

Χρήσιμες έννοιες/ορισμοί

Στιγμιαία τιμή: $v(t) = \sqrt{2}V_s \cos \omega t$

Στιγμιαία ισχύς: $p(t) = v(t) \cdot i(t)$

Μέση τιμή: $\bar{V} = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) dt$

Ενεργός ισχύς: $P = \bar{P} = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt$

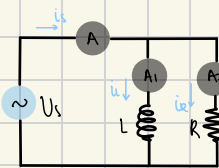
Ενεργός ή ενδεικνύμενη (RMS) τιμή: $I_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt}$

Συντελεστής ισχύος: $\lambda = \frac{P}{S}$

Μετασχηματισμός Fourier: $f(t) = \frac{1}{2}a_0 + \sum_{h=1}^{\infty} \{a_h \cos(h\omega t) + b_h \sin(h\omega t)\}$

Πλάτος αρμονικών: $a_h = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \cos(h\omega t) d\omega t$ $b_h = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \sin(h\omega t) d\omega t$

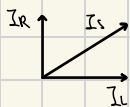
ωμικό φορτίο: $P = \frac{1}{T} \int_0^T R \cdot i^2(t) dt = R \cdot \frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt = R \cdot I_{rms}$



$$A1: 6A \quad U_s = \hat{V} \cdot \cos(\omega t)$$

$$A2: 8A \quad i_R = \frac{U_s}{R} = \frac{\hat{V}}{R} \cdot \cos(\omega t)$$

$$i_L = L \cdot \frac{di_s}{dt} \Rightarrow di_s = \frac{1}{\omega L} \cdot U_s \cdot d(\omega t) \Rightarrow i_L(\omega t) = \frac{1}{\omega L} \cdot \hat{V} \cdot \sin(\omega t)$$



$$\Rightarrow I_S = \sqrt{I_R^2 + I_L^2}$$



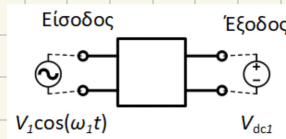
Antopoulos - lecture 2

Παράδειγμα 1

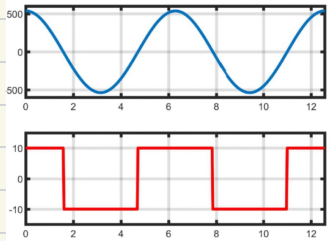
$$V_{ac,RMS} = 380 \text{ V} \Rightarrow v_{ac}(\omega t) = \sqrt{2} \cdot 380 \cos \omega t$$

$$I_{dc} = 10 \text{ A}$$

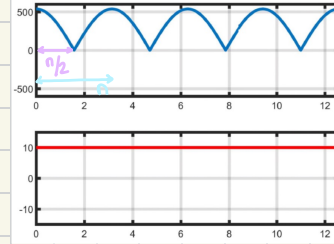
$$P_{\text{εξόδου}}, I_{ac,RMS}, P_{\text{εισόδου}}, I_{ac,1}, Q_1, \lambda ?$$



είσοδος: (ac)



έξοδος: (dc)



→ τάση

→ ρεύμα

Ενεργός ισχύς εξόδου - P_{dc} :

$$P_{dc} = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) \cdot i(t) dt = 10 \cdot 380 \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{1}{\eta/2} \int_0^{\eta/2} \cos(\omega t) d(\omega t) = 3,42 \text{ kW}$$

Ενεργός τιμή ρεύματος εξόδου - $I_{ac,rms}$:

$$I_{ac}(t) = \begin{cases} 10, & 0 < \omega t < \eta/2 \\ -10, & \eta/2 < \omega t < 3\eta/2 \\ 10, & 3\eta/2 < \omega t < 2\pi \end{cases} \quad I_{ac,rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt} = 10 \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T dt} = 10 \text{ A}$$

Πρώτη αρμονική ρεύματος εισόδου - $I_{ac,1}$:

μετασχηματισμός Fourier: $I_{ac}(t) = \frac{1}{2} a_0 + \sum [a_n \cos(n\omega t) + b_n \sin(n\omega t)]$

μέση τιμή σήματος: $a_0 = 0$

ημιτονοειδείς όροι: I_{ac} άρτιο $\Rightarrow b_n = 0$

συνημιτονοειδείς όροι:

$a_0 = 0$ (μέση τιμή)

$$a_n = \frac{4}{T} \int_0^{T/2} I_{ac}(t) \cdot \cos(n\omega t) dt = \frac{4 \cdot 10}{2\pi} \left[\int_0^{\eta/2} \cos(n\omega t) dt - \int_{\eta/2}^{\pi} \cos(n\omega t) dt \right] = \frac{2}{\pi n} \cdot 10 \left\{ \left[\sin t \right]_0^{\eta/2} - \left[\sin t \right]_{\eta/2}^{\pi} \right\}$$

$$a_n = \frac{40}{\pi n} \cdot \sin\left(\frac{n\eta}{2}\right) = \begin{cases} (-1)^k \frac{40}{\pi n}, & n = 2k+1 \\ 0, & n = 2k \end{cases} \rightarrow I_{ac,1} = \frac{40}{\pi} \text{ A}$$

$$\Rightarrow I_{ac,rms} = \frac{I_{ac,1}}{\sqrt{2}} = 9 \text{ A}$$

Ενεργός ισχύς εισόδου - P_{ac} :

$$P_{εισόδου} = P_{εξόδου} \Rightarrow P_{ac} = P_{dc}$$

$$\left. \begin{aligned} u_{ac1}(t) &= \sqrt{2} \cdot 380 \cdot \cos(\omega t) \\ i_{ac1}(t) &= \frac{40}{\sqrt{2}} \cdot \cos(\omega t) \end{aligned} \right\} \varphi_1 = 0 \Rightarrow \cos \varphi_1 = 1$$

$$P_{ac} = V_{ac1,rms} \cdot I_{ac1,rms} \cdot \cos \varphi_1 = \frac{380\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{40}{\sqrt{2}} = 380 \cdot 9 = 3,42 \text{ kW}$$

Φαινόμενη ισχύς - S : $\rightarrow$ συνολική ισχύς που κυκλοφορεί

$$S = V_{ac,rms} \cdot I_{ac,rms} = 380 \cdot 10 = 3,8 \text{ kVA}$$

Αεργός ισχύς - Q_1 : $Q_1 = V_{ac1,rms} \cdot I_{ac1,rms} \cdot \sin \varphi_1 = 0 \text{ VAR}$

Συντελεστής ισχύος - λ : $\lambda = \frac{P_{εξ}}{S} = \frac{3,42}{3,8} = 0,9 \neq \cos \varphi_1$ αρμονικές $> 1 \rightarrow$ παραμόρ

Ισχύς παραμόρφωσης - D : $D = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2} = \sqrt{3,8^2 - 3,42^2 - 0} = 1,66 \text{ kVA} \rightarrow \mu\eta \text{ ενεργός}$

Παράδειγμα 2

$$v(\omega t) = 42 \cos \omega t + 5 \cos(3\omega t - 20^\circ) + 9 \cos(7\omega t + 47^\circ)$$

$$i(\omega t) = 5 \cos(\omega t - \frac{\pi}{6}) + 2 \cos(5\omega t - \frac{2\pi}{3})$$

$$V_{RMS}, I_{RMS}, P, Q, S, \lambda ?$$

αρμονικές: $V_1=42V, V_2=5V, V_3=9V$

αρμονικές: $I_1=5A, I_2=2A$

$$\varphi_1 = \varphi(V_1) - \varphi(I_1) = \pi/6$$

$$V_{rms} = \sqrt{2 V_{i,rms}^2} = \sqrt{2 \left(\frac{V_i}{\sqrt{2}} \right)^2} = \sqrt{\frac{V_1^2}{2} + \frac{V_2^2}{2} + \frac{V_3^2}{2}} = 30,6V$$

$$I_{rms} = \sqrt{2 I_{i,rms}^2} = \sqrt{2 \left(\frac{I_i}{\sqrt{2}} \right)^2} = 3,8A$$

$$P = V_{1,rms} \cdot I_{1,rms} \cdot \cos \varphi_1 = \frac{42}{\sqrt{2}} \cdot \frac{5}{\sqrt{2}} \cdot \cos \frac{\pi}{6} = 90,9W$$

$$Q = V_{2,rms} \cdot I_{1,rms} \cdot \sin \varphi_1 = \frac{42}{\sqrt{2}} \cdot \frac{5}{\sqrt{2}} \cdot \sin \frac{\pi}{6} = 52,5VAR$$

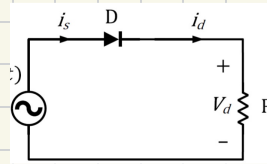
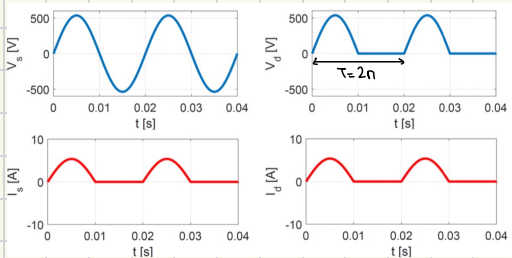
$$S = V_{rms} \cdot I_{rms} = 116,3 VA$$

$$\lambda = \frac{P}{S} = 0,78 \neq \cos \varphi_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$D = \sqrt{S^2 - P^2} = 50 VA$$

Antopoulos - lecture 3

Κυκλώματα με διόδους



$$v_s(\omega t) = \sqrt{2} \cdot V_s \cdot \sin(\omega t)$$

$$v_d(t) = \begin{cases} v_s(t), & 0 < t < \tau/2 \\ 0, & \tau/2 < t < \tau \end{cases}$$

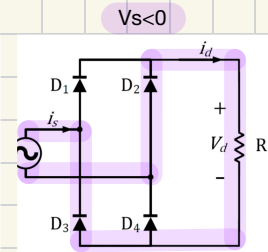
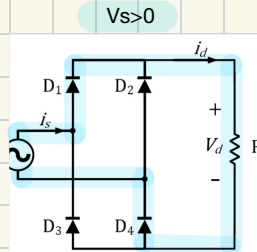
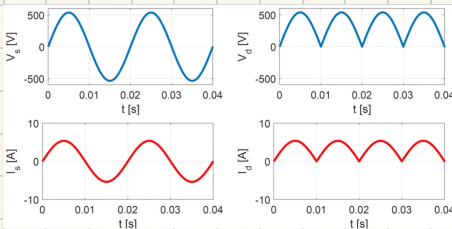
$$\bar{V}_d = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} v_d(t) dt = \frac{1}{2n} \int_0^n \sqrt{2} \cdot V_s \cdot \sin(\omega t) dt = \frac{\sqrt{2} \cdot V_s}{n}$$

$$\bar{I}_d = \frac{\bar{V}_d}{R} = \frac{\sqrt{2} \cdot V_s}{nR}$$

$$I_{s,rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt} = \sqrt{\frac{1}{2n} \int_0^n \left(\frac{\sqrt{2} \cdot V_s \cdot \sin(\omega t)}{R} \right)^2 dt} = \frac{\sqrt{2} \cdot V_s}{2R}$$

$$\hat{I}_s = \frac{\hat{V}_s}{R} = \frac{\sqrt{2} \cdot V_s}{R} \Rightarrow \frac{\hat{I}_s}{\sqrt{2}} \neq I_{s,rms}$$

Ανορθωτής διόδων πλήρους γέφυρας



$$v_s = \sqrt{2} \cdot V_s \cdot \sin(\omega t), \quad 0 < \omega t < \pi$$

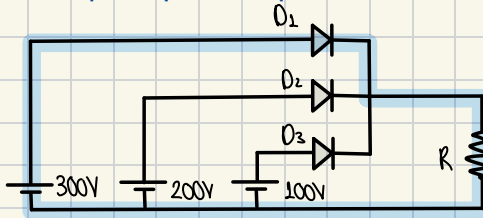
$$v_d = \sqrt{2} \cdot V_s \cdot \sin(\omega t), \quad 0 < \omega t < \pi/2$$

$$\bar{V}_d = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} v_d(t) dt = \frac{1}{n} \int_0^n \sqrt{2} \cdot V_s \cdot \sin(\omega t) dt = \frac{2\sqrt{2}}{n} V_s$$

$$\bar{I}_d = \frac{\bar{V}_d}{R} = \frac{2\sqrt{2}}{nR} V_s = \frac{2\sqrt{2}}{n} I_s$$

ισχύς στην πλευρά συνεχούς ρεύματος: $P_{dc} = P_{ac} = V_s I_s \cos 0 = V_s I_s$

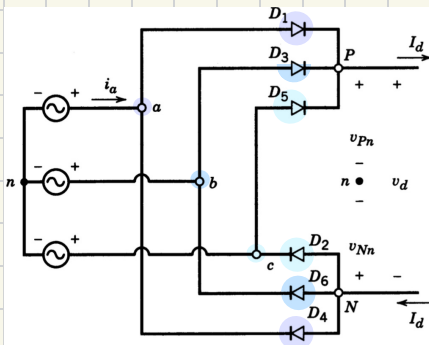
Συνδεσμολογία κοινής καθόδου



$$V_0 = 300V$$

Άγει μόνο η διαίοδος με την μεγαλύτερη τάση ανόδου

Τριφασικός ανορθωτής διόδων πλήρους γέφυρας



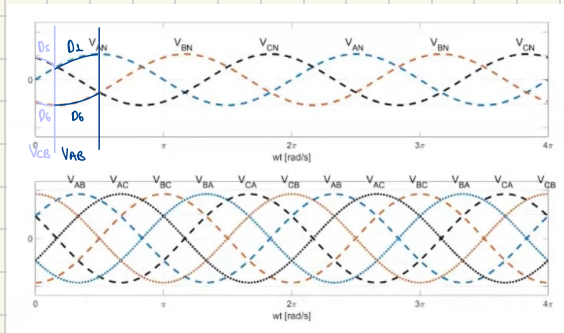
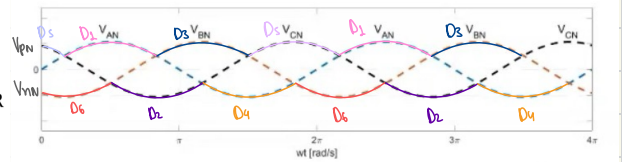
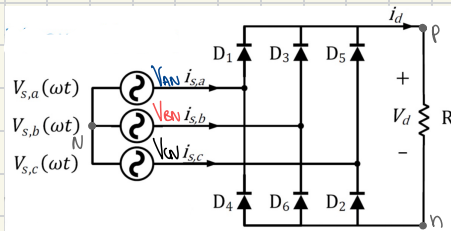
Πάνω ομάδα

- Συνδεσμολογία κοινής καθόδου
- Άγει η διαίοδος με το υψηλότερο δυναμικό στην άνοδό της

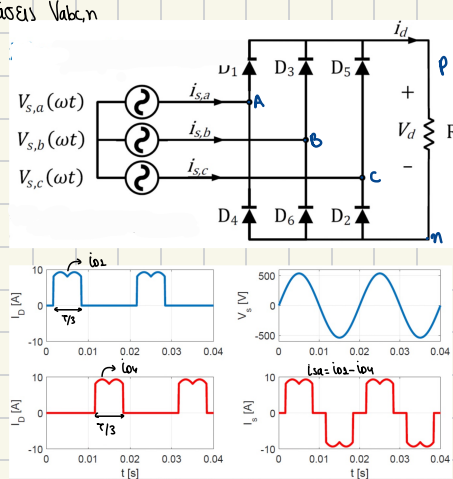
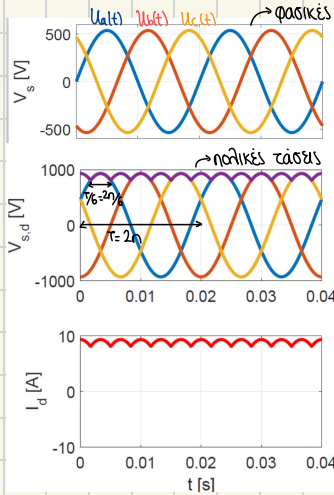
Κάτω ομάδα

- Συνδεσμολογία κοινής ανόδου
- Άγει η διαίοδος με το χαμηλότερο δυναμικό στην κάθοδό της

Δεν άγουν ταυτόχρονα: D1-D4, D3-D6, D5-D2



Τριφασικός ανορθωτής διόδων πλήρους γέφυρας

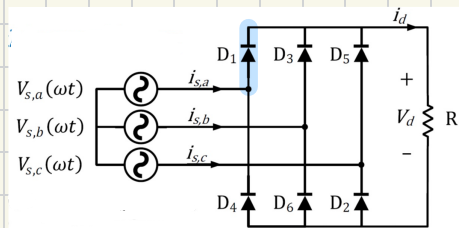


V_s : φασική τάση rms
 $V_s = \sqrt{2} \cdot V_s$
 $V_u = \sqrt{3} V_s$: ολική τάση rms

$$\left. \begin{aligned} u_{AN} &= \sqrt{2} V_s \sin(\omega t) \\ u_{BN} &= \sqrt{2} V_s \sin(\omega t - 2\pi/3) \\ u_{CN} &= \sqrt{2} V_s \sin(\omega t - 4\pi/3) \end{aligned} \right\} \begin{aligned} u_{ce} &= u_{cn} - u_{an} = \sqrt{3} \cdot \sqrt{2} V_s \sin(\omega t + \pi/2) = \sqrt{2} V_u \cos(\omega t) \\ V_u &= \sqrt{3} V_s \\ u_d(t) &= \sqrt{2} V_u \cos(\omega t) \quad , -\pi/6 < \omega t < \pi/6 \quad (\text{άρεο}) \end{aligned}$$

$$\bar{V}_d = \frac{1}{T} \int_0^T u_d(t) dt = \frac{1}{2\pi/6} \cdot \int_{-\pi/6}^{\pi/6} \sqrt{2} V_u \cos(\omega t) \cdot d(\omega t) = \frac{1}{\pi/6} \int_{-\pi/6}^{\pi/6} \sqrt{2} V_u \cos(\omega t) d(\omega t) = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} V_u$$

Εφαρμογή

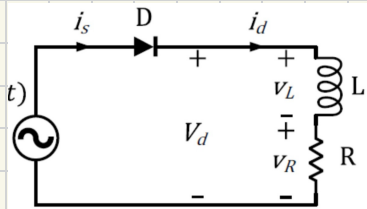
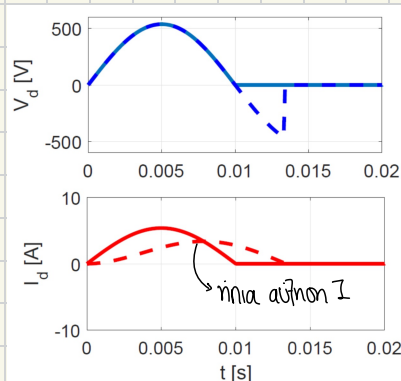


Αν η ενεργός πολική τάση εισόδου είναι 380V, τότε η μέγιστη ανάστροφη πόλωση στην οποία υπόκειται μια δίοδος είναι:

$$V_u \cdot \sqrt{2} = 380 \cdot \sqrt{2} = 537,4 \text{ V}$$

$$V_{o1} = V_B - V_A = V_{BA} = V_u \rightarrow V_{o1, \max} = V_{u, \max} = V_u \cdot \sqrt{2}$$

Επίδραση φορτίου στη λειτουργία του κυκλώματος

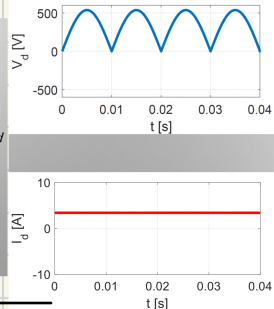
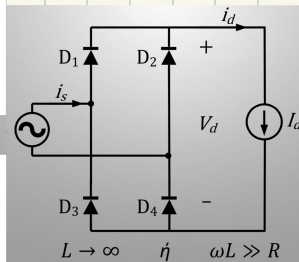
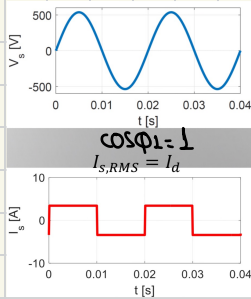


$$V_s(\omega t) = \sqrt{2} \cdot V_s \cdot \sin(\omega t)$$

$$u_d(t) = u_L(t) + u_R(t) = R i_d(t) + L \frac{di_d(t)}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{di_d(t)}{dt} + \frac{R}{L} i_d(t) = \frac{1}{L} u_d(t) = \frac{\sqrt{2}}{L} V_s \cdot \sin(\omega t)$$

→ μεγάλη αυτεπαγωγή



$$I_s = \begin{cases} I_d, & 0 < t < \tau/2 \\ -I_d, & \tau/2 < t < \tau \end{cases} \Rightarrow I_{s,rms} = \sqrt{\frac{1}{\tau} \int_0^\tau I_d^2 dt} = I_d$$

$$P_{dc} = \frac{1}{\tau} \int_0^\tau u(t) i(t) dt = I_d \cdot \frac{1}{\tau} \int_0^\tau u_d(t) dt = I_d \cdot \bar{V}_d = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} V_s I_d$$

$$S = V_s \cdot I_{s,rms}$$

$$P_{ac} = V_{s,rms} \cdot I_{s,rms} \cdot \cos\phi_1 = V_s \cdot I_{s,rms}$$

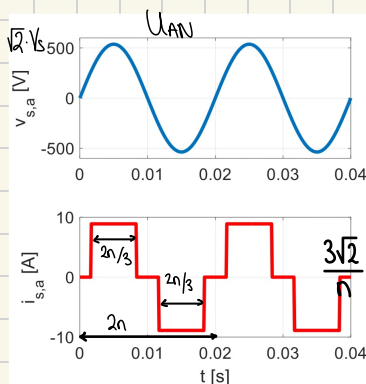
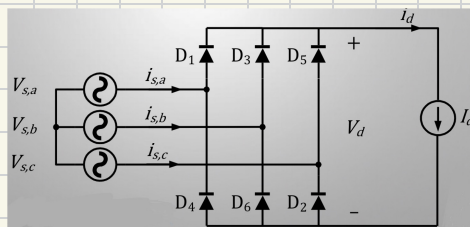
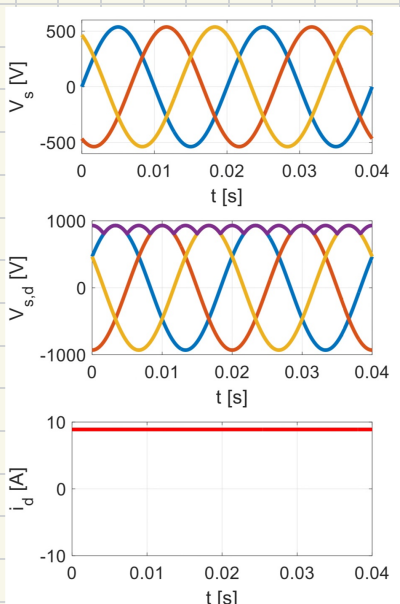
$$P_{ac} = P_{dc} \Rightarrow I_{s,rms} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} I_d$$

$$Q = V_{s,rms} \cdot I_{s,rms} \cdot \sin\phi_1 = 0$$

$$D = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2}$$

$$\left. \begin{aligned} P &= V_{s,rms} \cdot I_{s,rms} = V_s \cdot \frac{2\sqrt{2}}{\pi} I_d \\ S &= V_{s,rms} \cdot I_{s,rms} = V_s \cdot I_d \end{aligned} \right\} \lambda = \frac{P}{S} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} = 0.9 \neq \cos\phi_1$$

Τριφασικός ανορθωτής διόδων πλήρους γέφυρας με φορτίο σταθερού ρεύματος



$\rightarrow$ πολική
 $V_u = \sqrt{3} \cdot V_s$
 $U_{AB} = \sqrt{2} V_u \cdot \cos(\omega t)$
 $U_{AN} = \sqrt{2} V_s \cdot \sin(\omega t)$

$$U_d(t) = \sqrt{2} V_u \cdot \cos(\omega t), -\pi/6 < \omega t < \pi/6 \text{ (από το)}$$

$$\bar{V}_d = \frac{1}{T} \int_0^T U_d(t) dt = \frac{1}{\pi/6} \int_0^{\pi/6} \sqrt{2} V_u \cdot \cos(\omega t) \cdot dt = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} V_u$$

$$I_{s,a} = \begin{cases} I_d, & \pi/6 < t < 5\pi/6 \\ -I_d, & 7\pi/6 < t < 11\pi/6 \\ 0, & \text{αλλιώς} \end{cases} \quad | I_{s,a}| = \begin{cases} I_d, & 0 < t < 2\pi/3 \\ 0, & 2\pi/3 < t < \pi \end{cases} \Rightarrow I_{s,a,rms} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi/3} I_d^2 dt} = \sqrt{\frac{2}{3}} I_d$$

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T U_d(t) \cdot i_d(t) dt = I_d \cdot \frac{1}{T} \int_0^T U_d(t) dt = I_d \cdot \bar{V}_d =$$

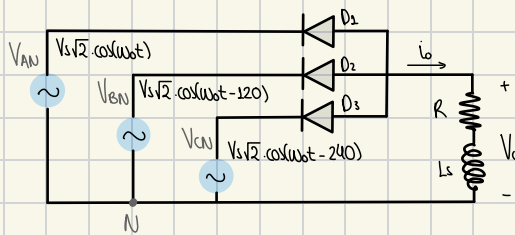
$$S = 3 \cdot V_{s,a,rms} \cdot I_{s,a,rms} = 3 \cdot V_s \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} I_d = \sqrt{3} V_u \sqrt{\frac{2}{3}} I_d = \sqrt{2} V_u I_d$$

$$\left. \begin{array}{l} P = \frac{1}{T} \int_0^T U_d(t) \cdot i_d(t) dt = I_d \cdot \bar{V}_d \\ S = 3 \cdot V_{s,a,rms} \cdot I_{s,a,rms} = \sqrt{2} V_u I_d \end{array} \right\} \lambda = \frac{P}{S} = \frac{3}{\pi} = 0,95$$

$$P_{ac} = P_{dc} \Rightarrow \frac{3\sqrt{2}}{\pi} V_u I_d = 3 \cdot V_{s,a,rms} \cdot I_{s,a,rms} \cdot \cos \phi_1 \Rightarrow \frac{3\sqrt{2}}{\pi} V_u I_d = 3 \cdot V_s \cdot I_{s,rms} =$$

$$I_{s,rms} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} I_d$$

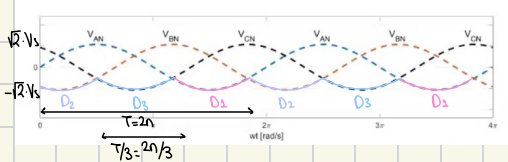
Συνδεσμολογία κοινής ανόδου



$$\left. \begin{array}{l} R=50\Omega \\ L_s \rightarrow \infty \\ V_s=120V \end{array} \right\} \text{πείρα εξόδου } I_o$$

συνδεσμολογία κοινής ανόδου:

άγει πάντα η διόδος που βγάζει μικρότερη τάση στην καύοδο



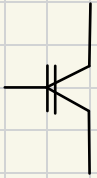
$$\Rightarrow I_o = \frac{V_o}{R} = \frac{-3\sqrt{6}}{2nR} V_s$$

$$u_s = \sqrt{2} \cdot V_s \cdot \cos(\omega t), -\pi/3 < \omega t < \pi/3 \text{ (αίμα)}$$

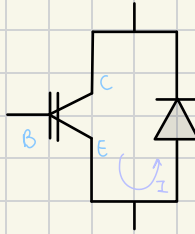
$$V_o = \frac{1}{\pi/3} \int_0^{\pi/3} -\sqrt{2} \cdot V_s \cdot \cos(\omega t) d(\omega t) = -\frac{3\sqrt{2} V_s}{\pi} [\sin(\omega t)]_0^{\pi/3} =$$

$$\Rightarrow V_o = \frac{-3\sqrt{6}}{2\pi} V_s$$

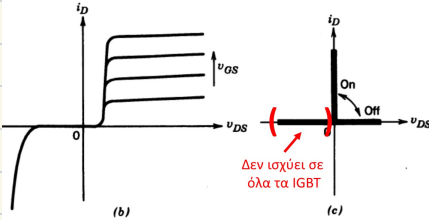
Antopoulos - lecture 4



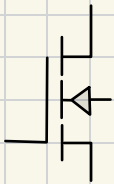
IGBT –
Insulated Gate
Bipolar
Transistor



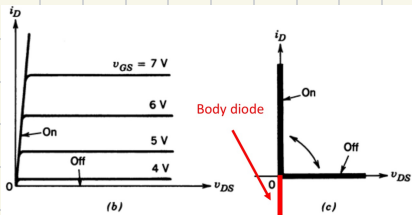
Ολοκληρωμένο
κύκλωμα
διακόπτη



- Πλήρως ελεγχόμενη αγωγή/αποκοπή
- Σήματα ελέγχου (πύλης) χαμηλής ισχύος
- Ονομαστικές τιμές ως 6.5 kV, 3.6 kA
- Χρόνος μεταγωγής περίπου 1 μ s

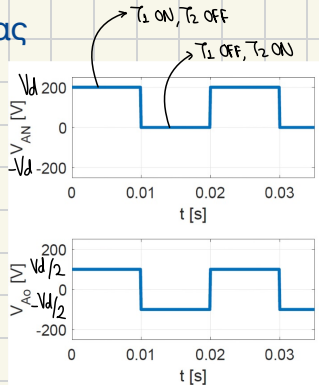
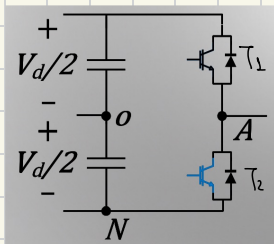


MOSFET –
Metal-Oxide
Semiconductor
Field Effect
Transistor



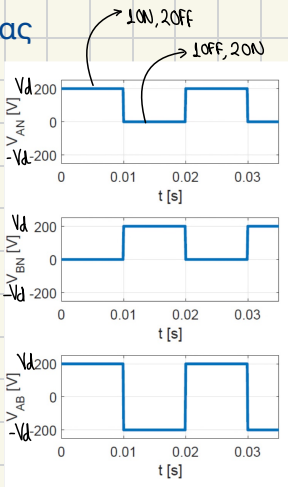
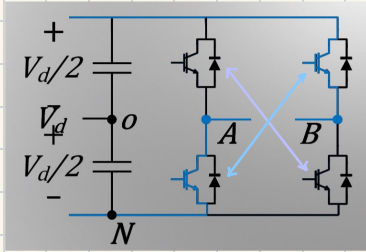
- Πλήρως ελεγχόμενη αγωγή/αποκοπή
- Υψηλές διακοπτικές συχνότητες (μέχρι 150 kHz)
- Ονομαστική τάση ως 900 V
- Χρόνος μεταγωγής 10-100 ns

Κύκλωμα ημιγέφυρας



T_1, T_2 ON: ΠΟΤΕ !!! βραχυκύκλωμα
→ συμπληρωματική λειτουργία

Αντιστροφέας πλήρους γέφυρας



ΠΑΝΤΑ: τα $I_{\text{εύχρη}}$ ανοιχτοκυκλώνονται και βραχυκυκλώνονται μαζί

(1) $V_{AB} = V_{Ao} - V_{Bo} = \frac{V_d}{2} - (-\frac{V_d}{2}) = V_d$

(2) $V_{AB} = V_{Ao} - V_{Bo} = -\frac{V_d}{2} - \frac{V_d}{2} = -V_d$

$V_{AB} = \begin{cases} V_d, & 0 \leq \omega t < \pi \\ -V_d, & \pi \leq \omega t < 2\pi \end{cases}$

$V_{AB,rms} = V_d$

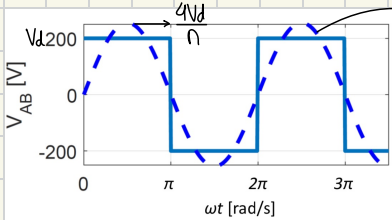
$V_{AB}(t) = \frac{a_0}{2} + \sum \{ a_n \cos(n\omega t) + b_n \sin(n\omega t) \}$

$a_n = \frac{2}{\tau} \int_0^\tau V_{AB}(t) \cdot \cos(n\omega t) d(\omega t) = \frac{V_d}{n} \left\{ \int_0^\pi \cos(n\omega t) dt - \int_\pi^{2\pi} \cos(n\omega t) dt \right\} = 0$ → περίσσεια συμμετρίας

$b_n = \frac{2}{\tau} \int_0^\tau V_{AB}(t) \cdot \sin(n\omega t) d(\omega t) = \frac{V_d}{n} \left\{ \int_0^\pi \sin(n\omega t) dt - \int_\pi^{2\pi} \sin(n\omega t) dt \right\} =$

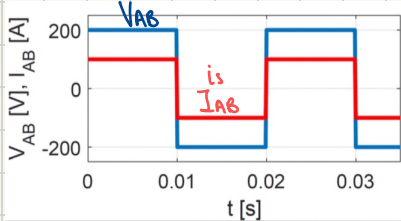
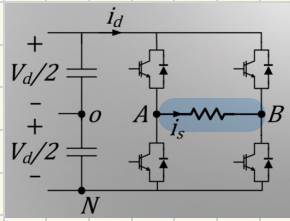
$= \frac{V_d}{nn} \left\{ [\cos(n\omega t)]_0^\pi - [\cos(n\omega t)]_\pi^{2\pi} \right\} = \frac{2V_d}{nn} \left\{ 1 - (-1)^n \right\} = \begin{cases} 0, & n=2k \\ 4V_d/nn, & n=2k+1 \end{cases}$

$V_{AB1}(\omega t) = \frac{4V_d}{n} \cdot \sin(\omega t) \Rightarrow V_{AB1,rms} = \frac{2\sqrt{2}}{n} V_d \approx 0,9 V_d$



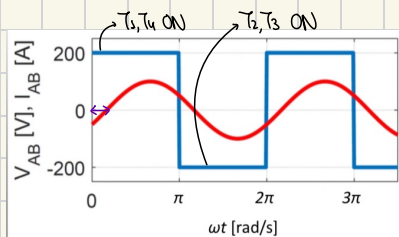
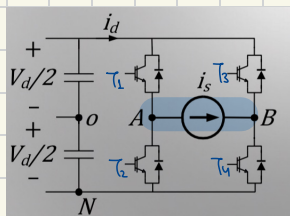
αμελητέες ημιτονοειδές περιεχόμενο τετραγωνικού παλμού

$V_{AB,3}(\omega t) = \frac{4V_d}{3n} \cdot \sin(3\omega t) \Rightarrow V_{AB,3,rms} = \frac{2\sqrt{2}}{3n} V_d$

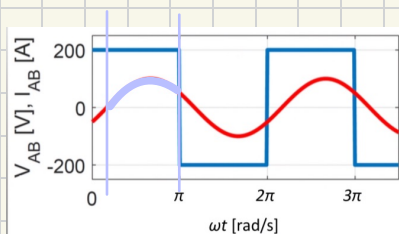
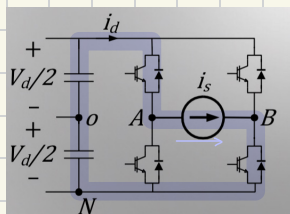


ωπικό φορτίο:
 V, I ίδια μορφή
 $i_s(\omega t) = \frac{V_s(\omega t)}{R} = \begin{cases} V_d/R \\ -V_d/R \end{cases}$

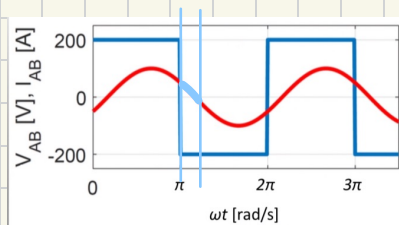
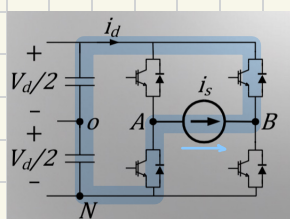
Αντιστροφείας πλήρους γέφυρας



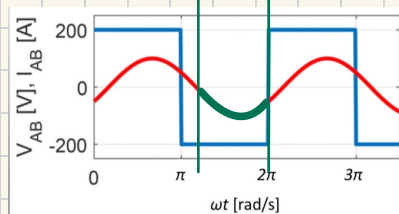
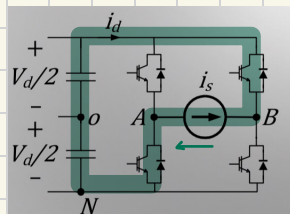
$$i_s(\omega t) = \hat{I}_s \sin(\omega t - \phi_1)$$



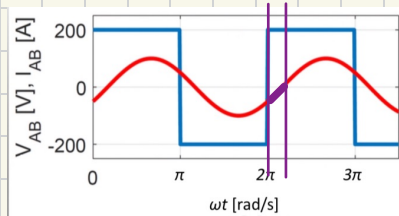
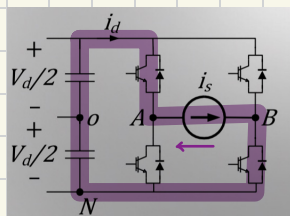
i_s αγγετα από T_1, T_4
 $i_s > 0$



i_s αγγετα από T_2, T_3
 $i_s < 0$

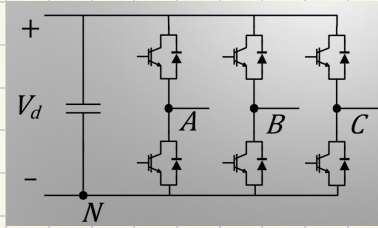
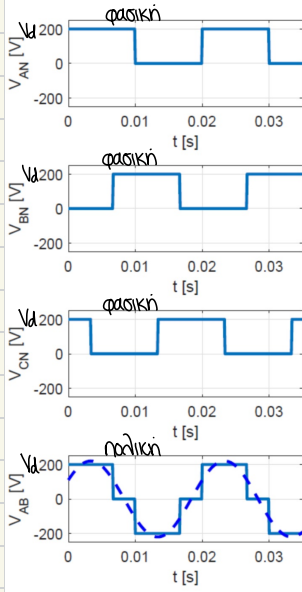


i_s αγγετα από T_2, T_3
 $i_s < 0$



i_s αγγετα από T_1, T_4
 $i_s < 0$

Τριφασικός αντιστροφέας τετραγωνικού παλμού



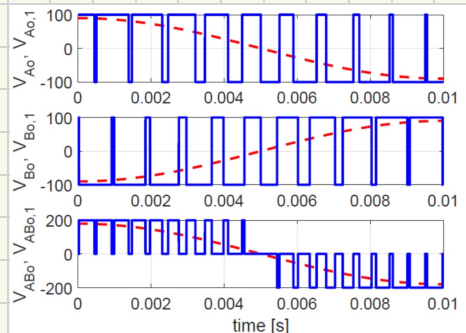
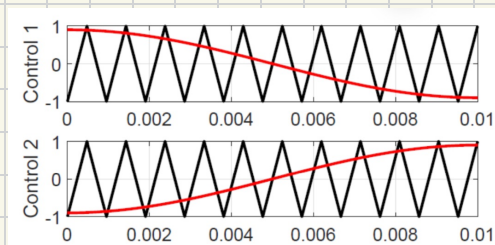
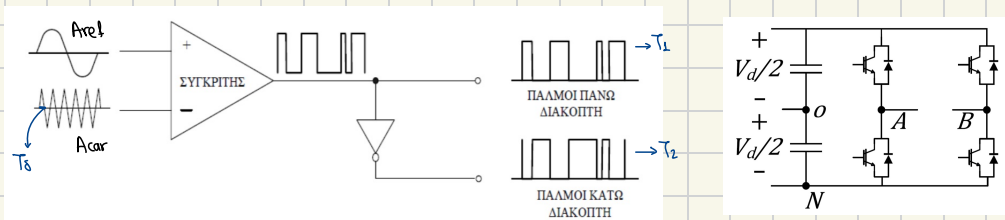
V_{AN}, V_{BN}, V_{CN} : διαφορά 120° μεταξύ τους

$$V_{AB1,rms} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{4}{n} \cdot \frac{V_d}{2} \approx 0,78 V_d \quad \left(= \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{4}{n} \cdot V_d \cdot \sin(60^\circ) \right)$$

$$V_{AB,rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \int_0^{2\pi/n} V_d^2 d(\omega t)} = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot V_d \approx 0,82 V_d$$

προφανώς, $V_{AB1,rms} < V_{AB,rms}$

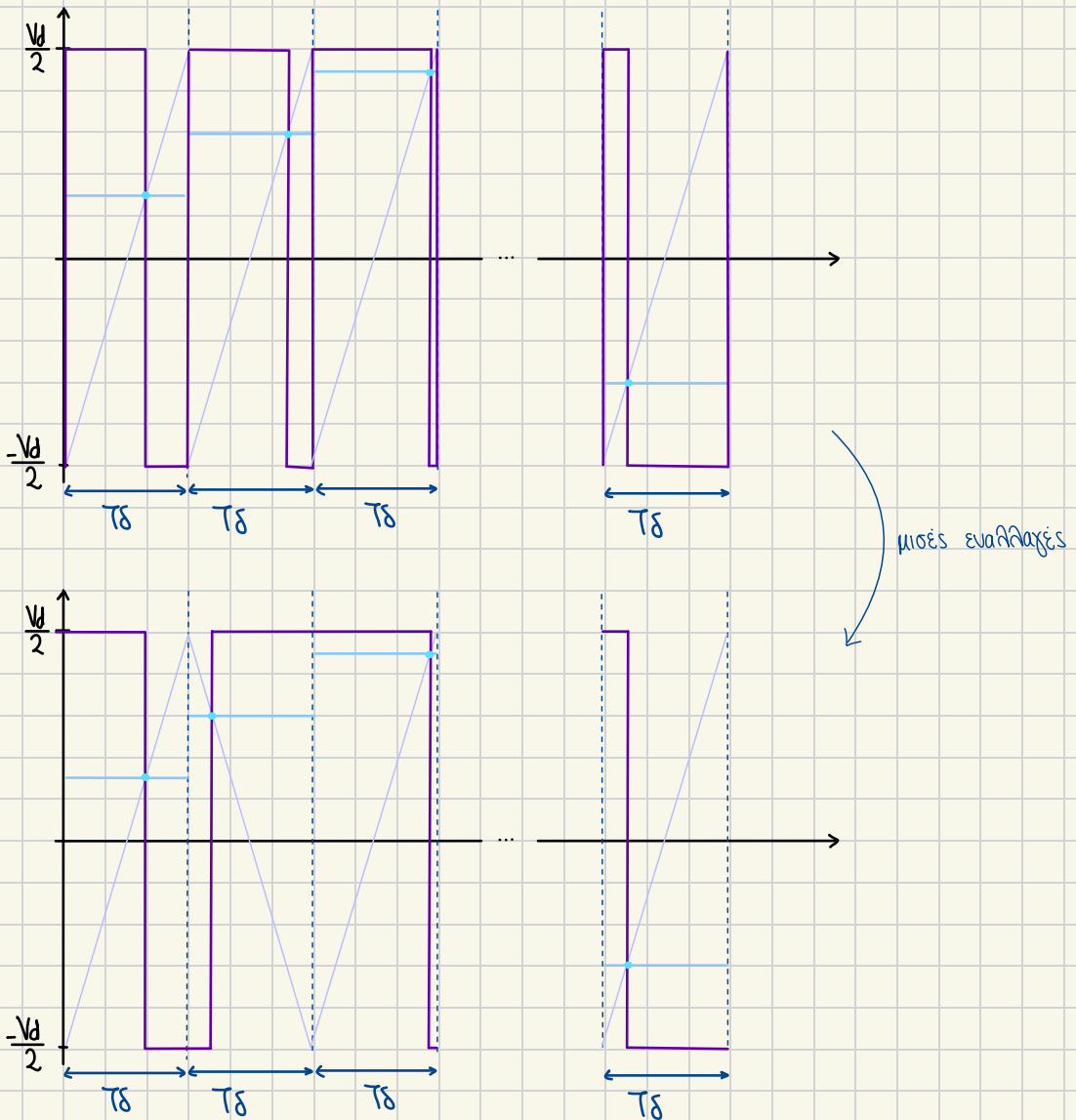
Τεχνική (ημιτονοειδούς) διαμόρφωσης εύρους παλμών (S)PWM



$$m_a = \frac{A_{ref}}{A_{car}}$$

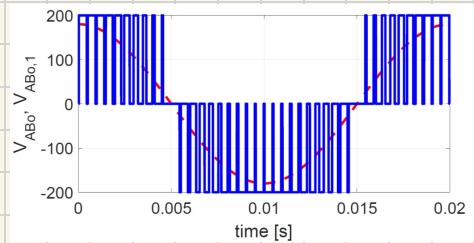
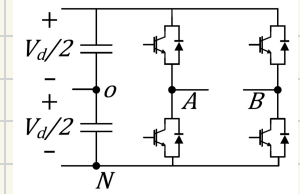
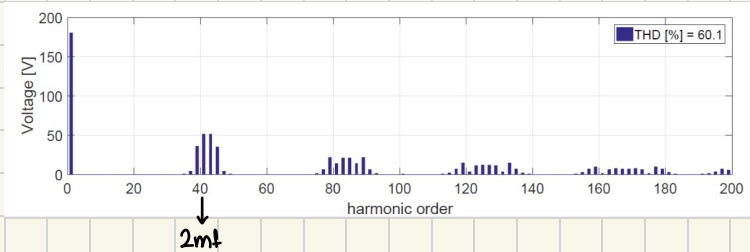
$m_a > 1$: υπερδιαμόρφωση

(S) Pulse Width Modulation - (S)PMW



συντελεστής συνολικής αμυνικής παραμόρφωσης τάσης (THD, %) στην έξοδο IP αντιστοίχως να ελέγχεται με SPWM είναι **μεγαλύτερος** σε σχέση με διαμόρφωση τετραγωνικού παλμού

(S)PMW - Μονοφασικός αντιστροφέας πλήρους γέφυρας



$$m_a = \frac{A_{ref}}{A_{carr}} \left(= \frac{\hat{V}_{Ao}}{V_d/2} \right)$$

$$m_t = \frac{t_{carr}}{t_{ref}}$$

ref: ημιτονο carr: τριγωνο

Ξεκάθαρος διαχωρισμός μεταξύ θεμελιώδους και αρμονικών στο φάσμα εξόδου
Μονοφασικός αντιστροφέας πλήρους γέφυρας

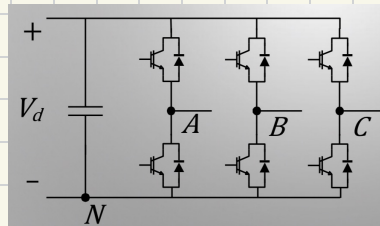
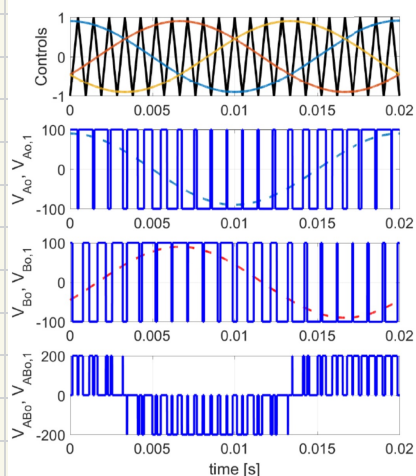
• Εμφάνιση αρμονικών γύρω από τη συχνότητα $2m_t$

• Πλάτος τάσης εξόδου: $\hat{V}_{AB1} = m_a V_d$

m_a : συντελεστής διαμόρφωσης πλάτους

m_t : συντελεστής διαμόρφωσης συχνότητας $\rightarrow$ πόσες φορές χωράει το τρίγωνο στο ημιτονο

(S)PMW - Τριφασικός αντιστροφέας πλήρους γέφυρας



Τριφασικός αντιστροφέας πλήρους γέφυρας

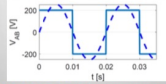
• Πλάτος (πολικής) τάσης εξόδου:

$$\hat{V}_{AB1} = m_a \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{V_d}{2}$$

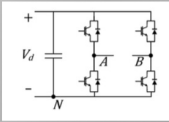
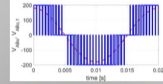
Αντιστροφείς ισχύος:

Τάση εξόδου

• Τετραγωνικού παλμού



• Ημιτονοειδής διαμόρφωση
εύρους παλμών



$$V_{AB,1}^{RMS} = \frac{4V_d}{\pi\sqrt{2}}$$

$\sqrt{3}/2$

$$V_{AB,1}^{RMS} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \frac{4V_d}{\pi \cdot 2}$$

$$V_{AB,1}^{RMS} = m_a \frac{V_d}{\sqrt{2}}$$

$\sqrt{3}/2$

$$V_{AB,1}^{RMS} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} m_a \frac{V_d}{2}$$

