

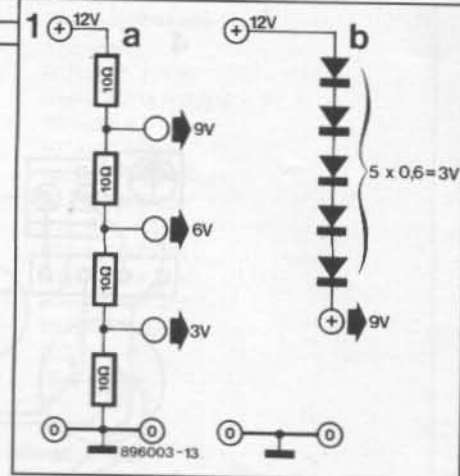
Ενεργοί διαιρέτες τάσης

Σε πολλές περιπτώσεις χρειαζόμαστε ένα κύκλωμα υποβιβασμού τάσης. Ας πάρουμε για παράδειγμα την τροφοδοσία ηλεκτρονικών συσκευών στο αυτοκίνητο. Η τάση στο αυτοκίνητο κυμαίνεται μεταξύ 12 και 15 V. Αυτό σημαίνει πως είναι αδύνατο να τροφοδοτήσουμε απευθείας πχ. ένα φορητό πικαπ CD (6 V) ή ένα μικρό ραδιοκασετόφωνο, που λειτουργεί στα 3 V. Η απλούστερη λύση θα ήταν να συνδέσουμε μία αντίσταση σε σειρά με το φορτίο. Η πτώση τάσης στην αντίσταση, πρέπει να είναι ίση με τη διαφορά της υπάρχουσας τάσης μείον την επιθυμητή τάση. Η πτώση τάσης στην αντίσταση υπολογίζεται από τον τύπο $V = I \cdot R$. Όπως βλέπετε, αυτή εξαρτάται από την ίδια την αντίσταση και από το ρεύμα που ζητά το φορτίο. Η λύση αυτή παρουσιάζει δυσκολίες, καθώς η τιμή της αντίστασης πρέπει να προσαρμόζεται ξεχωριστά σε κάθε φορτίο. Κάθε φορά που μεταβάλλεται το ρεύμα του φορτίου, αλλάζει η τάση τροφοδοσίας. Όπως θα δούμε παρακάτω, ένα δικτύωμα με περισσότερες αντιστάσεις φέρνει καλύτερα αποτελέσματα.

Διαιρέτες τάσης

Στο σχήμα 1α φαίνεται ένας διαιρέτης τάσης, που αποτελείται από τέσσερις αντιστάσεις 10 Ω. Η τάση 12 V στα άκρα του δικτύωματος διαιρείται από τις αντιστάσεις σε τέσσερα ίσα μέρη. Η πτώση τάσης σε κάθε αντίσταση ισούται με: $12 / 4 = 3$ V. Οι τάσεις εξόδου λαμβάνονται από τα κοινά σημεία σύνδεσης των αντιστάσεων, όπως φαίνεται στο σχήμα 1α. Ας δούμε τι θα συμβεί, αν συνδέσουμε στην έξοδο 6 V του διαιρέτη ένα μεγάλο φορτίο, πχ. ένα φορητό ραδιοκασετόφωνο με ισχυρό ενισχυτή και ενσωματωμένο πικαπ CD (6 V = 4 μεγάλες μπαταρίες 1,5 V). Όταν λειτουργεί μόνο το ραδιόφωνο, δεν πρέπει να υπάρχει πρόβλημα. Ίσως ο ήχος να μην ακούγεται καθαρά στην μεγάλη ένταση. Θέτοντας το CD σε λειτουργία, με μεγάλη πιθανότητα, το ηχοσύστημα θα σταματήσει να δουλεύει. Μόλις ενεργοποιήσουμε και το κασετόφωνο, το CD θα σταματήσει σίγουρα να λειτουργεί. Αν μετρήσουμε την τάση στην έξοδο 6 V του διαιρέτη τάσης, θα δούμε ότι είναι περ. 4,2 V (όταν το κασετόφωνο επιβαρύνει τον διαιρέτη τάσης με περ. 250 mA). Μειώνοντας την τιμή των αντιστάσεων του διαιρέτη τάσης (μικρ. από 10 Ω), σταθεροποιείται η τάση που παρέχεται στο

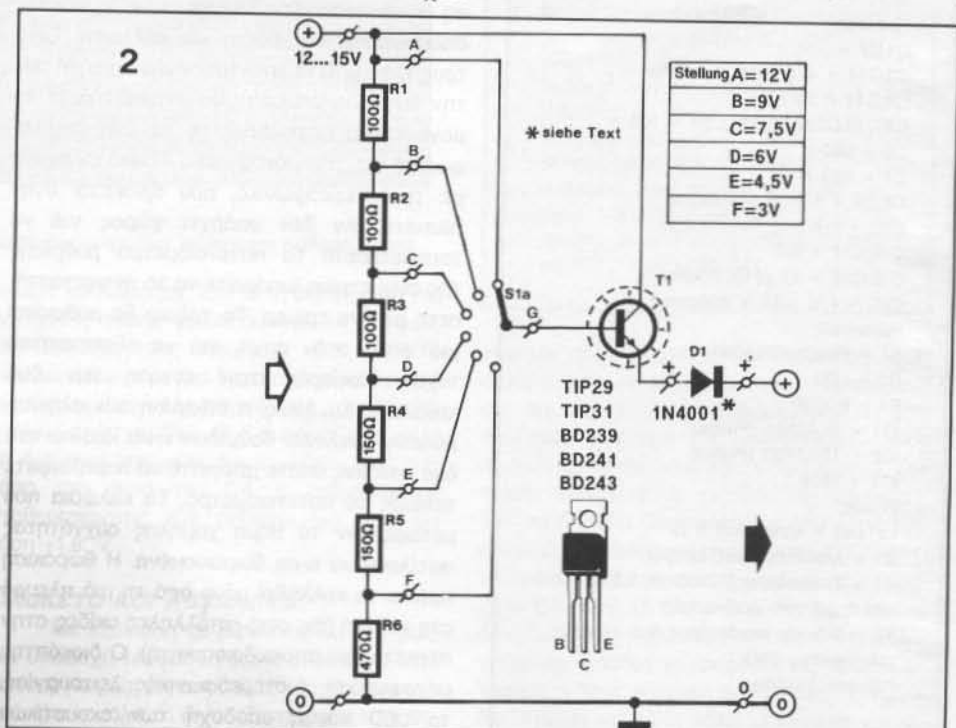
φορτίο αλλά αυξάνεται το ρεύμα μέσα από τον διαιρέτη. Εδώ φαίνεται το δεύτερο μειονέκτημα του παθητικού διαιρέτη τάσης. Ακόμα κι όταν ο διαιρέτης δεν είναι συνδεδεμένος στο φορτίο, καταναλώνει ισχύ. Το ρεύμα ηρεμίας, μέσα από την αντίσταση 10 Ω του σχήματος 1α, είναι 300 mA. Αυτό αντιστοιχεί σε απώλεια ισχύος 0,9 W πάνω σε κάθε αντίσταση. Η συνολική ισχύς που μετατρέπεται σε θερμότητα είναι 3,6 W. Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω, ο διαιρέτης τάσης του σχήματος 1α μπορεί να τροφοδοτήσει συσκευές που απαιτούν μέχρι 100 mA. Οι αντιστάσεις πρέπει να είναι 10 Ω/1 W. Το κύκλωμα με τις διόδους (σχήμα 1b) αποτελεί την εναλλακτική λύση, στη θέση του διαιρέτη τάσης με αντιστάσεις. Οι διόδοι συνδέονται σε σειρά με το φορτίο, στη θέση της αντίστασης περιορισμού. Η πτώση τάσης στα άκρα κάθε διόδου είναι περ. ίση με 0,6 V. Η τιμή αυτή είναι ανεξάρτητη από το φορτίο. Συνδέοντας 5 διόδους σε σειρά, η τάση μειώνεται κατά 3 V (πχ. από τα 12 V γίνεται 9 V). Θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε μία διόδο Zener 3 V, αλλά οι απλές διόδοι πυρηντίου είναι φτηνότερες και βρίσκονται εύκολα παντού. Ταυτόχρονα, η ισχύς απωλειών μοιράζεται ισόποσα σε πολλές διόδους (σε κάθε διόδο: 0,6 V επί το ρεύμα του φορτίου). Οι διόδοι 1N4001 αντέχουν



μέχρι 1 A ενώ οι 1N5401 μπορούν να χειριστούν μέχρι 3 A. Σε σύγκριση με τον διαιρέτη τάσης που χρησιμοποιεί αντιστάσεις, οι διόδοι δεν διαρρέονται από ρεύμα, όταν δεν υπάρχει συνδεδεμένο φορτίο. Το ρεύμα μέσα από τις διόδους είναι ίδιο με το ρεύμα του φορτίου.

Κύκλωμα κοινού συλλέκτη.

Γιά να μειώσουμε το ρεύμα ηρεμίας στον διαιρέτη τάσης με αντιστάσεις, μπορούμε να αυξήσουμε την τιμή των αντιστάσεων. Μ' αυτόν όμως τον τρόπο μειώνεται το ρεύμα που μπορεί να προσφέρει ο διαιρέτης στο φορτίο. Η λύση είναι να χρησιμοποιήσουμε το ενεργό κύκλωμα του σχήματος 2. Οι τιμές των αντιστάσεων έχουν διαλεχτεί έτσι ώστε, με ένα μόνο περιστροφικό διακόπτη να επιλέγουμε τις συνηθέστερες τάσεις, που μπορούν να δώσουν οι μπαταρίες. Η συνολική αντίσταση του διαιρέτη είναι περίπου 1 KΩ,



με αποτέλεσμα το ρεύμα ηρεμίας να κυμαίνεται μεταξύ 12 και 15 mA. Το τρανζίστορ T1 χρησιμεύει σαν ενισχυτής ρεύματος. Το ρεύμα βάσης είναι τόσο μικρό, που στην πράξη δεν επηρεάζει τον διαιρέτη τάσης. Έτσι, η τάση στη βάση του τρανζίστορ μένει ανεπηρέαστη από το φορτίο. Ανάμεσα στη βάση και τον εκπομπό δημιουργείται μιά διόδος (δίοδος βάσης - εκπομπού). Η τάση στον εκπομπό είναι σταθεροποιημένη και κατά 0,6 V μικρότερη από την τάση στη βάση. Το φορτίο συνδέεται, μέσω της διόδου D1, με τον εκπομπό. Η διόδος εξασφαλίζει ότι, σε καμία περίπτωση δεν θα υπάρξει αναστροφή ροής ρεύματος, από το φορτίο στο τρανζίστορ. Οι τύποι των τρανζίστορ, που δίδονται στο σχήμα 2, είναι κατάλληλοι για ρεύμα εξόδου μέχρι 1 A. Το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να χειριστεί το τρανζίστορ δεν αποτελεί πρόβλημα. Αντίθετα, σημαντικότερη είναι η ισχύς απωλειών, που οφείλεται στην πτώση τάσης πάνω στο τρανζίστορ. Αν πολλαπλασιάσουμε την τάση συλλέκτη - εκπομπού (U_{ce}) με το ρεύμα εξόδου, φτάνουμε γρήγορα σε μερικά Watt.

Ρυθμιζόμενος σταθεροποιητής τάσης.

Οι ολοκληρωμένοι σταθεροποιητές τάσης δεν κοστίζουν περισσότερο από ένα τρανζίστορ ισχύος. Σε σύγκριση με το κύκλωμα του τρανζίστορ στο σχήμα 2, η χρήση του ολοκληρωμένου σταθεροποιητή (σχήμα 3) έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Η τάση εξόδου είναι ανεπηρέαστη από τις μεταβολές της τάσης εισόδου (πχ. της στάθμης της μπαταρίας του αυτοκινήτου).

- Η τάση εξόδου δεν μεταβάλλεται από

το φορτίο.

- Το κύκλωμα προστατεύεται από βραχυκυκλώματα στην έξοδο.

Γιά να αναλύσουμε τη λειτουργία του κυκλώματος, ας δεχθούμε ότι ο διακόπτης βρίσκεται στη θέση 3 V, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το ολοκληρωμένο σταθεροποιεί την τάση μεταξύ των ακροδεκτών 2 και 3 στα 1,25 V. Έτσι, γιά την τάση εξόδου έχουμε: $U_{out} = 1,25 (R1+R2)/R1$ (V) Περιοστρέφοντας το διακόπτη στην αμέσως επόμενη θέση (τάση εξόδου = 4,5 V), η R3 τοποθετείται σε σειρά με την R2, με αποτέλεσμα να έχουμε: $U_{out} = 1,25 (R1+R2+R3)/R1$ (V) κλπ. μέχρι να αθροιστούν όλες οι αντιστάσεις στον αριθμητή του κλάσματος. Αν δεν σας απασχολεί τόσο η ακρίβεια των τάσεων εξόδου, μπορείτε να τοποθετήσετε κοινές αντιστάσεις με παραπλήσιες τιμές, από τη σειρά E12. Το μέγιστο ρεύμα εξόδου που μπορεί να χειριστεί το κύκλωμα, είναι 1 A. Η ισχύς απωλειών προκαλεί θέρμανση του ολοκληρωμένου. Μόλις η θερμοκρασία υπερβεί το όριο, η βαθμίδα προστασίας μέσα στο LM317T διακόπτει την τάση εξόδου. Γιά να αποδώσει το κύκλωμα στις χαμηλές τάσεις εξόδου (= μεγάλη ισχύς απωλειών), το ολοκληρωμένο πρέπει να τοποθετηθεί πάνω σε ψύκτη. Έτσι, αυξάνεται το ρεύμα εξόδου που μπορεί να χειριστεί ο σταθεροποιητής. Τα γραμμικά κυκλώματα υποβιβασμού της τάσης παρουσιάζουν απώλειες. Γιά να ελαττώσουμε την ισχύ απωλειών, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε παλμοτροφοδοτικά. Αυτά είναι περίπλοκα κυκλώματα, που ξεφεύγουν από το χαρακτήρα του άρθρου.

3

