

Δίοδος Zener ισχύος

Οι δίοδοι Zener ισχύος είναι σπάνια εξαρτήματα και με υψηλό κόστος. Το κύκλωμα που περιγράφεται στη συνέχεια, βασίζεται σε λίγα κοινά και χαμηλού κόστους υλικά και μπορεί να εξομοιώσει τη λειτουργία μιας διόδου zener. Εκτός από την οικονομία το κύκλωμα προσφέρει και τη δυνατότητα ρύθμισης μέσα σε μεγάλο εύρος, της τάσεως ή της ισχύος χωρίς την ανάγκη τροποποίησης των εξαρτημάτων.

Σε πολλές περιπτώσεις, οι τάσεις που παρέχονται από κάποιο τροφοδοτικό ή κάποιο σημείο ενός κυκλώματος, εναλλασσόμενες ή συνεχείς, δεν είναι σταθερές. Παραδείγματα μη σταθερών εναλλασσομένων τάσεων είναι αυτές που παρέχονται από το δίκτυο ή από διάφορους τύπους γεννητριών. Στην περίπτωση συνεχών τάσεων, έχουμε παραδείγματα όπως οι σωσσωρευτές των αυτοκινήτων, τα φθηνά τροφοδοτικά για μικροσυσκευές (adapters) ή τα ηλιακά κύτταρα. Οι περισσότερες ηλεκτρονικές συσκευές μπορούν να λειτουργήσουν το ίδιο καλά ακόμη και με πολύ χαμηλότερη τάση τροφοδοσίας από εκείνη που προδιαγράφονται, και φυσικά δεν χρειάζεται ν' ανησυχεί κανείς μήπως πάθουν βλάβη. Ωστόσο, η υπέρβαση της ονομαστικής τάσης λειτουργίας μπορεί να έχει καταστρεπτικές συνέπειες, ακόμη και αν, η τάση τροφοδοσίας υπερβεί την ονομαστική τιμή μόλις κατά 15% στις περισσότερες περιπτώσεις. Παραδείγματα εξαρτημάτων που καταστρέφονται κάτω από τέτοιες συνθήκες είναι, διάφοροι τύποι μπαταριών, και η πολύ γνωστή σειρά ολοκληρωμένων κυκλωμάτων TTL-74xx.

Σε αρκετές περιπτώσεις, μπορούν να αποφευχθούν αυτοί οι κίνδυνοι, με τη βοήθεια ενός σταθεροποιητή τάσης, μεταξύ του τροφοδοτικού και του κυκλώματος ή του συστήματος που περιλαμβάνει ευαίσθητα εξαρτήματα. Όπως θα εκθεθεί αναλυτικά πιο κάτω, γι' αυτή την περίπτωση, μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο τύποι σταθεροποιητών.

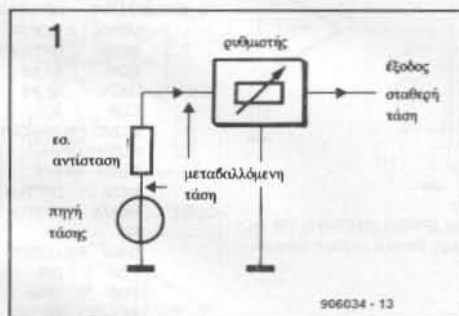
Τα περισσότερα ηλεκτρονικά κυκλώματα, τροφοδοτούνται με συνεχή τάση, αν και, αντλούν την απαιτούμενη ισχύ, από πηγές

εναλλασσομένου ρεύματος. Σε αρκετές περιπτώσεις η συνεχής τάση τροφοδοσίας είναι απαραίτητη να σταθεροποιηθεί (η σταθεροποίηση εναλλασσομένων τάσεων είναι αρκετά δύσκολο να γίνει με απλά μέσα).

Οι περισσότεροι γνωστοί σταθεροποιητές είναι της σειράς 78xx και 79xx. Η ευρεία χρήση τους οφείλεται στο ότι έχουν χαμηλό κόστος και είναι εξαιρετικά απλοί στη χρήση. Τα μόνα που απαιτούν είναι, ένας πυκνωτής απόξευξης στην είσοδο και την έξοδο, ένα μικρό ψύκτη και το σημαντικότερο, μια τάση εισόδου, που να είναι τουλάχιστο κατά 3V υψηλότερη από την απαιτούμενη τάση εξόδου αλλά όχι τόσο υψηλή που να υπερβαίνει την προδιαγραφη λειτουργίας (συνήθως μεταξύ 30 και 40V). Οι σταθεροποιητές αυτού του τύπου, διατίθενται στην αγορά, σε μεγάλη ποικιλία τάσεων εξόδου (τόσο θετικών όσο και αρνητικών) και σε διάφορα μεγέθη (για ρεύματα από 100 mA έως 2.5A).

Σταθεροποίηση σειράς

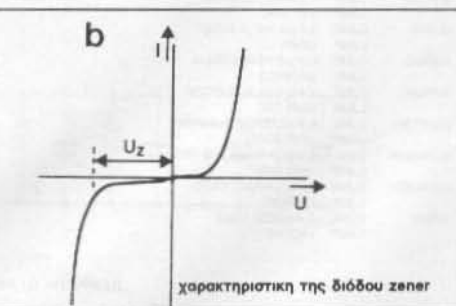
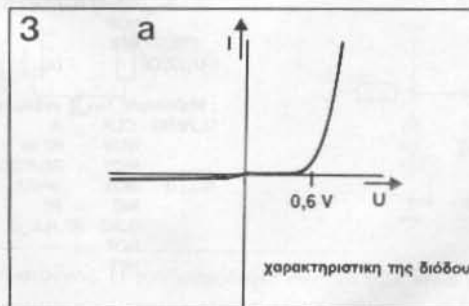
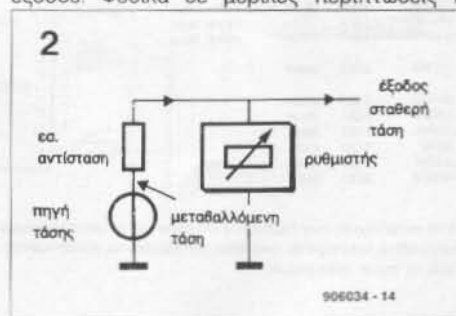
Το βασικό κύκλωμα που φαίνεται στο σχήμα 1 είναι ένας σταθεροποιητής σειράς. Το

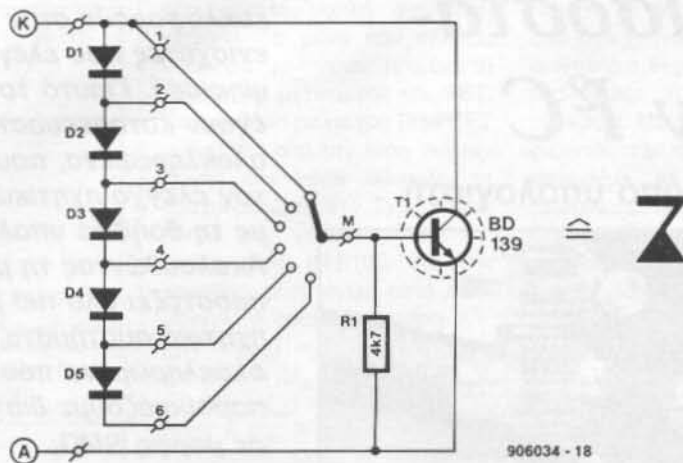


εξάρτημα που επιτελεί τη σταθεροποίηση, είναι στην ουσία μια αυτορυθμιζόμενη αντίσταση που συνδέεται μεταξύ της πηγής της τάσης (είσοδος) και του φορτίου (έξοδος) όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.

Στην πράξη, η αντίσταση αυτή υλοποιείται με ένα τρανζίστορ. Το εσωτερικό κύκλωμα, συγκρίνει την τάση εξόδου με μια τάση αναφοράς, και οδηγεί τη βάση του τρανζίστορ σειράς με τάση ανάλογη του αποτελέσματος της σύγκρισης.

Όταν η τάση εξόδου μειώνεται, η διαφορά της με την τάση αναφοράς μεγαλώνει, και έτσι το τρανζίστορ σειράς οδηγείται με μεγαλύτερο ρεύμα. Αυτό, έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της αντίστασης διελεύσεως και έτσι, το κύκλωμα αντιτίθεται στις μεταβολές της τάσεως εξόδου κρατώντας τη σταθερή. Ένας σταθεροποιητής σειράς που βασίζεται σε ολοκληρωμένο σταθεροποιητή τύπου 78xx ή 79xx, έχει τυπικά μια μεγάλη περιοχή ανεκτών τάσεων εισόδου και σταματά είτε με την τιμή που ορίζει ο κατασκευαστής σαν τάση αντοχής είτε ακόμη πιο χαμηλά, σε όριο που καθορίζεται από την κατανάλωση ισχύος πάνω στο εξάρτημα. Η ισχύς αυτή είναι το γινόμενο της πτώσης τάσης από την είσοδο στην έξοδο του σταθεροποιητή, επί το ρεύμα εξόδου. Φυσικά σε μερικές περιπτώσεις η





ελάχιστη πτώση τάσης εισόδου - εξόδου (3V) που απαιτείται για την ικανοποιητική λειτουργία του σταθεροποιητή, μπορεί να αποτελεί πρόβλημα. Σε τέτοια περίπτωση πρέπει να χρησιμοποιηθεί άλλος τύπος σταθεροποιητή.

Σταθεροποίηση παράλληλα

Σε ένα παράλληλο σταθεροποιητή, το βασικό κύκλωμα του οποίου φαίνεται στο σχήμα 2, το σταθεροποιητικό στοιχείο λειτουργεί με τέτοιο τρόπο ώστε, να συγκρατεί την τάση που εμφανίζεται στα άκρα του σε μια σταθερή τιμή. Η διόδος zener είναι ο πιο απλός τύπος παράλληλου σταθεροποιητή, αλλά και τα κυκλώματα με τρανζίστορ είναι επίσης συνήθη.

Η λειτουργία του παράλληλου σταθεροποιητή βασίζεται στην εσωτερική αντίσταση R_i της πηγής τάσης. Υποθέτοντας ότι η τάση της πηγής ανέρχεται σε τιμή μεγαλύτερη απ' αυτή που θέλουμε να τη συγκρατήσουμε, τότε η αντίσταση R_i συγκρατεί τη διαφορά. Θα μπορούσαμε λοιπόν να πούμε ότι, σε παρόμοια περίπτωση, ελαττώνεται η εσωτερική αντίσταση του παράλληλου σταθεροποιητή, και έτσι η πηγή "δλέπει" υψηλότερο φορτίο. Το αυξημένο ρεύμα που διαρρέει το σύστημα αντισταθμίζει μέσω της R_i την αύξηση της τάσης.

Ο παράλληλος σταθεροποιητής έχει σχετικά μικρό συντελεστή απόδοσης γιατί καταναλώνει μεγάλο ρεύμα, όταν η τάση εισόδου ξεπεράσει την τιμή στην οποία σταθεροποιεί. Το πλεονέκτημα που εμφανίζει είναι ότι, δεν υπάρχει πτώση τάσης μεταξύ της πηγής και του φορτίου.

Επιστρέφοντας για λίγο στο παράδειγμα των ηλιακών στοιχείων που αναφέρθηκε πιο πάνω, αποδεικνύεται ότι ένας σταθεροποιητής σειράς δεν θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί τόσο καλά σ' αυτή την εφαρμογή. Πράγματι η μέγιστη τάση εξόδου ενός ηλιακού στοιχείου σπάνια μπορεί να ανταπεξέλθει στην απαιτούμενη ελάχιστη τάση εισόδου ενός σταθεροποιητή σειράς (3V μεγαλύτερη από την τάση εξόδου) που χρησιμοποιείται επί παραδείγματι για τη φόρτιση ενός συσσωρευτή. Οι λόγοι, για τους οποίους πρέπει να χρησιμοποιηθεί παράλληλος σταθεροποιητής σ' αυτή την

εφαρμογή είναι μάλλον προφανείς.

Η διόδος zener

Η χαρακτηριστικές καμπύλες τάσεως - ρεύματος μιας κοινής διόδου, και μιας διόδου zener φαίνονται στα σχήματα 3a και 3b αντίστοιχα. Στην περίπτωση της κοινής διόδου το ρεύμα αυξάνεται απότομα όταν η τάση ορθής πολώσεως ξεπεράσει τα 0,6V περίπου. Όταν η τάση αναστραφεί η κοινή διόδος δεν άγει, και εμφανίζεται μόνον ένα πολύ μικρό αναστροφο ρεύμα λόγω διαρροής.

Η καμπύλη του σχήματος 3b, δείχνει ότι, η συμπεριφορά μιας διόδου zener σε ορθές τάσεις πολώσεως είναι παρόμοια με αυτή μιας κοινής διόδου. Όταν η τάση αναστρέφεται, το ρεύμα αρχικά παραμένει σε μικρές τιμές αλλά σε κάποια συγκεκριμένη τιμή τάσης, αυξάνεται απότομα. Η συγκεκριμένη αυτή τιμή τάσης χαρακτηρίζει τη διόδο zener και είναι εκείνη στην οποία το στοιχείο μπορεί να σταθεροποιηθεί. Φυσικά στην όλη διαδικασία υπάρχουν περιορισμοί που αφορούν το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να ανεχτεί μια διόδος zener πριν καταστραφεί.

Στην εφαρμογή των ηλιακών στοιχείων που προαναφέρθηκε, μια διόδος zener μπορεί να παρέχει ικανοποιητική προστασία έναντι υπερτάσεων στους συσσωρευτές, όταν υπάρχει μεγάλη ηλιοφάνεια. Η πράξη όμως αποδεικνύει ότι το θέμα απαιτεί μεγαλύτερη προσοχή.

Διόδος zener ισχύος

Είναι δυνατόν, η διόδος zener να μη μπορεί να ανταπεξέλθει στο ρεύμα που παρέχεται από τα ηλιακά στοιχεία, λόγω υπερθέρμανσης. Οι περισσότερες και πιο γνωστές διόδοι zener αντέχουν σε μεγάλη καταναλισκόμενη ισχύ 400mW ή 1,3W ενώ τύποι 5W είναι σπανιότεροι. Στοιχεία κατάλληλα για μεγαλύτερες ισχύες είναι πολύ σπάνια στην αγορά και έχουν μεγάλο κόστος. Αυτός είναι και ο λόγος, που καταφεύγει κανείς στη λύση της κατασκευής ενός κυκλώματος που εξομοιώνει τη λειτουργία παρόμοιων διόδων. Ένα ακόμη πλεονέκτημα του κυκλώματος αυτού είναι ότι δίνει τη δυνατότητα ρύθμισης της τάσης σταθεροποίησης.

Στο σχήμα 4 φαίνεται το βασικό κύκλωμα που

προσομοιώνει μια διόδο zener. Η βάση ενός τρανζίστορ μέσης ισχύος συνδέεται σε μια από τις ενδιάμεσες ενώσεις μιας σειράς από διόδους. Αφού μια κοινή διόδος πυριτίου αρχίζει να άγει, όταν η ορθή τάση πολώσεως υπερβεί τα 0,6V είναι δυνατόν με αυτό το κύκλωμα να καθορίσουμε την τάση στην οποία θα αρχίσει να άγει το τρανζίστορ, μέσω του περιστροφικού διακόπτη, σε θέματα των 0,6V. Όταν ο διακόπτης ρυθμιστεί στη θέση 1 το κύκλωμα προσομοιώνει μια διόδο zener 0,6V ή 3,6V όταν ο διακόπτης τεθεί στη θέση 6. Το μέγιστο ρεύμα είναι περίπου 1A σε όλες τις περιπτώσεις.

Στο σχήμα 5 φαίνεται ένα εναλλακτικό κύκλωμα, το οποίο παρέχει τη δυνατότητα συνεχούς μεταβολής της τάσης zener.

Η τάση βάσης - εκπομπού του τρανζίστορ T1 αυξάνεται ανάλογα με την αύξηση της τάσης του κυκλώματος. Όταν η τάση βάσης - εκπομπού φθάσει την τιμή εκείνη για την οποία το T1 αρχίζει να άγει, προκαλείται ταυτόχρονα και η αγωγιμότητα του T2 αφού η βάση του βρίσκεται σε αρνητικότερο δυναμικό απ' αυτό του εκπομπού. Όσο μεγαλύτερη είναι η τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του κυκλώματος, τόσο ισχυρότερα οδηγούνται τα T1 και T2, με άμεση συνέπεια την αύξηση του ρεύματος, η οποία τελικά αντισταθμίζει την πτώση τάσης.

Η βάση του T1 συνδέεται σε ένα διαιρέτη τάσης που αποτελείται από τις αντιστάσεις R_1 (άνω κλάδος) και R_2, P_1 (κάτω κλάδος) και έτσι, με κατάλληλο χειρισμό του P_1 είναι δυνατόν να καθοριστεί η επιθυμητή τάση zener του κυκλώματος. Με τις τιμές που φαίνονται στο σχέδιο, η ρύθμιση της τάσης zener μπορεί να γίνει στην περιοχή 2V-12V. Αν το τρανζίστορ T2 προσαρμοστεί πάνω σε ψύκτρα καταλλήλου μεγέθους, τότε το κύκλωμα μπορεί να ανταπεξέλθει σε ρεύμα διέλευσης μέχρι 1A. Η ισχύς του κυκλώματος μπορεί να αυξηθεί αν στην θέση του T2 τοποθετηθεί ένα τρανζίστορ τύπου TIP130. Σε αυτή την περίπτωση το ρεύμα διέλευσης μπορεί να φθάσει χωρίς κίνδυνο στα 8A. Σημειώνεται ότι η τροποποίηση αυτή αλλάζει ελαφρά την περιοχή ρύθμισης της zener που τώρα γίνεται 2,6V-12,6V.

