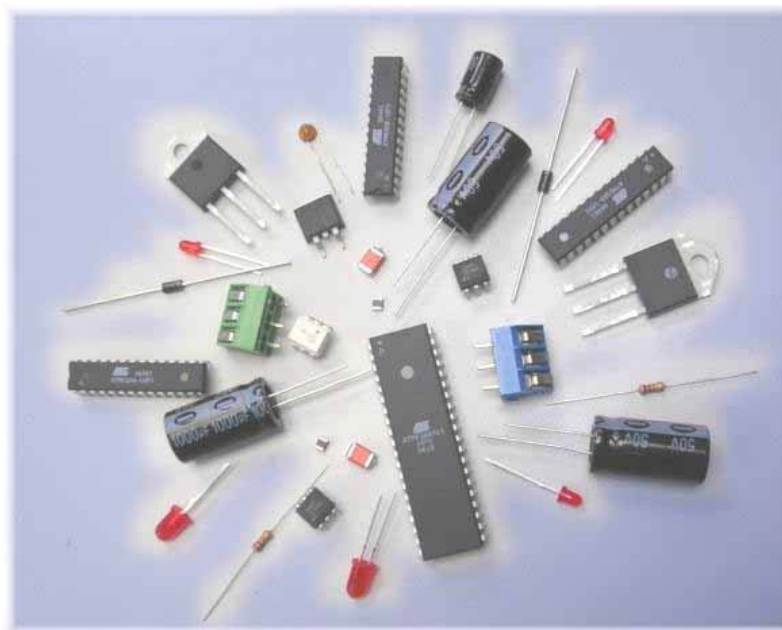


ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ &
ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ
(ΘΕΩΡΙΑ)



Α. ΒΛΗΣΙΔΗΣ
Γ. ΒΑΣΙΛΑΚΗΣ
Μ. ΔΡΑΜΟΥΝΤΑΝΗΣ

ΜΑΙΟΣ 2010

ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ

Γενικά

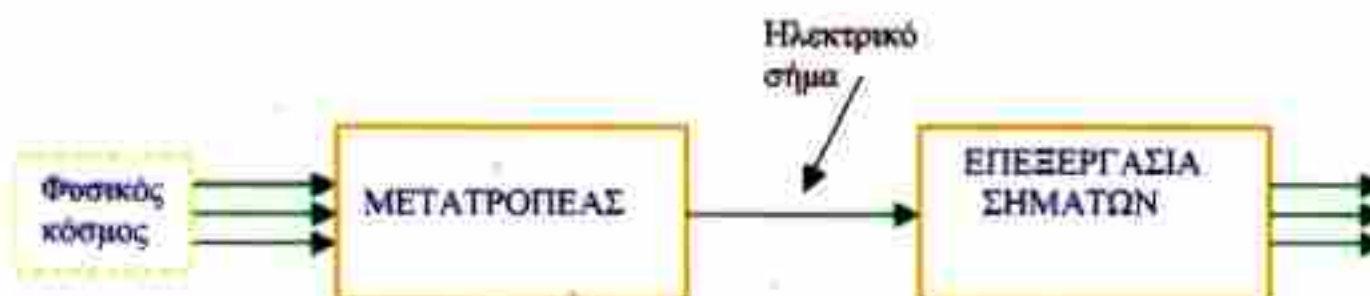
- **Τεχνολογία Ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (IC)**
Σε ένα κομμάτι πυριτίου 60 mm^2 περιέχονται 1.000.000 ηλεκτρονικά στοιχεία .
Ψηφίδα πυριτίου (silicon chip)
Π.χ ένας μικροεπεξεργαστής
- Σχεδιασμός κυκλωμάτων : με διακριτά στοιχεία ή με ολοκληρωμένα κυκλώματα

1. Σήματα

Περιέχουν πληροφορίες για μια σειρά από αντικείμενα και δραστηριότητες του φυσικού μας κόσμου (θερμοκρασία , υγρασία .. κ.λ.π.)

Επεξεργασία σήματος γίνεται με διάφορες τεχνικές και μεθόδους και με κάποιο προδιαγεγραμμένο τρόπο , χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικά συστήματα.

- Μετατροπέας



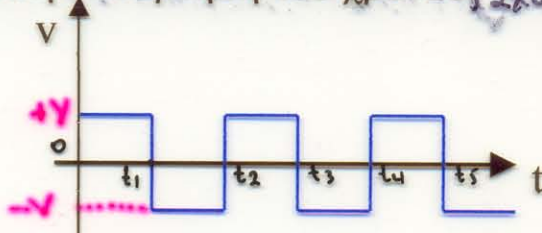
Η ανάλυση σε ημιτονοειδείς όρους είναι ποιο επιλεκτική.

$$+ U_a(t) = V_a \sin \omega t$$

- Ανάλυση σε σειρά Fourier

Χρησιμοποιείται στην ειδική περίπτωση που το σήμα είναι περιοδική συνάρτηση του χρόνου.

Σχήμα Συμμετρική κυματομορφή



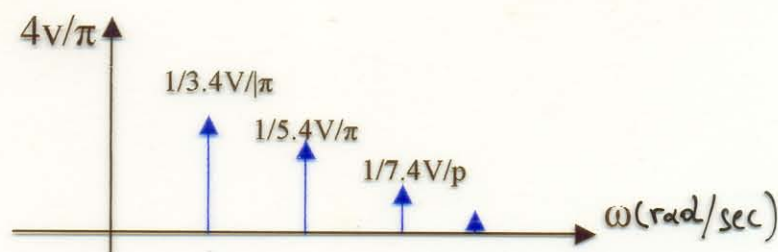
Συμμετρική κυματομορφή πλάτους V

Ανάλυση Fourier $\rightarrow v(t) = \frac{4V}{\pi} \left(\sin \omega_0 t + \frac{1}{3} \sin 3\omega_0 t + \frac{1}{5} \sin 5\omega_0 t + \dots \right)$

όπου ω_0 η θεμελιώδης συχνότητα

V: πλάτος και
σύγκριση
 $\omega_0 = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$

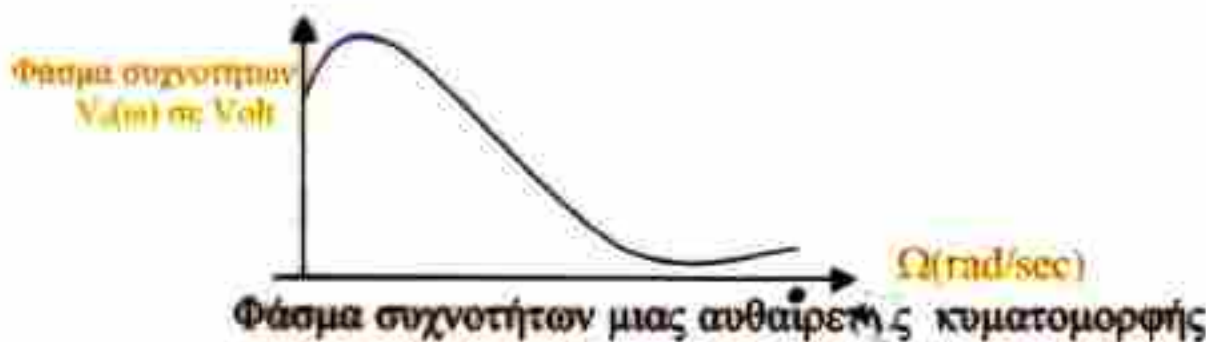
Οι ημιτονοειδείς όροι απαρτίζουν το φάσμα συχνοτήτων του τετραγωνικού σήματος



Φάσμα συχνοτήτων περιοδικής τετραγωνικής κυματομορφής

- **Μετασχηματισμός Fourier**

Χρησιμοποιείται για να ληφθεί το φάσμα συχνοτήτων ενός σήματος, με κυματομορφή που είναι αυθαίρετη συνάρτηση του χρόνου. (μη περιοδικό σήμα)



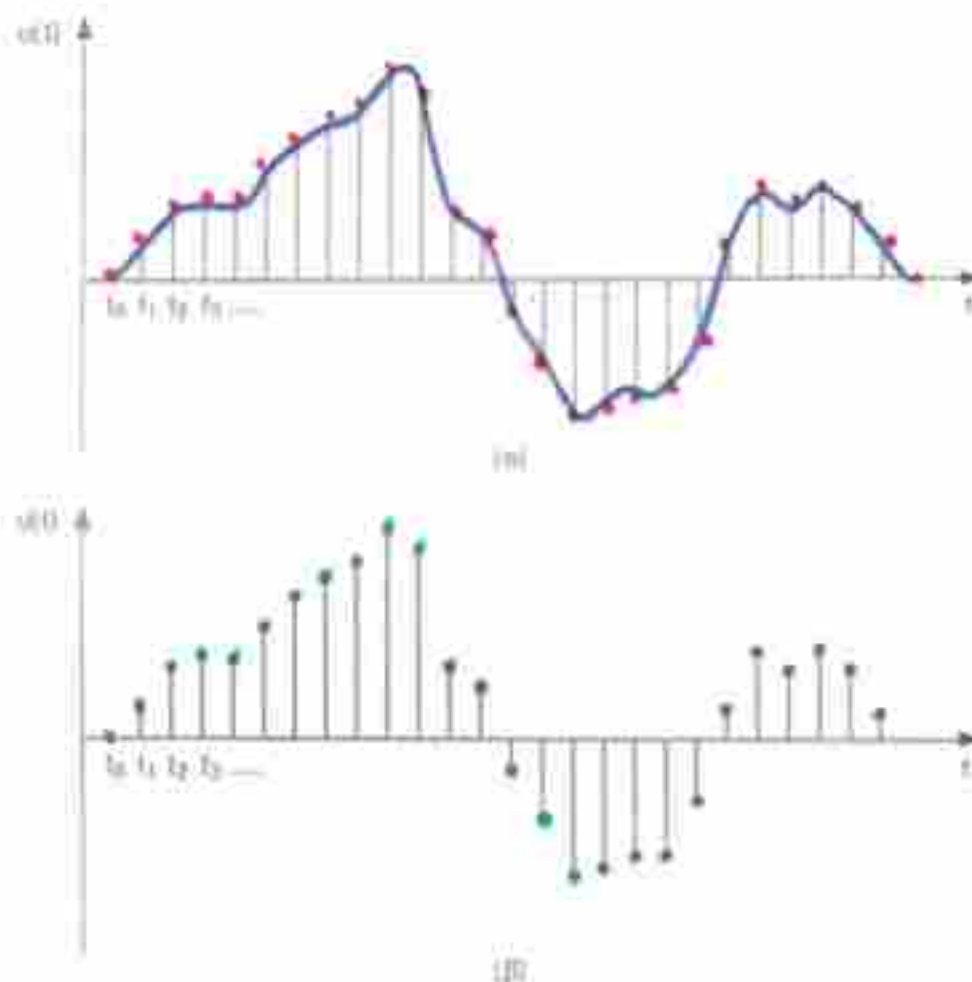
Συμπέρασμα

- Στα περιοδικά σήματα, το φάσμα συχνοτήτων απαρτίζεται από διακριτές συχνότητες (ω_0 και τις αρμονικές τους)
- Στα μη περιοδικά σήματα το φάσμα συχνοτήτων περιέχει εν γένει όλες τις συχνότητες.

Ένα σήμα μπορεί να παρασταθεί είτε σαν κυματομορφή μεταβαλλόμενη στο χρόνο $v(t)$ ή με την μορφή φάσματος συχνοτήτων $v(\omega)$

1.3 ΑΝΑΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΑ ΣΗΜΑΤΑ

- Τα αναλογικά σήματα είναι συνεχείς συναρτήσεις του χρόνου, με πλάτος οποιασδήποτε τιμής, που παρουσιάζει μια διακύμανση μεταξύ οριακών τιμών. Τα κυκλώματα που επεξεργάζονται τέτοια σήματα λέγονται **αναλογικά κυκλώματα**.



Σχ. 1.7 Δειγματοληψία αναλογικού σήματος συνεχούς χρόνου στο (α) οδηγεί στο σήμα διακριτού χρόνου στο (β).

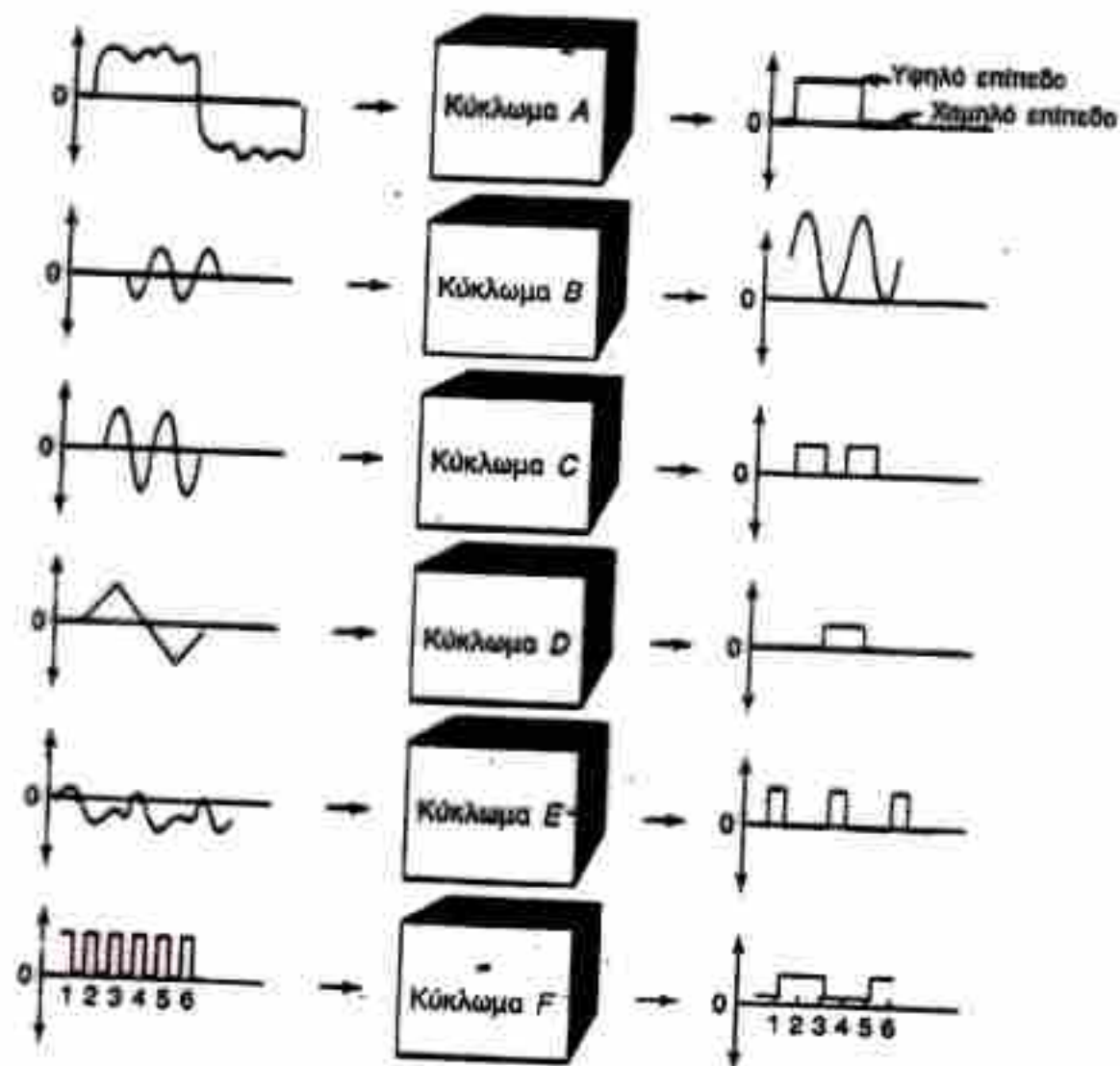
Ενας ξεχωριστός τύπος παρουσίασης σήματος είναι αυτό της ακουστικής κλίμακας όπου κάθε αριθμός πειράζεται...

του σήματος σε μια δεδομένη χρονική στιγμή. Το σήμα αυτό ονομάζεται ψηφιακό σήμα. Για να δούμε πώς ένα σήμα μετατρέπεται από την αναλογική στην ψηφιακή μορφή - ως δούμε το Σχήμα 1.7 (α). Εδώ η καμπύλη παριστά ένα σήμα τούτοις ταυτόσημο με αυτό του Σχήματος 1.2. Σε ίσα διαστήματα κατά μήκος του άξονα του χρόνου σημειώνουμε τα χρονικά στιγμιότυπα t_0, t_1, t_2 κλπ. Σε κάθε ένα από αυτά τα χρονικά στιγμιότυπα, μετρείται το πλάτος του σήματος. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται δειγματοληψία. Στο Σχήμα 1.7 (β), φαίνεται μια αναπαράσταση του σήματος του Σχήματος 1.7 (α) με την μορφή δειγμάτων. Το σήμα του Σχήματος 1.7 (β) ορίζεται μόνο κατά τις στιγμές της δειγματοληψίας. Δεν αποτελεί πλέον συνεχή συνάρτηση του χρόνου, αλλά πρόκειται για σήμα διακριτού χρόνου. Ωστόσο, καθώς το πλάτος του κάθε δείγματος μπορεί να πάρει οποιαδήποτε τιμή σε συνεχόμενη κλίμακα, το σήμα του Σχήματος 1.7 (β) είναι ένα αναλογικό σήμα.

Εάν τώρα αναπαραστήσουμε το πλάτος του κάθε δείγματος του σήματος του Σχήματος 1.7 (β) με ένα αριθμό που έχει πεπερασμένο πλήθος ψηφίων, τότε το πλάτος του σήματος πύει να παίρνει συνεχείς τιμές και υφίσταται κβαντοποίηση ή ψηφιοποίηση.

Το ψηφιακό σήμα είναι για αποθηκευμένο που περσιάζει ή ηρώτη των δεδομένων δειγμάτων

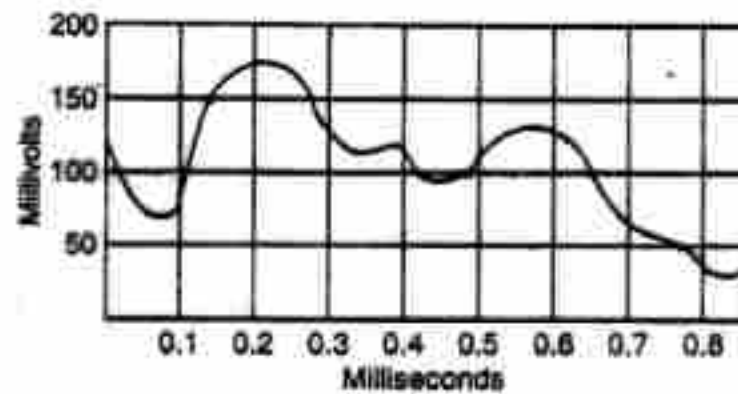
ΑΝΑΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΑ ΣΗΜΑΤΑ



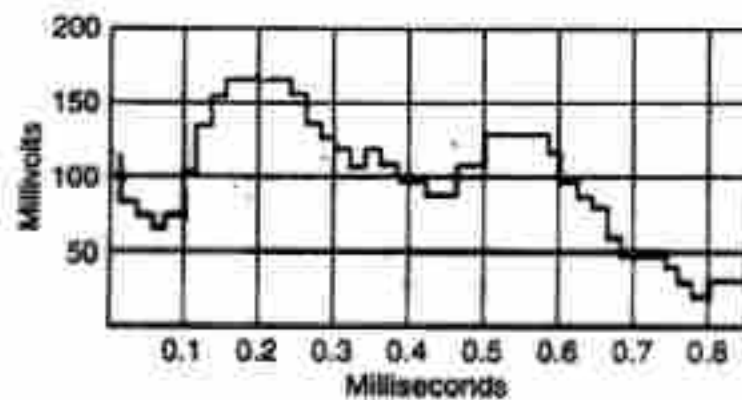
Συγκριτική παρουσίαση των αναλογικών και ψηφιακών κυκλωμάτων.



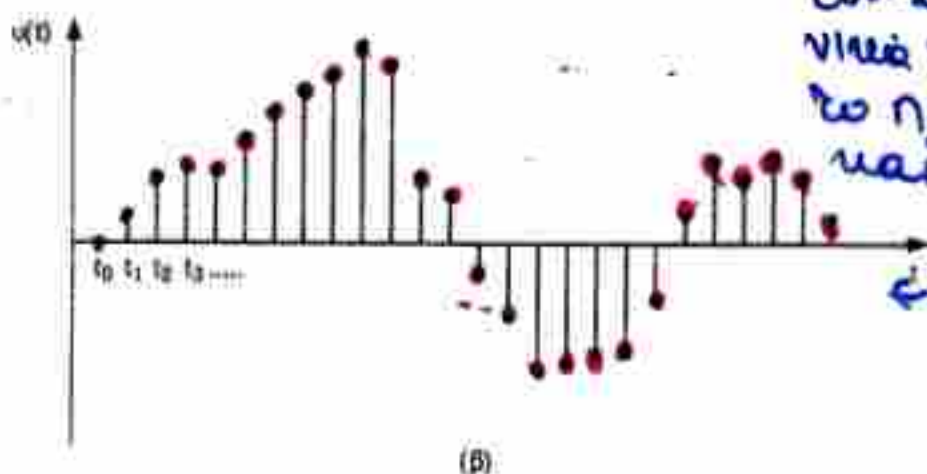
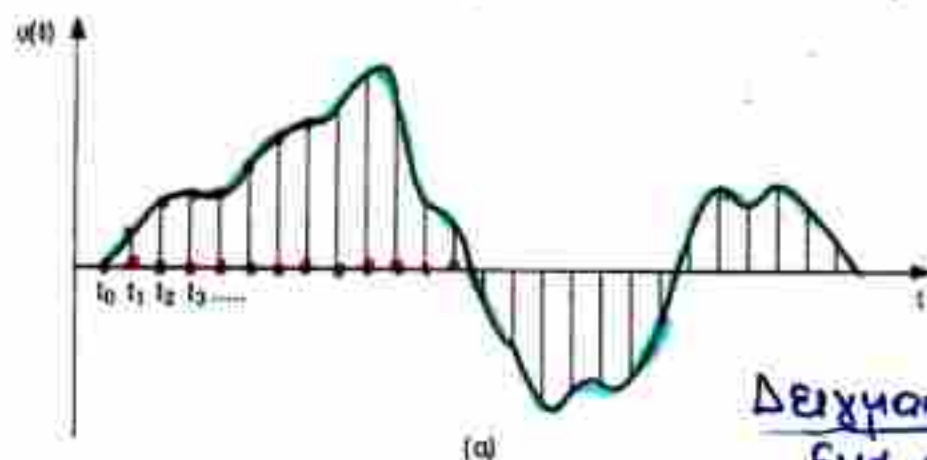
Ένα σύστημα μετατροπής από αναλογικό σε ψηφιακό και πάλι σε αναλογικό σήμα.



Σχ. 1-3 Μια αναλογική κυματομορφή.



; Η έξοδος από το μετατροπέα ψηφιακού σε αναλογικό (D/A).



Δειγματοληψία: σε κάθε
ένα λεπτό ορισμένο χρό-
νικό διαστήματα μετρείται
το πλάτος του σήματος
και αναπαρίσταται στο
Σχήμα

Δειγματοληψία αναλογικού σήματος συνεχούς χρόνου στο (α) οδηγεί
στο σήμα διακριτού χρόνου στο (β). Είναι τελικά αναλογικό σήμα, διότι μπορεί
να πάρει οποιαδήποτε τιμή σε συνεχόμενη κλίμακα

Ψηφιοποίηση εάν παραστήσουμε το πλάτος κάθε
δείγματος με ένα κωδικό πεπερασμένου πλάτους, γίνεται

- Τα ψηφιακά σήματα αναπαρίστανται με μια ακολουθία αριθμών, όπου ο κάθε ένας από αυτούς παριστά το πλάτος του σήματος σε μια δεδομένη στιγμή. Είναι σήματα διακριτού χρόνου. Τα ψηφιακά σήματα δεν επηρεάζονται από θορύβους. Μπορούν να επεξεργασθούν από υπολογιστές. Τα κυκλώματα που επεξεργάζονται τέτοια σήματα λέγονται **ψηφιακά κυκλώματα**.

Αναλογικά σήματα: θερμοκρασία, υγρασία, ταχύτητα, η φωνή μας

Ψηφιακά σήματα: έξοδοι παλμικών αισθητηρίων, παλμοδότες.....

1.4 ΕΝΙΣΧΥΤΕΣ

- Η ενίσχυση είναι μια από τις πιο βασικές έννοιες της ηλεκτρονικής.
- Τα σήματα από τους μετατροπείς είναι πολύ χαμηλού πλάτους (μV ή mV)
- Γραμμικότητα στους ενισχυτές: έχουμε όταν οι διακυμάνσεις της κυματομορφής εξόδου είναι ταυτόσημες με τις διακυμάνσεις της εισόδου. Οποιαδήποτε αλλαγή λέγεται παραμόρφωση

- Κέρδος ενίσχυσης A : $A = \frac{U_o(t)}{U_i(t)} \Rightarrow$

$$\Rightarrow U_o(t) = A U_i(t)$$

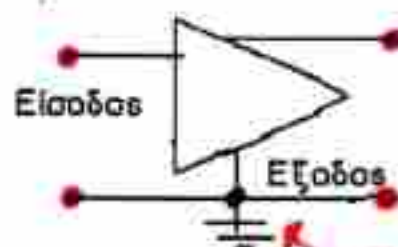
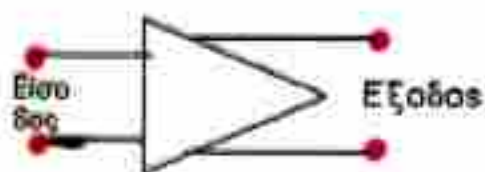


- Γραμμικός ενισχυτής, είναι ο ενισχυτής που περιγράφεται από την προηγούμενη σχέση
- Ενισχυτές μικρών σημάτων (τάσης), ενισχυτές ισχύος υψηλού ρεύματος

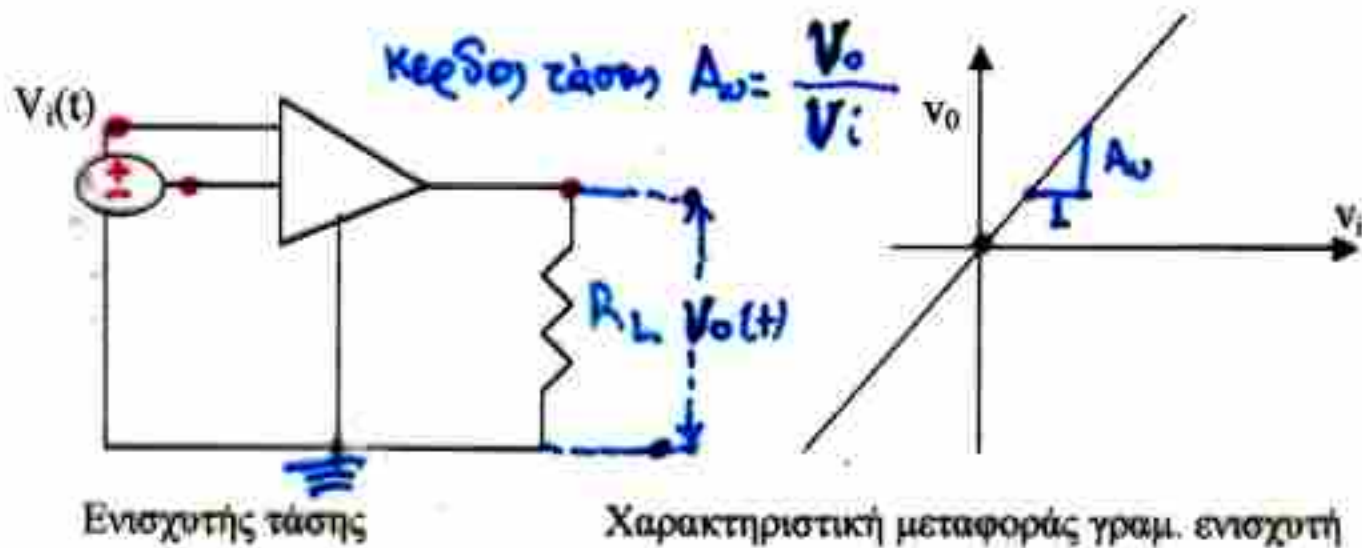
Τύποι ενισχυτών

- Ενισχυτές μικρών σημάτων (τάσης), ενισχυτές ισχύος υψηλού ρεύματος (μέτριο κέρδος τάσης - σημαντικό κέρδος ρεύματος)

Κυκλωματικό Σύμβολο Ενισχυτή



Γείωση του κυκλώματος



Παρατηρήσεις

1. Ένας ενισχυτής αυξάνει την ισχύ του σήματος στην είσοδο του
 - Έχει δηλαδή κέρδος ισχύος
 - Η ισχύς που οδηγείται στο φορτίο είναι μεγαλύτερη από αυτή που δίνει η πηγή σήματος
2. Ένας Μετασχηματιστής, η μεταφερόμενη (ισχύς) είναι μικρότερη ή ίση στο ποσό με αυτή στην είσοδο του.

7

Κέρδος τάσης

$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

Κέρδος ρεύματος

$$A_i = \frac{i_o}{i_i}$$

Κέρδος Ισχύος

$$\text{Κέρδος ισχύος} = \frac{\text{ισχύς φορτίου} (P_L)}{\text{ισχύς εισόδου} (P_i)} = \frac{v_o i_o}{v_i i_i}$$

Έκφραση Κέρδους σε Decibel

$$\text{Κέρδος τάσης} = 20 \log |A_v| \text{ dB}$$

$$\text{Κέρδος ρεύματος} = 20 \log |A_i| \text{ dB}$$

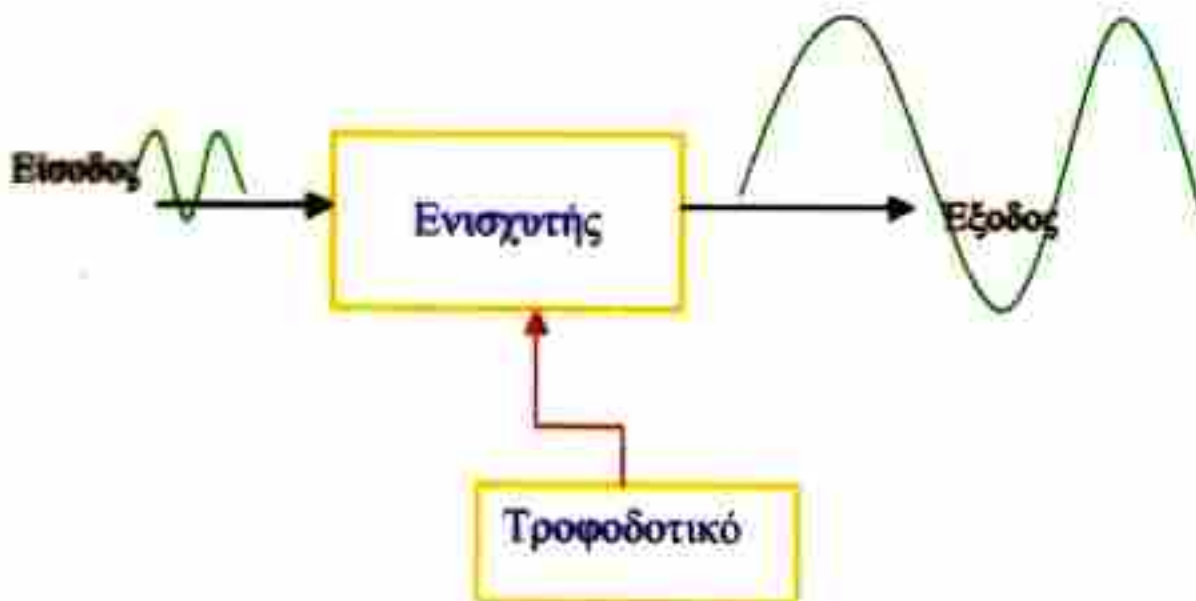
$$\text{Κέρδος ισχύος} = 10 \log A_p \text{ dB}$$

- Στους τύπους χρησιμοποιούμε απόλυτες τιμές, επειδή τα μεγέθη A_i και A_v μπορεί να είναι αρνητικοί αριθμοί. ($\Delta\phi = 180^\circ$)
- Αρνητικό A_v σημαίνει φασική διαφορά 180° μεταξύ των σημάτων εισόδου και εξόδου.
- Ενισχυτής τάσης με κέρδος -20 dB , σημαίνει απόσβεση του σήματος κατά 0.1

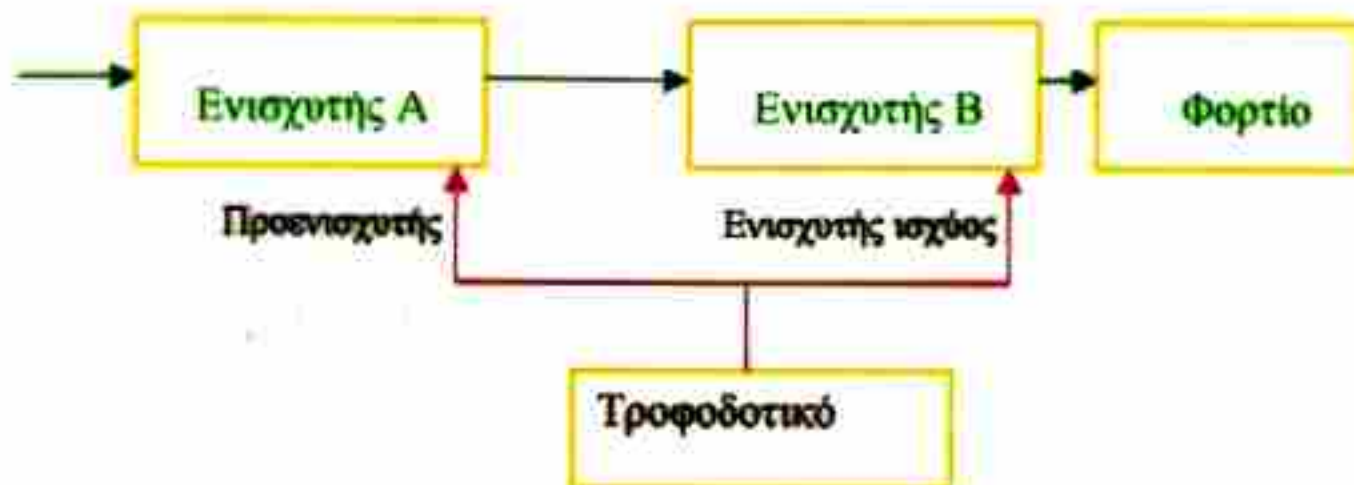
Τροφοδοσία Ενισχυτή

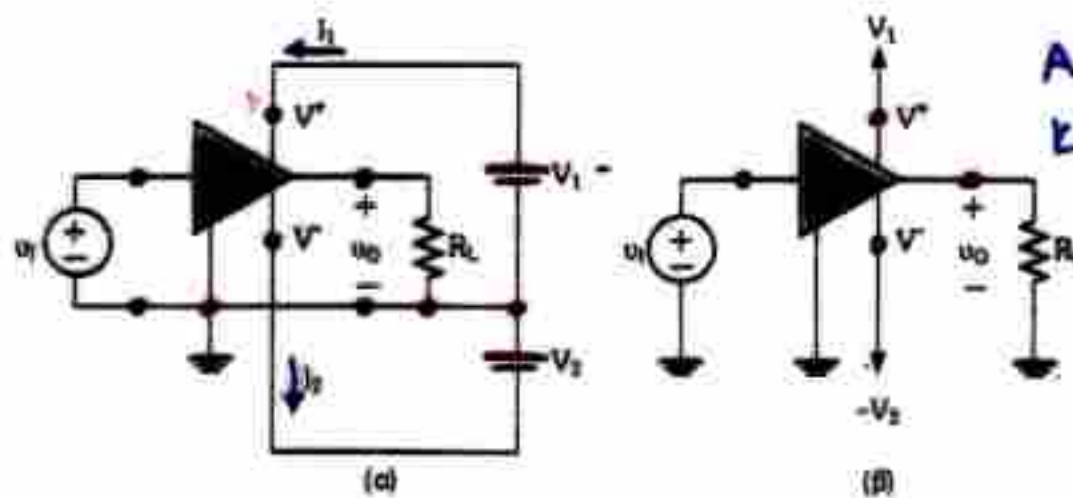
Οι ενισχυτές χρειάζονται DC τροφοδοσία. Γιατί ??

Χρειάζεται ισχύς στο φορτίο και κάλυψη τυχόν καταναλώσεων (ισχύς που μετατρέπεται σε θερμότητα).



Ενισχυτές ασθενούς και ισχυρού σήματος





Αηχοποιημένο
κύκλωμα του (α)

Ενισχυτής με δύο τροφοδοτικά συνεχούς.

Ισχύς από τροφοδοτικά : $P_{dc} = V_1 I_1 + V_2 I_2$

Ισχύς καταναλώσεως : $P_{κατ}$

Ισχύς από είσοδο : P_i

Ισχύς στο φορτίο P_L

$$P_L = V_{RMS} I_{RMS}$$

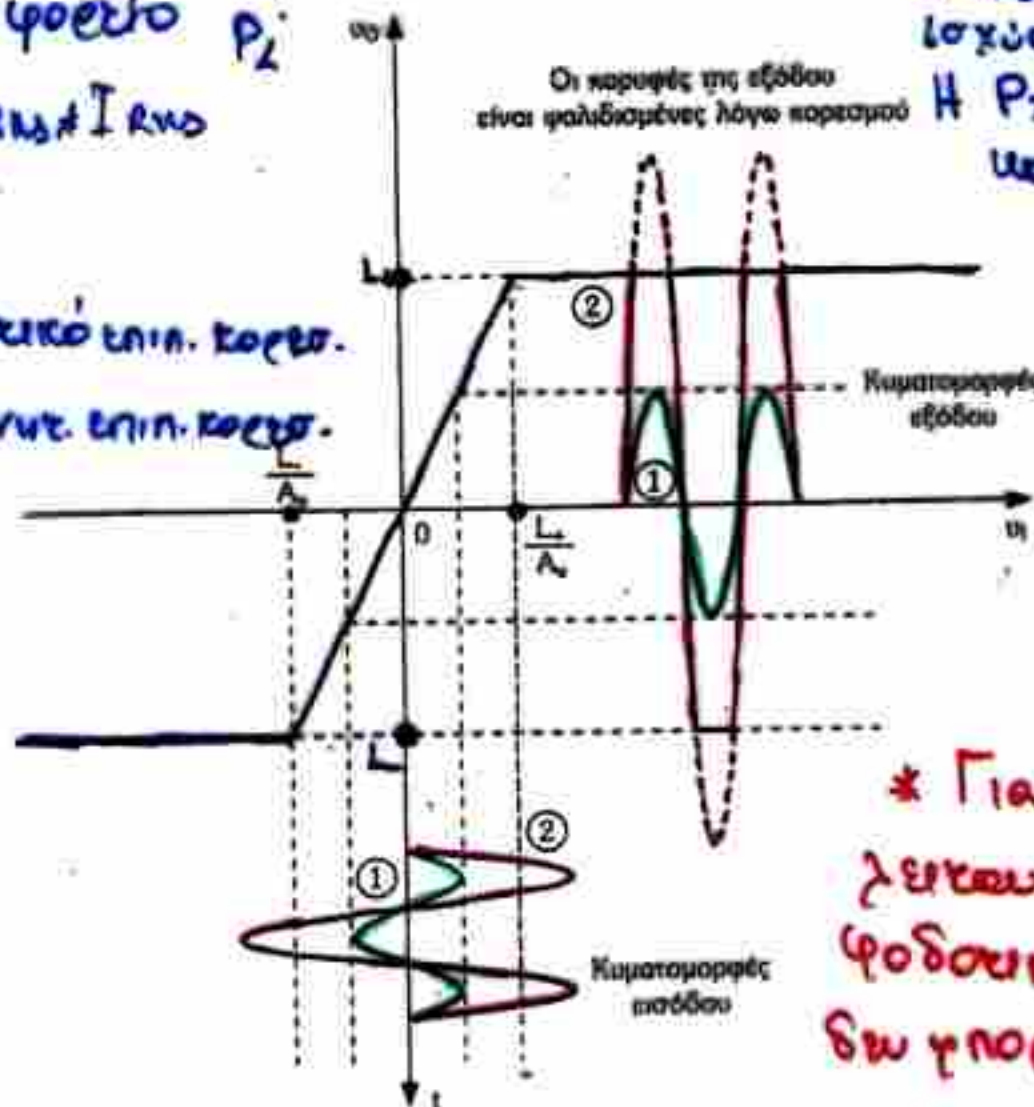
$$P_{dc} + P_i = P_L + P_{κατ}$$

$$\text{απόδοση : } \eta = \frac{P_L}{P_{dc}} \times 100$$

Η P_i είναι ποσότητα μικρή
και δεν λαμβάνεται υπόψη

L^+ : θετικό επιπ. κορεσ.

L^- : αρνητ. επιπ. κορεσ.



$$\frac{L^-}{A_v} \leq v_i \leq \frac{L^+}{A_v}$$

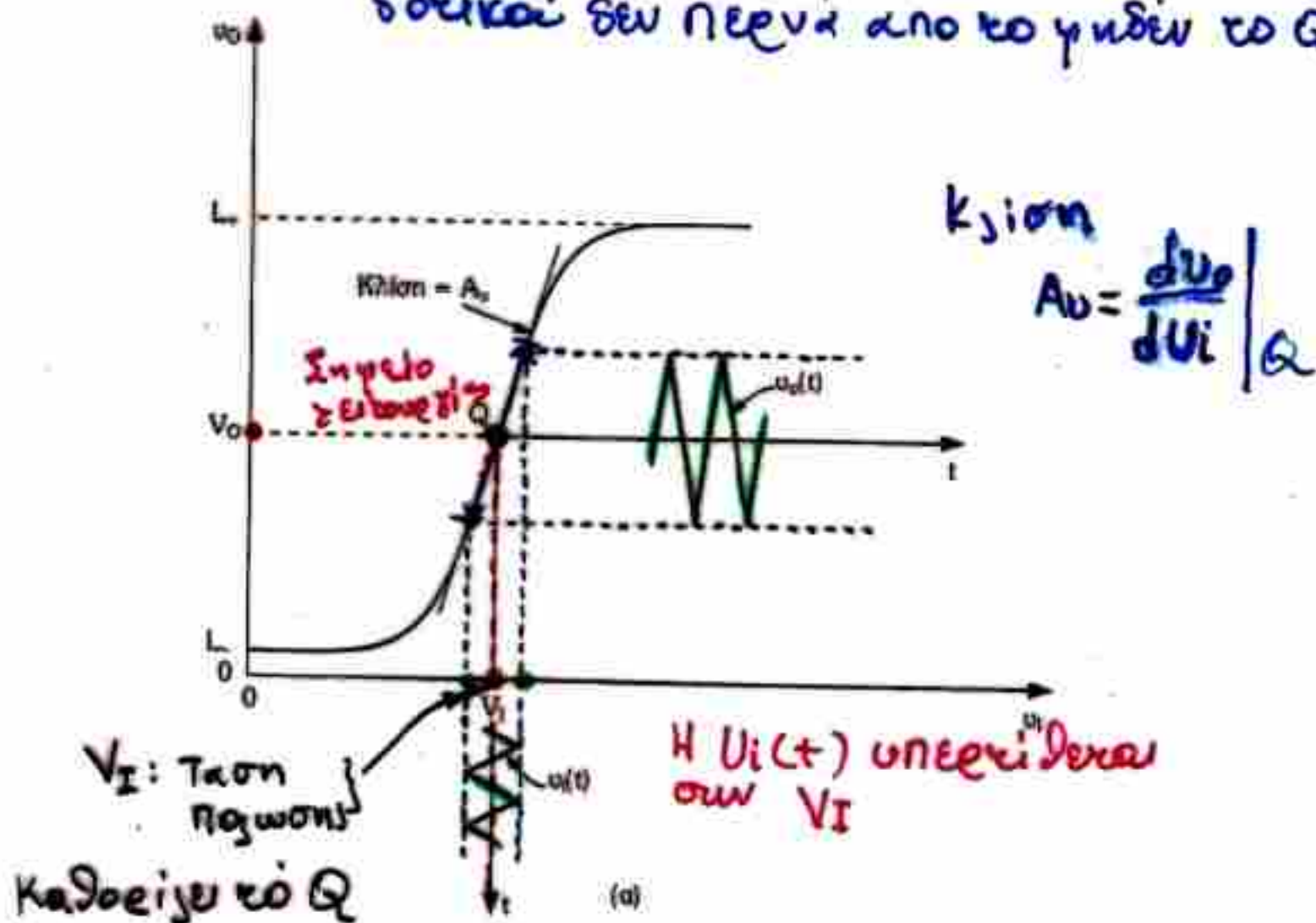
* Για ενισχυτή που
λειτουργεί με δύο τρο-
φοδοτικά, η τάση εξόδου
δεν μπορεί να υπερβεί:

$$L^+ \text{ και } L^- \text{ που} \\ \text{είναι } 1 \pm 2V_{CE}$$

Χαρακτηριστική μεταφοράς ενισχυτή που είναι γραμμική εκτός από την
περιοχή κορεσμού της εξόδου.

Ποζωση Ενισχυτή

Τυπική χαρακτηριστική μεταφοράς για από
 θεωρητικό τροφοδοτικό. Λόγω αυτού τροφο-
 δοτείται δεν περνά από το γινόμενο Q

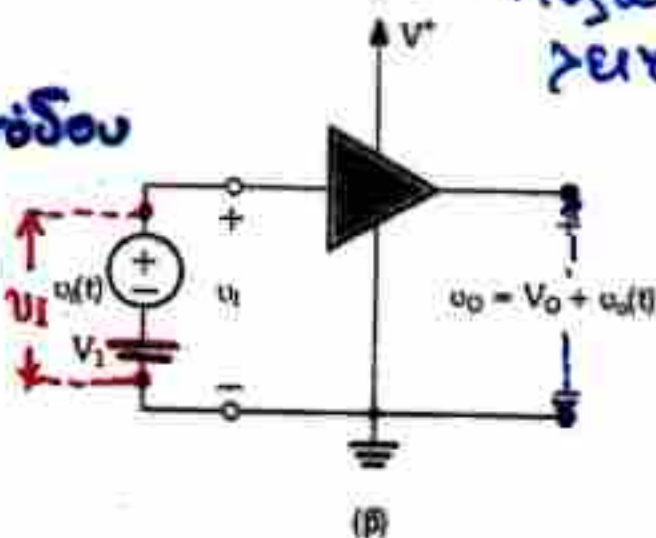


Ορική τάση εισόδου

Ποζωση για γραμμική
 λειτουργία

$v_i(t) = V_I + v_i(t)$

$v_o(t) = A_v v_i(t)$



Σχ. 1.12 (α) Χαρακτηριστική μεταφοράς ενισχυτή με σημαντική μη γραμμικότητα. (β) Για να επιτευχθεί γραμμική λειτουργία ο ενισχυτής ποζώνεται, όπως φαίνεται στο σχήμα, και το πλάτος του σήματος παραμένει μικρό.

Συμβολισμοί

Τεχνικά συγγραμμικά ποσότητες: $i_B, v_c(t)$

DC ποσότητες: I_B, V_C

Σήματα: $i_a, v_c(t), i_b(t)$

Παράδειγμα 1.1

Για ένα ενισχυτή δίδονται (δύο τροφοδοσίες)

$$V_{1,2} = \pm 10V \text{ (Πηγές τροφοδοσίας)}$$

$$V_{ip} = V_m \sin \omega t = 1 \sin \omega t \text{ (1V}_p\text{)}$$

$$V_{op} = V_{m_{out}} \sin \omega t = 9 \sin \omega t \text{ (9V}_p\text{)}$$

$$R_L = 1k\Omega$$

Ρεύμα που τρέχει σε ενισχυτή ∇

Πηγή τροφοδοσίας: $9.5mA = I_1, I_2$
 Ρεύμα εισόδου και ενισχυτή: $0.1mA$ (πύλη)

Σύμφωνα

1. Κέρδος τάσης A_v
2. Κέρδος ρεύματος A_i
3. Κέρδος ισχύος A_p
4. Ισχύ που παρέχεται
5. Ροή ενισχυτή
6. κηροδοσία

$$\textcircled{1} A_v = \frac{V_{op}}{V_{ip}} = \frac{9}{1} = 9V \quad \eta \quad A_v = 20 \log 9 \approx 19.1dB$$

Τροφή $\hat{I}_{m_{in}} = \frac{9V}{1k} = 9mA$ (σταθερία) $(\hat{I}_0 \rightarrow I_{peak})$

$$\textcircled{2} A_i = \frac{I_{op}}{I_{ip}} = \frac{9}{0.1} = 90 \quad \eta \quad A_i = 20 \log 90 = 39.1dB$$

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{9}{\sqrt{2}} V, \quad I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{9mA}{\sqrt{2}}$$

$$\textcircled{3} A_p = \frac{P_L}{P_i}$$

$$P_L = V_{rms} \cdot I_{rms} = 40.5mW \text{ (Ισχύς στο φορτίο)}$$

$$P_i = V_{i,rms} \cdot I_{i,rms} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{0.1}{\sqrt{2}} = 0.05mW \text{ (εισόδη)}$$

$$(3) \quad A_p = \frac{P_L}{P_i} = \frac{40.5}{0.05} = 810 \Rightarrow A_p = 10 \log 810 = 29.1 \text{ dB}$$

$$(4) \quad P_{dc} = \underbrace{(10 \times 9.5 + 10 \times 8.5)}_{\text{800 mW}} \cdot 10^{-3} = 190 \text{ mW}$$

$$(5) \quad P_{ac} = P_{dc} + P_i - P_L = 190 \text{ mW} + 0.05 \text{ mW} - 40.5 = 149.6 \text{ mW}$$

$$(6) \quad \eta = \frac{P_L}{P_{ac}} \cdot 100 = 21.3\%$$

ASKING

1.5 a 21

$$V_{ce} = V_{dc} = 15V$$

$$V_o = V_{ce} \sin \omega t = 12 \sin \omega t$$

V_o is a signal

$$R_L = 1k\Omega$$

$$I_{dc} = 8mA$$

P_{dc} ;

$$\eta = ;$$

$$P_{dc} + P_i = P_o + P_{ext} \Rightarrow P_{dc} = P_o + P_i$$

$$P_{dc} = 15V \times 8 \cdot 10^{-3} = 120mW$$

$$P_i = V_{rms} \times I_{rms} = \frac{6}{\sqrt{2}} \times \frac{6}{\sqrt{2}} = \frac{36}{2} = 18W$$

$$P_{ext} = 120mW - 18mW = 102mW$$

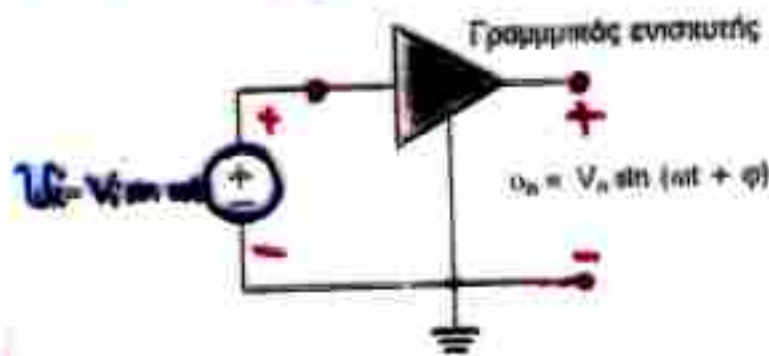
$$\eta = \frac{P_o}{P_{dc}} = \frac{18}{120} = 0.15 \text{ or } 15\%$$

$$P_{ext} = \frac{18W}{1.8} = 10mW$$

ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΕΝΙΣΧΥΤΗ

$$V_i = V_i \sin \omega t \quad |T(\omega)| = \frac{V_o}{V_i} \left| \begin{array}{l} \text{Συναρτηση} \\ \text{μεταφοράς} \end{array} \right| \quad V_o = V_o \sin(\omega t + \varphi)$$

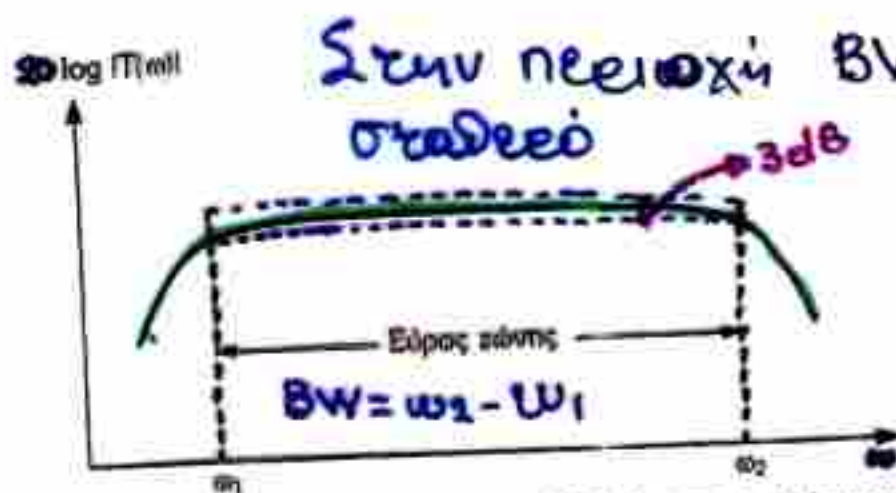
φ : φάση ή γωνία: $\angle T(\omega) = \varphi$



Γραμμικός ενισχυτής
 π.χ ηγίζουνο στην εισοδο \Rightarrow
 στην εξοδο ηγίζουνο και ίδιας
 συχνότητας.

Σχ. 1.21 Μέτρηση της απόκρισης συχνότητας ενός γραμμικού ενισχυτή. Στην συχνότητα ω , το κέρδος του ενισχυτή χαρακτηρίζεται από το πλάτος του (V_o/V_i) και τη φάση φ .

Η απομείωση του ενισχυτή σε ηγίζουνο συχνότητας ω
 περιγράφεται από τις εξισώσεις: $|T(\omega)|$, $\angle T(\omega)$



Στο BW το κέρδος πα-
 ρεινει σταθερο σε
 γι'α περιοχή (πάνω-κάτω)
 3dB

Σχ. 1.22 Τυπική απόκριση πλάτους ενισχυτή. $T(\omega)$ είναι η συνάρτηση μεταφοράς του, δηλαδή ο λόγος της εξόδου $V_o(\omega)$ προς την εισοδο $V_i(\omega)$.

Ανάλυση στο πεδίο συχνότητας

$$T(\omega) = \frac{V_o(\omega)}{V_i(\omega)} \quad \left. \begin{array}{l} \text{Το πλάτος } |T(\omega)| \text{ δίνει την απο-} \\ \text{μείωση πλάτους} \end{array} \right\}$$

Η φάση $\angle T(\omega)$ δίνει την απομείωση

Συνδεση αντιστάσεων πηνίου: sL
 — " — " — " πυκνωτή: $1/sC$ } οπότε $s = j\omega$

$$T(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} \quad \text{Συναρτηση μεταφοράς}$$