Dispositivi elettronici

ELEMENTI USATI: SEMICONDUTTORI es SILICIO

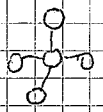
↓

PROPRIETÀ INTERMEDIE (ELETTRICHE) FRA ISOLANTE E CONDUTTORE: SONO TETRAVALENTI (4 el. su ORBITA EST.)

↓

LEGAMI FORTI FRA ATOMI ADIACENTI (COVALENTI)

↓


TETRAEDRO

IN NATURA SI TROVA IL SILICIO IN FORMA DA ISOLANTE

NB $T = 0°K$

SE $T \nearrow$ ex: $T = 25°C$ ← LA VIBRAZIONE TERMICA ROMPE UN NUMERO DI LEGAMI DA LEGAME COVALENTE (ENTRATE IN SUPERFICIE)

↓

SE CIÒ ACCADE RIMANE UNA POSIZIONE DOVE DA e^- È CARICA + (DEL LEGAME COV. INCOMPLETO)

↓

LACUNA

CONDUZIONE POSSIBILE → CAUSATA DA AGITAZIONE TERMICA È POSSIBILE AUMENTARE LA CONDUCIBILITÀ?

DROGAGGIO ~> INSERIRE IN SEMICOND. IMPURITÀ CHIMICHE 3 o 5 IN % INFINITESIMALE

DI TIPO N

ARSENICO DI e^- IN SEMIC. AGGIUNGIAMO IMPURITÀ PENTAVALENTI

ES FOSFORO ~> SE UN ATOMO DI FOSFORO SOSTITUISCE UNO DI SI 4 DEI SUOI e^- FORMANO LEGAMI COVALENTI MENTRE 1 e^- RIMANE LIBERO DI MUOVERSI NEL RETICOLO CRISTALLINO.

PIANO DI IMPUREZZA => 1 e^- DONATO (ATOMO DONATORE)

↓

PARTECIPA A CONDUZIONE

↓

RESTA UN e^- E DIVENTA IONE IMMOBILE +

A CAUSA DI AGITAZIONE TERMICA SONO PRESENTI ANCHE LACUNE MA < e^-

LACUNE MINORITARIE

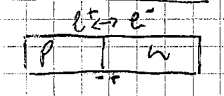
e^- MAGGIORITARI

DI TIPO P

ARRICCHISCO DI BORO -> IMPURITÀ TRIVALENTI SU BORO 3 LEGAMI LI FA IL BORO E IL 4° VIENE PRESO DAGLI e^- VAGANTI PER AGITAZIONE TERMICA -> IL BORO ACCETTA UN e^-, DIVENTA IONE IMMOBILE NEGATIVO (ACCETTORE) ~> LACUNA DIVENTA CARICA MAGGIORITARIA

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

GIUNZIONE PN



DATO UNA BARRIERA SEMICONDUTTRICE → OTTENUTO MODO SPONTANEO DI CARICHE (DIFFUSIONE) NELLE VICINANZE DELLA GIUNZIONE [$e^- \rightarrow p$ (RICOMBINAZIONE l^+) E VICEVERSA]

ALLONTANO DALLA GIUNZIONE GLI IONI IMMOBILI RIMANENDO NON NEUTRALIZZATI → GENERANO UN CAMPO ELETTRICO RESPONSABILE DELLA CREAZIONE DI UNA BARRIERA DI POTENZIALE ⇝ OSTACOLO PER DIFFUSIONE. LA REGIONE INVOLONTARIA DI CARICHE NOTA VIENE DETTA DI SVUOTAMENTO

DIODI COME NASCONO?

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

POLARIZZAZIONE DIRETTA



FORNISCE e^- ALLA REGIONE N

FORNISCE LACUNE A P (RICEVE e^-)

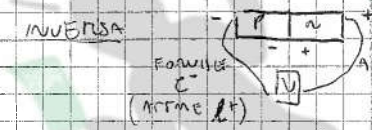
BARRIERA → DIMINUISCE BARRIERA DI POTENZIALE RICOMINCIANO l^+ E e^- CHE MIGRANO A CAUSA DELLA GIUNZIONE

↓ CONSENTE CIRCOLO DELLE CARICHE MAGGIORMENTE

PER AVERE CORRENTE APPREZZABILE $V > V_\gamma = 0{,}7V$

SUPERANDO V_γ LA I AUMENTA ESPONENZIALMENTE

POLARIZZAZIONE INVERSA

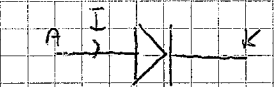


⇒ SI ALLARGA LA REGIONE DI SVUOTAMENTO FINO AD EGUAGLIARE BARRIERA DI POTENZIALE A V

↓ DIFFUSIONE ~~CARICHE~~ DI CARICHE MAGGIORITARIE IMPEDITA

SI ORIGINA COMUNQUE UNA PICCOLA CORRENTE DOVUTA ALLE CARICHE MINORITARIE CHE DIPENDE DALLA T°: SE T° ↗ AUMENTA I_S (CORRENTE INVERSA DI SATURAZIONE)

DIODO A GIUNZIONE

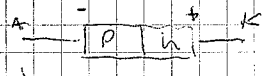


(ANODO A, CATODO K)

- DISP. A 2 TERMINALI, COMPORTAMENTO OPPOSTO IN $f(V)$ APPLICATO:

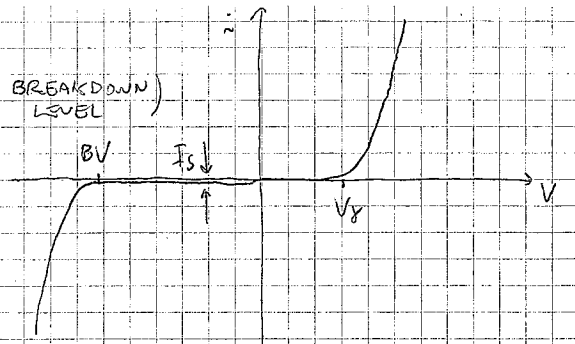
  SE $V_{AK} > 0$ ⇒ CORTOCIRCUITO

  SE $V_{AK} < 0$ ⇒ CIRCUITO APERTO



- È COSTITUITO DA UNA GIUNZIONE PN OTTENUTA IN VETRO CON 2 TERMINALI
- SE IL DIODO È POLARIZZATO DIRETTAMENTE SCORRE UNA CORRENTE I
  " " " " INVERSAMENTE " " " $I_S \simeq 0$ ($f(T°)$)

(2)



PER CONTINUITÀ FUNZ $V > BV$

(ANCHE I DIODI NORMALI FUNZIONANO IN ZONA DI BREAKDOWN)

↓

IN QUESTA ZONA $V_C \simeq$ COST (DIODI ZENER)

- DIODO NON SEGUE LEGGE DI OHM ($V = R \cdot I$) MA È UNIDIREZIONALE, INFATTI

$$I = I_S \cdot \left(e^{\frac{V_{AK}}{\eta \cdot V_T}} - 1 \right)$$

η: FATTORE DI IDEALITÀ; V_T: TENSIONE TERMICA $\left[V_T = \frac{K \cdot T^\circ}{q} \right]$ (K: BOLTZMANN; q: CARICA e^-)

- SE LA POLARIZZAZIONE È DIRETTA E $V_{AK} > 0$ E $V_{AK} \gg \eta V_T \Rightarrow e^{\frac{V_{AK}}{\eta V_T}} \gg 1$

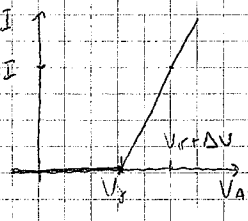
E QUINDI $I = I_S e^{V_{AK}/\eta V_T}$

- SE LA POL. È INVERSA $V_{AK} < 0 \Rightarrow e^{V_{AK}/\eta V_T} \ll 1 \Rightarrow I = -I_S$

- $V_{AK} = 0 \Rightarrow I = 0$

CIRCUITO EQUIVALENTE DI UN DIODO

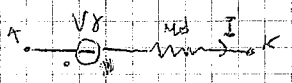
- POLARIZZAZIONE INV CON I_S TRASCURABILE $\Rightarrow$ CIRCUITO APERTO
- POLARIZZAZIONE DIRETTA ? DIPENDE DA QUANTO IDEALE, 3 CURVE:



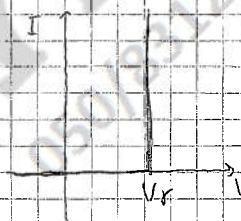
$\frac{\Delta V}{\Delta I} = R_d$ ↓ RESISTENZA DIFFERENZIALE

$V = V_\gamma + \Delta V = V_\gamma + \Delta I \cdot R_d = V_\gamma + I R_d$

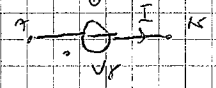
EQUIVALENZA

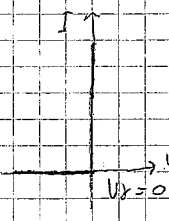


MODELLO PER GRANDI SEGNALI



CASO DI PRIMA CON $R_d = 0$

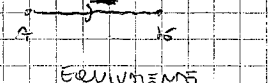




$V_{AK} > V_\gamma = 0$

$R_d = 0$

DIODO IDEALE



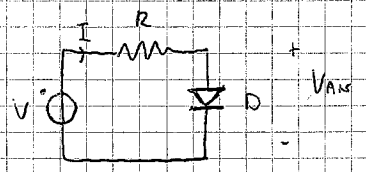
EQUIVALENZA

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

CIRCUITI CON I DIODI

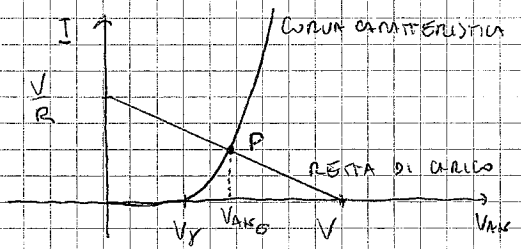
MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 368 9837745

RICERCA DEL PUNTO DI LAVORO - VIA GRAFICA



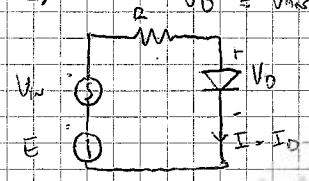
$\rightarrow V = RI + V_{AK}$

$I = \frac{V}{R} - \frac{V_{AK}}{R} = \frac{V - V_{AK}}{R} \quad \left[I = f(V_{AK}) \right]$



P = PUNTO DI LAVORO (RIPOSO)

VIA ITERATIVA (UTILE IN ONDINA, CALCOLI GIÀ AUTOMATICI)



$\rightarrow V_D = V_{AK} = E - RI_D$ CON $I_D = I_S \left[e^{\frac{V_D}{\eta V_T}} - 1 \right]$ SE DIODO È POL. DIR. TRASCURO IL -1

$\left(E = V_D + RI_D \right)$

$I_D = \frac{E - V_D}{R}$

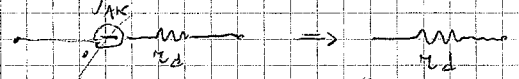
$\frac{E - V_D}{R} = I_S \, e^{V_D/\eta V_T}$

$\ln \frac{E - V_D}{RI_S} = \frac{V_D}{\eta V_T}$

$\rightarrow \begin{cases} V_D^{(n+1)} = \eta V_T \ln \frac{E - V_D^{(n)}}{RI_S} \\ V_D(0) = 0{,}7 \\ I_D = I_S \left[e^{\frac{V_D^{(n+1)}}{\eta V_T}} \right] \end{cases}$

METODO IT.

- ORA VOGLIO OTTENERE DEI G.E.V. VARIABILI NEL TEMPO, CON DIODO POLARIZZATO OTTENGO UN MODELLO

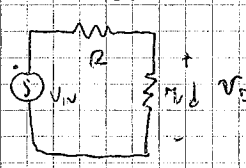


(MODELLO PER PICCOLI SEGNALI)

DEVO CALCOLARE $r_d = \left. \frac{\partial V_D}{\partial I_D} \right|_{I_D = I_D}$

$\Rightarrow V_D = \eta V_T \ln \left(\frac{E - V_D}{RI_S} \right)^{I_D} = \eta V_T \ln \frac{I_D}{I_S} \Rightarrow r_d = \eta V_T \frac{I_S}{I_D} \cdot \frac{1}{I_S} = \frac{\eta V_T}{I_D}$

IL CIRCUITO PER PICCOLI SEGNALI DIVENTA →

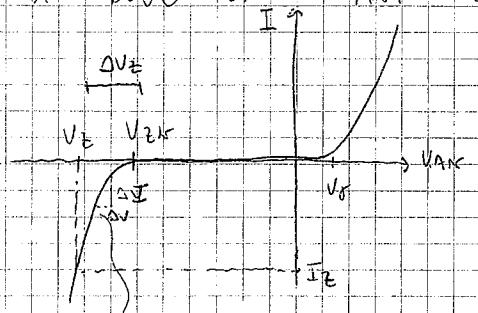


PARTITORE

$V_D = V_{IN} \frac{r_d}{r_d + R} \Rightarrow \boxed{v_D(t) = V_D + v_D}$

(3) **DIODO ZENER**

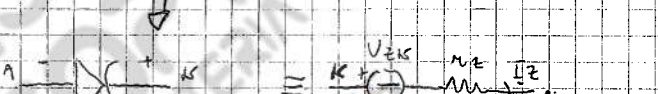
FACENDO PER QUANTO IN ZONA DI BREAKDOWN (CIOÈ INVERSA)
DATA QUANTOMÈ POSSIBILMENTE INDIPENDENTE E COSTANTE ANCHE SU UNA
CUI LA ZONA DI FUNZIONAMENTO È MOLTO RIPIDA → IL CAMPO È
È IN GRADO DI LIBERARE COPPIE $e^- - l^+$ DAI LEGAMI COV. È
PER QUESTO ZENER SI USA CIRCUITALE DI COMUNE (A SECONDA
DI DOVE LA COPPIA VIENE LIBERATA (n o p)



- PER $V < V_{ZK}$ ENTRIAMO IN ZONA BREAKDOWN E I AUMENTA IN MODULO
- $V_Z = V_{ZK} + \Delta V_Z = V_{ZK} + r_Z \Delta I_Z = V_{ZK} + r_Z I_Z$ LINEARIZZAZIONE

V_{ZK} TENSIONE DI GINOCCHIO

$\frac{\Delta V}{\Delta I} = r_Z$ RESISTENZA DIFFERENZIALE DI ZENER



RADDRIZZATORE

SISTEMA ALIMENTATO DA UNA SIN A V_M NULLO CON USCITA UGUALE A UNA TENSIONE CON V_{MM} COMPONENTE CONTINUA È UNA A UNA NULLO DEFINITA RIPPLE (ONDULAZIONE RESIDUA)

QUANTIFICARE IL RIPPLE: DEFINIAMO FATTORE DI ONDULAZIONE $FR = \frac{\text{VAL. eff ONDULAZIONE}}{\text{COMP. CONTINUA USCITA}}$

IDEALMENTE $FR = 0$

$\eta_R = 1$ EFFICIENZA DI RADDRIZZAMENTO $\eta_R = \frac{\text{POTENZA USCITA}}{\text{''}\ \text{ENTRATA}}$

ALL'USCITA ABBIAMO $v_U(t) = V_U + v_U$ (COMP CONT, UNA RESID. $\Rightarrow$ LA CHIAMO $v(t)$) DOVERE A TENSIONE CONTINUA

CON $\overline{v_U} = \frac{1}{T}\int_0^T v_U(t)\,dt$ V. MEDIO

$v_{Ueff} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T (v_U(t))^2 dt}$ Veff

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

QUINDI $v_{Ueff}^2 = \frac{1}{T}\int_0^T (V_U + v_U)^2 dt = \frac{1}{T}\int_0^T V_U^2 + 2V_U v(t) + v^2(t)\,dt =$

$= V_U^2 + \frac{2V_U}{T}\int_0^T v(t)\,dt + \frac{1}{T}\int_0^T v^2(t)\,dt = V_U^2 + R^2_{eff}$

$\frac{2V_U}{T}\int_0^T v(t)\,dt$: V. MEDIO DI $v(t)$ È NULLO

$\frac{1}{T}\int_0^T v^2(t)\,dt$: R^2_{eff}

COMUNQUE $V_{eff}^2 = V_U^2$