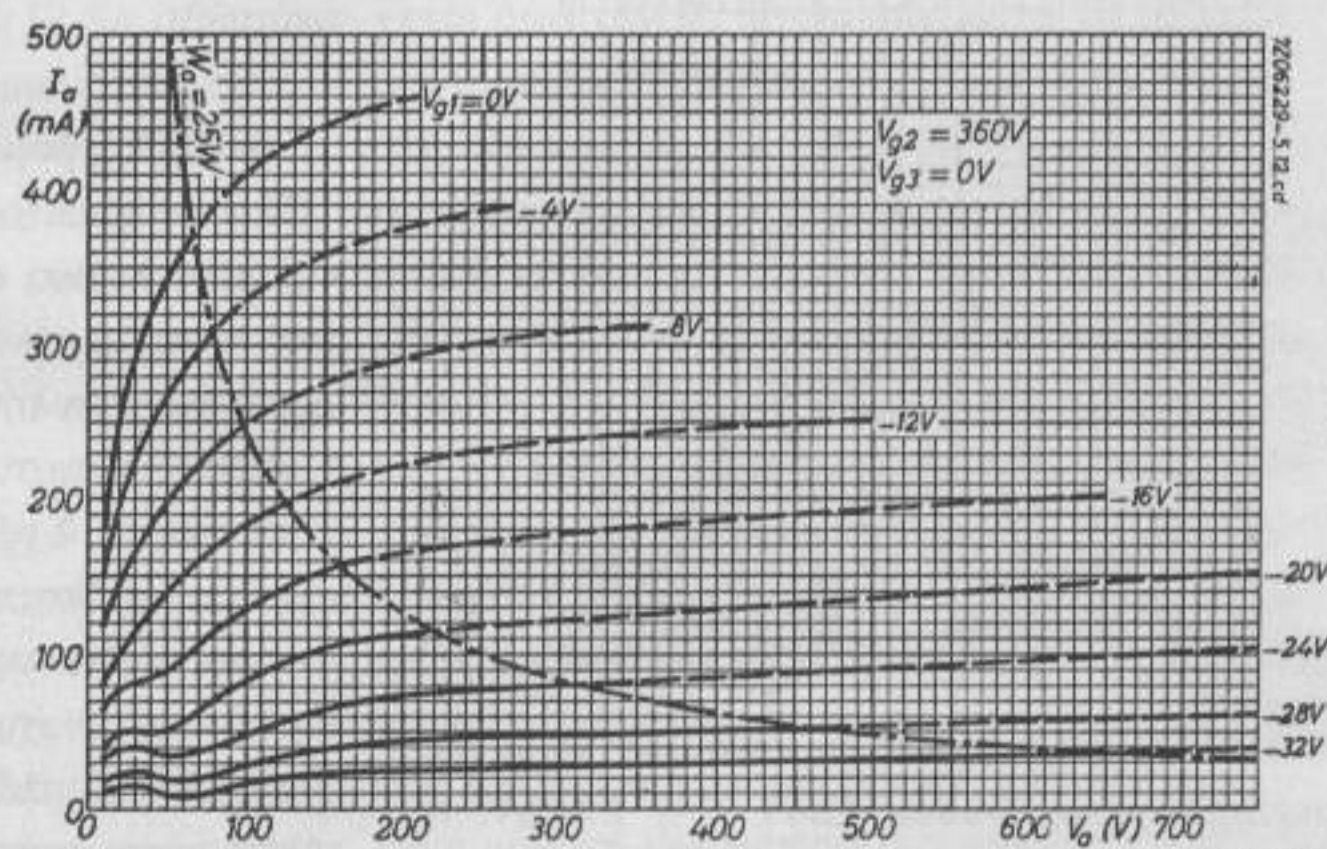
Σχ. 5. Χαρακτηριστικές  $V_{g1}/I_a$  της πεντόδου EL34. Προσέξτε το πόσο βελτιωμένες είναι σε σχέση μ' αυτές του σχ. 4.

νήθως πρέπει να εργάζεται σε τάξη A, ιδίως αν αυτή χρησιμοποιείται σαν ενισχυτής εξόδου. Αξίζει να σημειώσουμε ότι μια πέντοδος τύπου EL84 συνδεσμολογημένη σαν τριόδος, έχει χαρακτηριστικές περισσότερο ευθύγραμμες από αυτές μιας τυπικής τριόδου τύπου EC92 ή ECC83.

### Τέτροδος

Η τέτροδος λυχνία έχει ένα ακόμα ηλεκτρόδιο, που είναι γνωστό με το όνομα προστατευτικό πλέγμα, G2. Το πλέγμα αυτό τοποθετείται μεταξύ του οδηγού και της ανόδου. Ο λόγος ύπαρξής του έχει να κάνει με την ελαχιστοποίηση της χωρητικότητας που σχηματίζεται μεταξύ της ανόδου και του οδηγού πλέγματος. Αν η χωρητικότητα αυτή αφηθεί να αποκτήσει υψηλές τιμές, τότε είναι βέβαιο πως οι ισχυρές μεταβολές του σήματος εξόδου στην άνοδο θα επαχθούν στο G1. Η παρουσία αυτού του σήματος εξόδου στο οδηγό πλέγμα συντείνει στην παραγωγή ταλαντώσεων.

Οι χαρακτηριστικές καμπύλες της τετρόδου λυχνίας μοιάζουν πολύ με εκείνες της πεντό-



Σχ. 6. Οι χαρακτηριστικές  $V_a/I_a$  της EL34 είναι εξ' ίσου καλές όσο και οι  $V_{g1}/I_a$  του σχ. 5.

δου. Διαφέρουν όμως σ' ότι αφορά τη γραμμικότητα στις περιοχές εκείνες που οι τιμές του ρεύματος Ia, αλλά και της τάσης ανόδου Va, είναι μικρές.

#### Πέντοδος

Οι λυχνίες με τα πέντε ηλεκτρόδια (πέντοδοι) είναι γνωστές για την υψηλότερη απόδοσή τους σε σχέση με τις τριόδους. Γι' αυτόν το λόγο άλλωστε χρησιμοποιούνται στις περισσότερες εφαρμογές. Τα γνωρίσματα που τις κάνουν να ξεχωρίζουν από τις τριόδους είναι πολλά. Ένα από αυτά, η πολύ καλύτερη γραμμικότητά τους, έχει σαν αποτέλεσμα τη δυνατότητα χρήσης τους σε τελικούς ενισχυτές που εργάζονται σε τάξη AB. Για τις χαρακτηριστικές καμπύλες VG1/Ia και Va/Ia δεν νομίζουμε ότι πρέπει να μιλήσουμε. Αρκεί να ρίξετε μια σύντομη ματιά στα **σχ. 5** και **σχ. 6**.

Οι ίδιες λυχνίες έχουν επίσης πολύ καλύτερη διαγωγιμότητα (αμοιβαία αγωγιμότητα, gm) μεταξύ του οδηγού πλέγματος G1 και της ανόδου. Αυτό σημαίνει ότι απαιτούν χαμηλότερη στάθμη σήματος εισόδου σε σχέση μ' αυτήν που απαιτούν οι τριόδοι, προκειμένου να αποδώσουν τη μέγιστη ισχύ στην έξοδό τους.

#### Ειδικές λυχνίες

Οι τέτροδοι λυχνίες δέσμης, αν και λυχνίες

δύο πλεγμάτων, έχουν συμπεριφορά συγκρίσιμη μ' αυτήν των πεντόδων. Η KT88 για παράδειγμα, έχει να επιδείξει πολύ μικρότερη παραμόρφωση από αυτή μιας τυπικής πεντόδου λυχνίας εξόδου, διατηρώντας ταυτόχρονα τις υψηλές αποδόσεις που κάνουν τις πεντόδους να ξεχωρίζουν από τις τριόδους. Η κατασκευή του προστατευτικού πλέγματος εξασφαλίζει μια 'απότομη' χαρακτηριστική καμπύλη, ακόμα και όταν η τάση Va διατηρεί χαμηλές τιμές.

Εκτός από τις λυχνίες δέσμης, οι εταιρίες κατασκευάζουν και παραλλαγές των συνηθισμένων λυχνιών, οι οποίες όμως έχουν πολύ καλύτερες προδιαγραφές. Οι λυχνίες αυτές, που είναι γνωστές σαν 'Υψηλής Ποιότητας' (Special Quality), ξεχωρίζουν λόγω της καλύτερης ποιότητας των υλικών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους. Το άμεσο αποτέλεσμα της προσεγγμένης κατασκευής τους είναι η αυξημένη διάρκεια ζωής που φθάνει τις 10.000 ώρες. Στις λυχνίες αυτές ο κωδικός που χαρακτηρίζει τον τύπο τους έχει παραλλαχθεί ώστε να δηλώνει με σαφήνεια τη διαφοροποίησή τους από τις συνηθισμένες. Έτσι, αν δείτε μια λυχνία τύπου E83CC θα πρέπει να καταλάβετε ότι πρόκειται για μια ECC83 'Υψηλής Ποιότητας', αν δείτε μια E84L θα πρέπει να σκεφθείτε την EL84 κ.λπ. (972023)

#### Επεξήγηση συμβολισμών

- A τάση νημάτων 4 V\*
- B δίοδος
- C τριόδος
- D λυχνία άμεσης θέρμανσης
- E τάση νημάτων 6,3 V\*
- F πέντοδος υψηλών συχνοτήτων
- G τάση νημάτων 5 V\*
- GC γυάλινο περίβλημα
- H λυχνία έξι ή επτά ηλεκτροδίων (έξοδος ή έπτοδος)
- K κοινή τέτροδος ή τέτροδος δέσμης
- L πέντοδος εξόδου ακουστικών συχνοτήτων
- M ενδεικτική λυχνία συντονισμού
- Q τέτροδος δέσμης υψηλής ισχύος
- U διάφορες τάσεις Τροφοδοσίας νημάτων\*
- VT λυχνία κενού
- Y δίοδος ημιανόρθωσης
- Z διπλοδίοδος πλήρους ανόρθωσης
- \*

Στον Αμερικάνικο κώδικα χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της τάσης των νημάτων, αντί για γράμματα, αριθμοί. Π.χ. 1 (για τα 1,4 V), 4 ή 6 (6,3 V), 12, 40 κ.λπ.