

Καλώς Ορίσατε στο

ΤΛ1001

Ηλεκτρονικά Στοιχεία

Λευτέρης Καπετανάκης



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
Ηλεκτρονικών Μηχανικών Τ.Ε.
Φθινόπωρο 2018

Γενική Εποπτεία του ΤΛ-1001

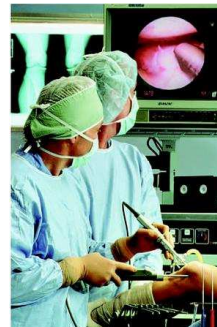
- ❑ Εισαγωγή στο γνωστικό αντικείμενο των **μικροηλεκτρονικών διατάξεων** και **κυκλωμάτων**
- ❑ Η Τεχνολογία της Μικροηλεκτρονικής έχει αλλάξει τον κόσμο
- ❑ Μερικά Παραδείγματα



Κινητά Τηλέφωνα



Διαδίκτυο



Επαναστατικές ιατρικές θεραπείες

ΤΛ1001 – 2018

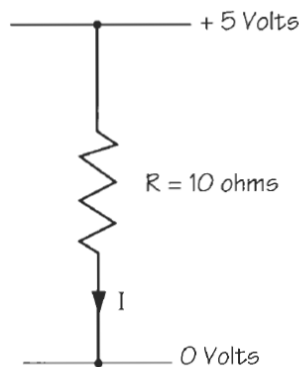
L0: Εισαγωγή

Ηλεκτρονικό Κύκλωμα

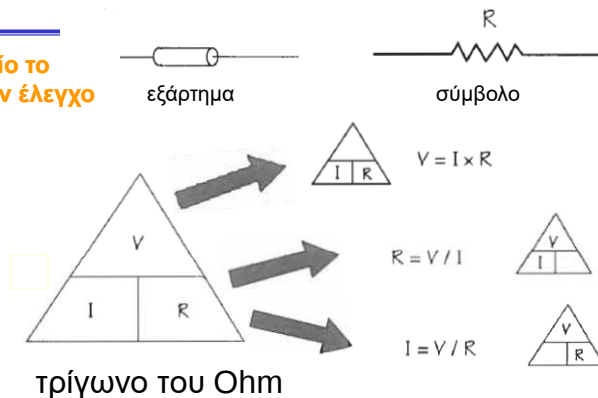
- Ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα αποτελείται από διάφορα ηλεκτρονικά στοιχεία όπως τρανζίστορ, αντιστάσεις, διόδους πυκνωτές, καθώς και αγωγίμα σύρματα για τις μεταξύ τους διασυνδέσεις.
- Η **αντίσταση** είναι ένα στοιχείο το οποίο χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της ροής του ρεύματος.
- Ο **Πυκνωτής** είναι ένα στοιχείο το οποίο μπορεί να αποθηκεύει ηλεκτρικό φορτίο, επομένως ηλεκτρική ενέργεια.
- Η **δίοδος** είναι ένα στοιχείο που επιτρέπει το ηλεκτρικό ρεύμα να περάσει από τη μια διεύθυνση, αλλά μπλοκάρει την κίνηση από την αντίθετη διεύθυνση. Έτσι, η δίοδος μπορεί να θεωρηθεί ως μια ηλεκτρονική εκδοχή της βαλβίδας. Για παράδειγμα, οι ανορθωτές κατασκευάζονται από διόδους, οι οποίες χρησιμοποιούνται για να μετατρέψουν το εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) σε συνεχές ρεύμα (DC).
- Το **τρανζίστορ** δουλεύει σαν ένας διακόπτης. Μπορεί να ενεργοποιήσει (ή να απενεργοποιήσει) την ροή του ηλεκτρικού ρεύματος ή να αυξομειώσει την ένταση του ρεύματος. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στους Η/Υ για την φύλαξη δεδομένων ή σε ενισχυτές στερεοφωνικών συγκροτημάτων για την ενδυνάμωση του ηχητικού σήματος.

Αντίσταση

Είναι ένα ηλεκτρονικό στοιχείο το οποίο χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της ροής του ρεύματος.



Νόμος του Ohm: $V = I \times R$
 $I = V/R$
 $I = 5 \text{ volts} / 10 \text{ ohms}$
 $I = 0.5 \text{ amps}$

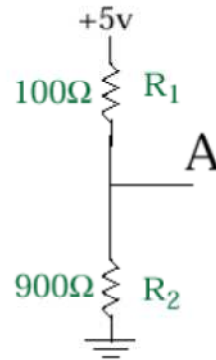
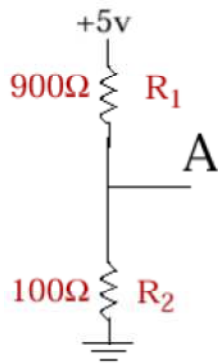


Το ηλεκτρόνιο χάνει ενέργεια καθώς διέρχεται μέσα από μια αντίσταση. **Η ενέργεια ανά μονάδα χρόνου είναι η ισχύς P .** Η απώλεια ισχύος μέσα σε ένα εξάρτημα είναι το γινόμενο τάσης και ρεύματος και η μονάδα μέτρησης είναι το Watt (W)

$$P = I V$$

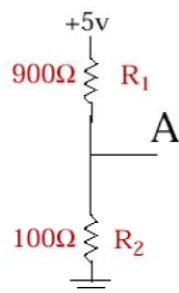
Παράδειγμα διαιρέτη τάσης

Βρείτε την τάση στο σημείο A σε σχέση με τη γείωση



Παράδειγμα διαιρέτη τάσης

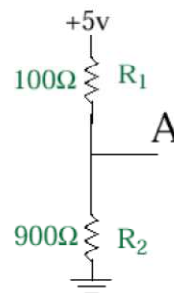
Βρείτε την τάση στο σημείο A σε σχέση με τη γείωση



$$V_1 = (900/1000) 5\text{v} = 4.5\text{v}$$

$$V_2 = (100/1000) 5\text{v} = 0.5\text{v}$$

$$V_{A-GND} = 0.5\text{v}$$



$$V_1 = (100/1000) 5\text{v} = 0.5\text{v}$$

$$V_2 = (900/1000) 5\text{v} = 4.5\text{v}$$

$$V_{A-GND} = 4.5\text{v}$$

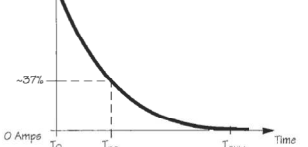
Πυκνωτής

Είναι ένα ηλεκτρονικό στοιχείο το οποίο μπορεί να αποθηκεύει ηλεκτρικό φορτίο.

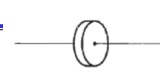
Χωρητικότητα $C \equiv \frac{Q}{V} = \epsilon \frac{A}{d}$



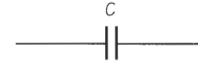
Ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα



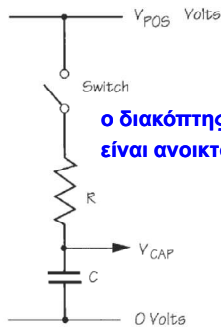
- Χρειάζεται χρόνος για τη φόρτιση / εκφόρτιση του πυκνωτή.
- Ο χρόνος φόρτισης / εκφόρτισης σχετίζεται εκθετικά με RC.
- Χρειάζεται ενέργεια για τη φόρτιση / εκφόρτιση του πυκνωτή.
- Η ενέργεια που αποθηκεύεται σε έναν πυκνωτή είναι $(1/2) CV^2$



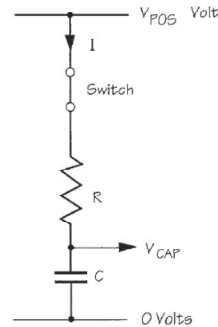
εξάρτημα



σύμβολο



ο διακόπτης είναι ανοικτός



Τη χρονική στιγμή T_0 ο διακόπτης κλείνει

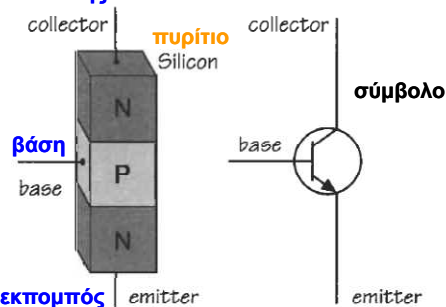
Διπολικό Τρανζίστορ Επαφής (BJT)

Δουλεύει σαν ένας διακόπτης. Μπορεί να ενεργοποιήσει (ή να απενεργοποιήσει) την ροή του ηλεκτρικού ρεύματος ή να αυξομειώσει την ένταση του ρεύματος.

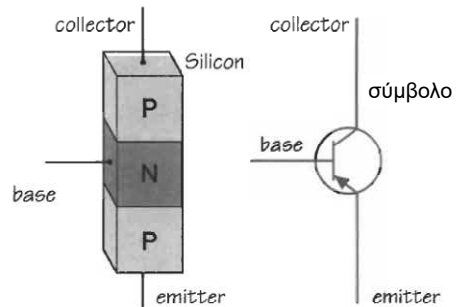


εξάρτημα

συλλέκτης



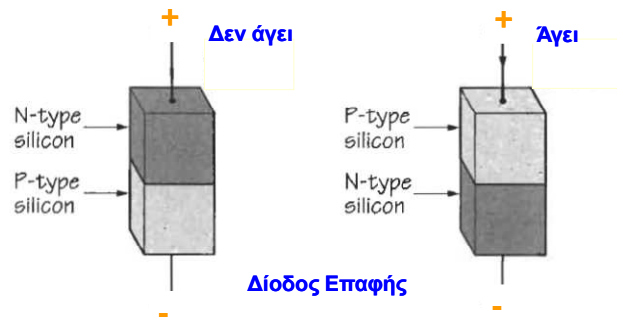
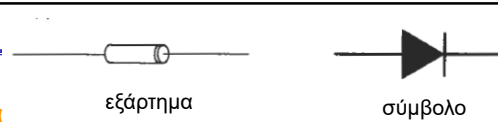
(a) NPN Bipolar Junction Transistor



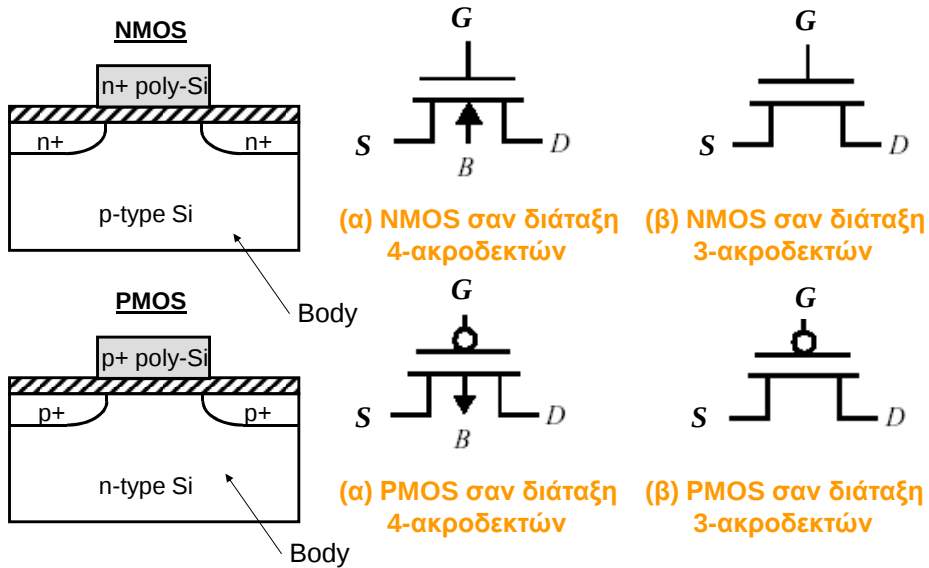
(b) PNP Bipolar Junction Transistor

Δίοδος

Είναι ένα στοιχείο που επιτρέπει το ηλεκτρικό ρεύμα να περάσει από τη μια διεύθυνση, αλλά μπλοκάρει την κίνηση από την αντίθετη διεύθυνση.



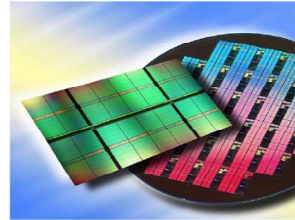
Κυκλωματικός συμβολισμός του MOSFET



Ολοκληρωμένο Κύκλωμα (Integrated Circuit ή chip)

❑ Το ολοκληρωμένο κύκλωμα δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένα πολύ προηγμένο ηλεκτρονικό κύκλωμα.

❑ Σε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα (Ο.Κ. ή τσιπ), όλα τα δομικά στοιχεία του κυκλώματος φτιάχνονται πάνω στην επιφάνεια ενός λεπτού δισκίου από ημιαγωγίμο υλικό.



1 Gbit DRAM from IBM

ΤΛ1001 – 2018

L0: Εισαγωγή

Βασικός Παράγοντας για την επιτυχία της

Μικροηλεκτρονικής: Ημιαγώγιμα Υλικά

❑ Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των ημιαγώγιμων υλικών:

- Κυμαίνεται μεταξύ των αγωγών και των μονωτών.
- Είναι ευμετάβλητη και επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, την πρόσπτωση φωτός & το βαθμό νόθευσης του ημιαγώγιμου υλικού.

Πυρίτιο (Si):
Το κλειδί για
την ανάπτυξη
των Ο.Κ.

2.33		28.086
	Si	
5.43		14
	$3s^2 3p^2$	
1683	DIA	625

• Φθινό και Άφθονο

το δεύτερο σε αφθονία χημικό στοιχείο στη γήινη φύση μετά το οξυγόνο, με ποσοστό 28% και το 7ο πιο άφθονο στοιχείο στο Σύμπαν

• Καταπληκτικές
μηχανικές, χημικές και
ηλεκτρικές ιδιότητες

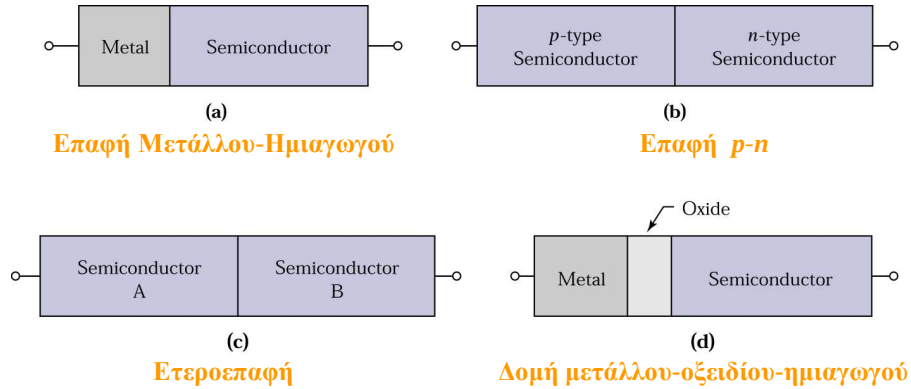
• Ίσως, το πιο γνωστό
υλικό στον άνθρωπο

ΤΛ1001 – 2018

L0: Εισαγωγή

Ηλεκτρονικά Στοιχεία (Διατάξεις) Ημιαγωγού

Βασικά δομικά μέρη



Semiconductor Devices, 2/E by S. M. Sze
Copyright © 2002 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

ΤΛ1001 – 2018

L0: Εισαγωγή

Μερικές σημαντικές διατάξεις ημιαγωγού σε χρονολογική σειρά

Year	Semiconductor Device ^a	Author(s)/Inventor(s)
1874	Metal-semiconductor contact ^b	Braun
1907	Light emitting diode ^b	Round
1947	Bipolar transistor	Bardeen, Brattain, and Shockley
1949	$p-n$ junction ^b	Shockley
1952	Thyristor	Ebers
1954	Solar cell ^b	Chapin, Fuller, and Pearson
1957	Heterojunction bipolar transistor	Kroemer
1958	Tunnel diode ^b	Esaki
1960	MOSFET	Kalng and Atalla
1962	Laser ^b	Hall et al
1963	Heterostructure laser ^b	Kroemer, Alferov and Kazarinov
1963	Transferred-electron diode ^b	Gunn
1965	IMPATT diode ^b	Johnston, DeLoach, and Cohen
1966	MESFET	Mead
1967	Nonvolatile semiconductor memory	Kahng and Sze
1970	Charge-coupled device	Boyle and Smith
1974	Resonant tunneling diode ^b	Chang, Esaki, and Tsu
1980	MODFET	Mimura et al.
1994	Room-temperature single-electron memory cell	Yano et al.
2001	20 nm MOSFET	Chau

Semiconductor Devices, 2/E by S. M. Sze
Copyright © 2002 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

ΤΛ1001 – 2018

L0: Εισαγωγή

Μηχανολογία μικροηλεκτρονικών κυκλωμάτων

Απλά μοντέλα διατάξεων τα οποία:

- Είναι βασισμένα στη φυσική, στην κίνηση των ηλεκτρονίων.
- Επιτρέπουν το σχεδιασμό αναλογικών και ψηφιακών κυκλωμάτων
- Επιτρέπουν τον προσδιορισμό της επίδρασης διαφόρων διακυμάνσεων των διατάξεων στην απόδοση του κυκλώματος.

ΤΛ1001 – 2018

L0: Εισαγωγή

Περιεχόμενα του ΤΛ1001

- ❑ **Φυσική ημιαγωγού :** Περιγραφή της συμπεριφοράς των ηλεκτρονίων στον ημιαγωγό (κυρίως, Si και GaAs) με τη βοήθεια της κβαντικής μηχανικής και των εξισώσεων του Maxwell.
- ❑ **Διατάξεις ημιαγωγού :** Περιγραφή της φυσικής και των χαρακτηριστικών βασικών διατάξεων (επαφή p-n, BJT, MOSFET).
 - Όλες αυτές οι διατάξεις έχουν ηλεκτρικές επαφές εξωτερικής πρόσβασης, οι οποίες ορίζονται επακριβώς και ονομάζονται ακροδέκτες.
 - Με τη βοήθεια της φυσικής, μπορούμε να κατανοήσουμε τη σχέση μεταξύ του ρεύματος και της τάσης που μετριέται σε κάθε ακροδέκτη, και να μοντελοποιήσουμε την ηλεκτρική συμπεριφορά της διάταξης.
- ❑ **Βασικά κυκλώματα διατάξεων ημιαγωγού :** Περιγραφή και λειτουργία βασικών κυκλωμάτων διόδων και τρανζίστορ.
 - Αναπαριστώντας τη διάταξη με ένα μοντέλο ρεύματος-τάσης, μπορούμε να αγνοήσουμε την κίνηση των μεμονωμένων ηλεκτρονίων και
 - Να συναρμολογήσουμε τις διάφορες διατάξεις, με σκοπό τη δημιουργία διαφόρων χρήσιμων κυκλωμάτων, όπως είναι οι ενισχυτές

ΤΛ1001 – 2018

L0: Εισαγωγή

Βασικό Βιβλίο

- ❑ A. Malvino, D.J. Bates "Ηλεκτρονική", 8η έκδοση
Εκδ. Τζιόλα, Θεσ/νίκη 2016

Βιβλιογραφία ΤΛ1001

Ελληνόγλωσση

- ❑ A. Malvino, D.J. Bates, "Ηλεκτρονική", 8η έκδοση, Εκδ. Τζιόλα, Θεσ/νίκη 2016
- ❑ R.C.Jaeger, T. Blalock. ΜΙΚΡΟΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ, 5η έκδοση, Εκδ. Τζιόλα, 2017
- ❑ Σ. Λουτρίδης, "Εισαγωγή στα Ηλεκτρονικά", 2η έκδ. Εκδ. Τζιόλα, 2017
- ❑ Γιάννης Χαριπάντης ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ II Παν. Εκδ. ΑΡΑΚΥΝΘΟΣ (2007)
- ❑ Boylestad R., Nashelsky L., Ηλεκτρονικές Διατάξεις και Θεωρία Κυκλωμάτων, 10^η έκδοση, Εκδ. Τζιόλα, 2012.
- ❑ Μακρής Ι. Π. Ηλεκτρονικά Στοιχεία-Σημειώσεις
- ❑ Σημειώσεις Εργαστηρίου

Ξενόγλωσση

- ❑ Streetman B. SOLID STATE ELECTRONIC DEVICES, 6th Edition Prentice Hall, 2005
- ❑ Sze S. M. SEMICONDUCTOR DEVICES: PHYSICS AND TECHNOLOGY , 2nd Edition Wiley , 2002
- ❑ Chenming C. Hu-Modern Semiconductor Devices for Integrated Circuits- Pearson (2009)

ΤΛ1001 – 2018

L0: Εισαγωγή

Βαθμολογία

❑ Τελικός βαθμός

- | | |
|--|-----------|
| – Ενδιάμεση Εξέταση (προαιρετική πρόοδος, Α Μέρος) | 40% |
| – Τελική Εξέταση (Α+Β Μέρη) | 80% (40%) |
| – Ασκήσεις | 20% |

ΤΛ1001 – 2012

L0: Εισαγωγή

Δομή Μαθήματος

- ❑ Εισαγωγή και γρήγορη επισκόπηση της απαραίτητης φυσικής (2-εβδομάδες)
- ❑ Φορείς ρεύματος στους καθαρούς ημιαγωγούς (1,5-εβδομάδες)
- ❑ Νόθευση (Προσμίξεις) στους ημιαγωγούς (1,5-εβδομάδες)
- ❑ Επαφές p-n (2-εβδομάδες)
- ❑ Εφαρμογές των επαφών p-n, (LEDs, Solar Cells, κτλ.) (1-εβδομάδα)
- ❑ Κυκλώματα Διόδων (1-εβδομάδα)
- ❑ Διπολικά Τρανζίστορ Επαφής (BJT) (1-εβδομάδα)
- ❑ Βασικά Κυκλώματα BJT (1-εβδομάδα)
- ❑ MOS Τρανζίστορ Επίδρασης Πεδίου (MOSFET) (1-εβδομάδα)
- ❑ Βασικά Κυκλώματα MOSFET (1-εβδομάδα)

ΤΛ1001 – 2010

L0: Εισαγωγή

Διαλέξεις

- ❑ Ενθαρρύνεται και αναμένεται η παρακολούθηση και η συμμετοχή από όλους σας.
 - Θα γίνουν 2X13 μαθήματα
 - Τόπος Αίθουσα 1 (αμφιθέατρο)
 - Ημέρες → Τρίτη (18:00-21:00)

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Στις διαφάνειες των διαλέξεων χρησιμοποιείται διδακτικό υλικό το οποίο έχει δανειστεί από διάφορα εκπαιδευτικά βιβλία και διαδικτυακές σελίδες. Ο εισηγητής δεν έχει καμιά αξίωση κατοχής του υλικού αυτού και το χρησιμοποιεί μόνο για λόγους διδασκαλίας εντός της τάξης. Οι εικόνες και οι πίνακες είναι κτήμα διαφόρων συγγραφέων και παρέχονται στον αντίστοιχο δικτυότοπό τους.

ΤΛ1001 – 2010

L0: Εισαγωγή