



Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχ. & Μηχ. Η/Υ

Ηλεκτρονικά Ισχύος

Μάθημα 2^ο

Σύγκριση με άλλες λύσεις, απώλειες,
επανάληψη σε Μέση – RMS τιμή



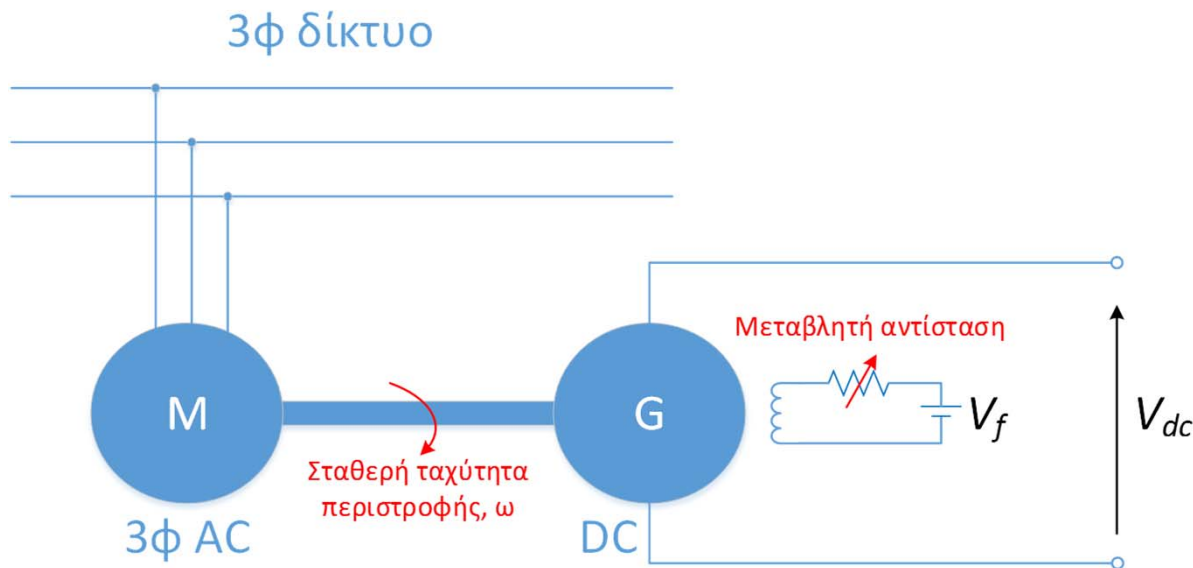
Γιώργος Ορφανουδάκης



Περιεχόμενα μαθήματος

- 1) Σε τι υπερέχουν οι μετατροπείς με ηλ. ισχύος σε σχέση με άλλες λύσεις;
 - Μετατροπή 3φ AC σε ελεγχόμενο DC
 - Υποβιβασμός DC τάσης
 - Έλεγχος ροής αντλίας
- 2) Τύποι απωλειών σε μετατροπείς με ηλ. ισχύος
 - Απώλειες κατά την αγωγή
 - Διακοπτικές απώλειες
- 3) Επανάληψη σε Μέση – RMS τιμή περιοδικής κυματομορφής

Μετατροπή 3φ AC σε ελεγχόμενο DC



Ηλεκτρομηχανικός μετατροπέας:

- 3φ μηχανή AC σε λειτουργία κινητήρα
- DC μηχανή σε λειτουργία γεννήτριας
- Περίπου σταθερή ταχύτητα περιστροφής του (κοινού) άξονα
- Μεταβλητή αντίσταση για ρύθμιση του ρεύματος διέγερσης, I_f
- Ρύθμιση της τάσης εξόδου, V_{dc} , μέσω της $E_a = K I_f \omega$
- Αντιστροφή πολικότητας της V_{dc} με αντιστροφή της τάσης διέγερσης, V_f

Μετατροπή 3φ AC σε ελεγχόμενο DC (2)



■ Μειονεκτήματα

- Μεγάλος όγκος και βάρος
- Υψηλό κόστος
- Υψηλά επίπεδα θορύβου και μηχανικών δονήσεων
- Υψηλές απαιτήσεις συντήρησης λόγω κινητών μερών
- Πολύ υψηλές απώλειες / χαμηλή απόδοση (< 70%)
- Μη ικανοποιητική δυναμική συμπεριφορά, λόγω μεγάλης ροπής αδράνειας των στρεφόμενων μαζών

■ Λύσεις με ηλ. ισχύος:

- Ελεγχόμενος τριφασικός ανορθωτής
- ΑΜ/Σ + Τριφασικός ανορθωτής με διόδους

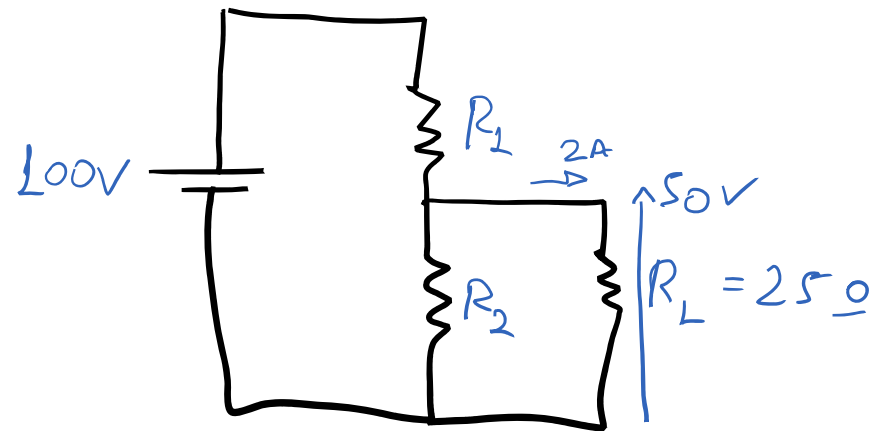
Υποβιβασμός DC τάσης

Σκοπός:

- Υποβιβασμός 100V σε 50V
- Παροχή ρεύματος 2A σε ωμικό φορτίο
- Άρα $R_L = 50/2 = 25\Omega$, $P_L = 100W$

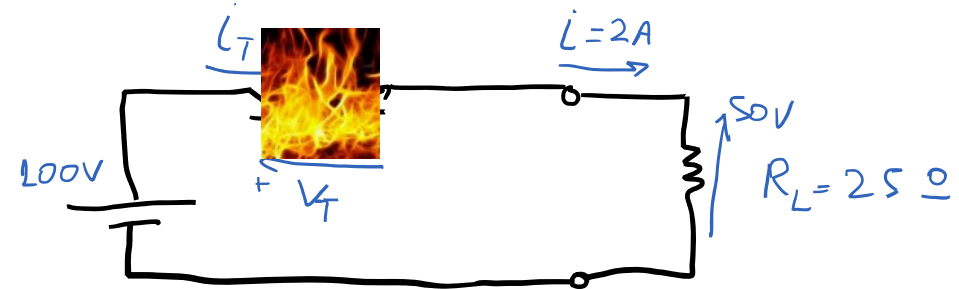
- Λύση 1: Διαιρέτης τάσης

- Η R_2 μπορεί να παραλειφθεί
- Η R_1 θα πρέπει να είναι 25Ω
- Απώλειες στην R_1 : $P_{\text{loss}} = 100W$
- Απόδοση: 50%



Υποβιβασμός DC τάσης (2)

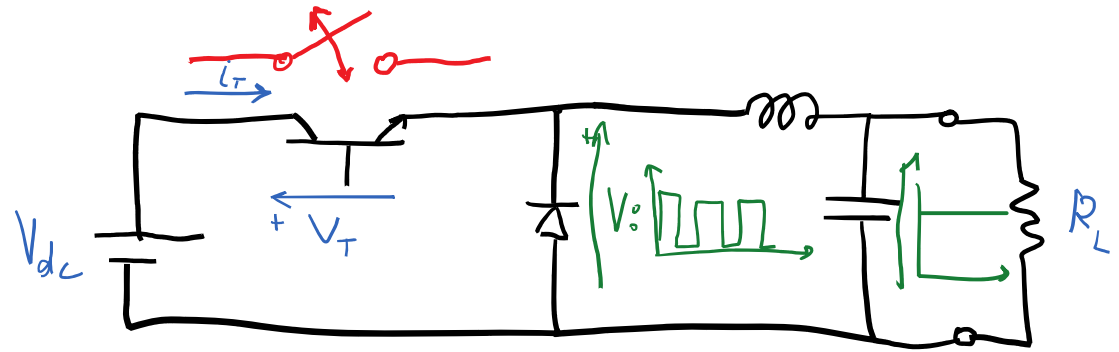
- Λύση 2: Με transistor στην περιοχή ενίσχυσης
- Ισοδύναμη αντίσταση transistor, R_T :
 - Περιοχή Αποκοπής: $R_T \approx \infty$
 - Περιοχή Κορεσμού: $R_T \approx 0$
 - Περιοχή Ενίσχυσης: ?
- Προκειμένου το φορτίο να λαμβάνει 50V, πρέπει η πτώση τάσης V_T στο transistor να είναι επίσης 50V
 - Άρα, $R_T = V_T / I_T = 25\Omega$
 - Ίση με το προηγούμενο παράδειγμα
 - Απώλειες 100W στο transistor!



- Μειονεκτήματα λόγω υψηλών απωλειών:
 - Χάνεται ισχύς που θα ήταν χρήσιμη για το φορτίο στην έξοδο
 - Εκλύεται θερμότητα, συνεπώς απαιτούνται μεγαλύτερα συστήματα ψύξης

Υποβιβασμός DC τάσης (3)

- Λύση 3: Με transistor στην περιοχή αποκοπής και κορεσμού (με διακοπτική λειτουργία)
- Περιοχή αποκοπής:
 - $V_T = V_{dc} > 0$
 - $I_T = 0$
 - $P_{loss,T} = V_T \times I_T = V_{dc} \times 0 = 0$
- Περιοχή κορεσμού:
 - $V_T \approx 0$ (πολύ χαμηλό: 1-3V)
 - $I_T > 0$
 - $P_{loss,T} = V_T \times I_T$ (πολύ χαμηλές)
- Άρα και στις δύο αυτές περιοχές, οι απώλειες στο transistor είναι πολύ χαμηλές!



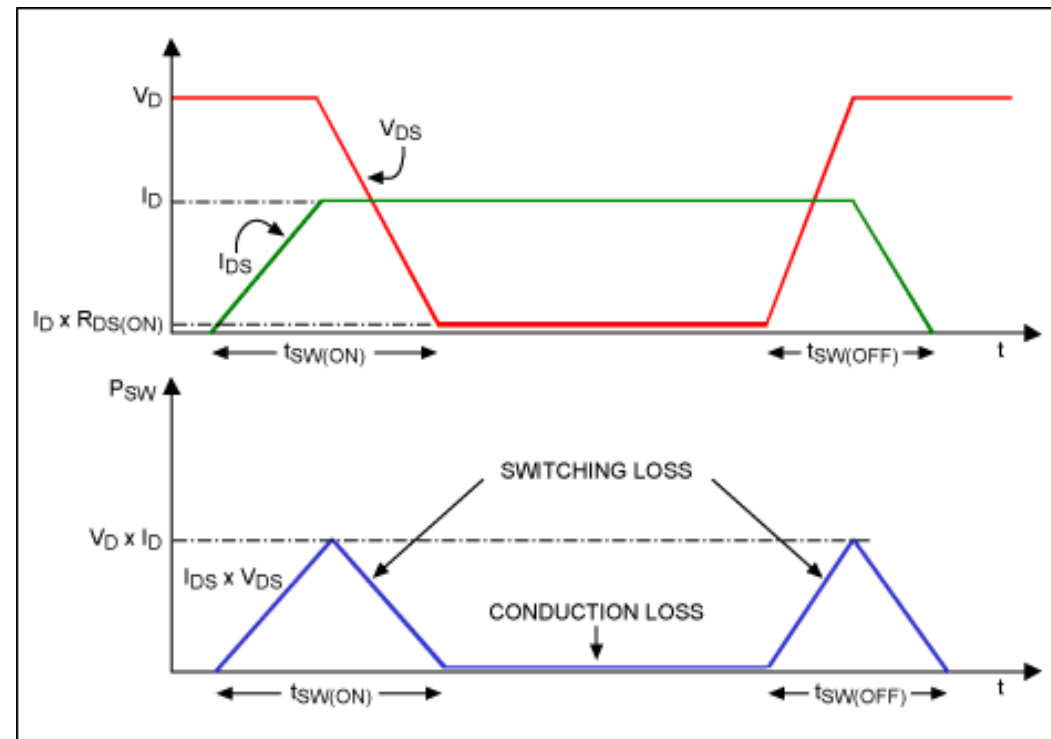
Τύποι απωλειών σε διακοπτικούς μετατροπείς

■ Διακοπτικές απώλειες (switching losses):

- Η τάση και το ρεύμα του transistor δεν μεταβάλλονται στιγμιαία – απαιτούνται χρόνοι t_{on} (έναυση) και t_{off} (σβέση)
- Άρα εμφανίζονται απώλειες κατά τη μετάβαση από την περιοχή αποκοπής στην περιοχή κορεσμού και αντίστροφα
- Οι διακοπτικές απώλειες, P_{sw} είναι ανάλογες της διακοπτικής συχνότητας, f_{fw} !
- $P_{sw} = V_{dc} \times I_T \times f_{sw} \times (t_{on} + t_{off})/2$

■ Απώλειες κατά την αγωγή (conduction losses):

- $V_{T,on} \approx 0$, αλλά μη μηδενικό
- $P_c = V_{T,on} \times I_T \times f_{sw} \times t_{on}$
- Ανεξάρτητες της διακοπτικής συχνότητας, διότι το t_{on} σχετίζεται με το f_{sw}



Μέση – RMS τιμή περιοδικής κυματομορφής

- Περιοδική συνάρτηση $x(t)$ / $x(\theta)$
- Περίοδος: T / 2π

- Μέση τιμή:
$$\bar{X} = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} x(\theta) d\theta$$

- RMS τιμή:
$$X_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x^2(t) dt} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} x^2(\theta) d\theta}$$

Σχετικό υλικό

- Από το βιβλίο «Ηλεκτρονικά Ισχύος», Ι. Κιοσκερίδη, εκδ. Τζιόλα, 2^η έκδοση
 - Κεφάλαιο 1
 - Κεφάλαιο 8, παράγραφοι 8.1 – 8.2
- Από τις «Σημειώσεις» στο eClass
 - Κεφάλαιο 1