SRO

JORDI UBACH FONT

10/11/06

1/2

PRÀCTICA 1

$\lambda = 435{,}8$ nm (añil)

$\lambda = 2159$ nm (infrarrojo)

$492 < \lambda < 577$ nm (verde)

E_0, E_1, E_2

a)

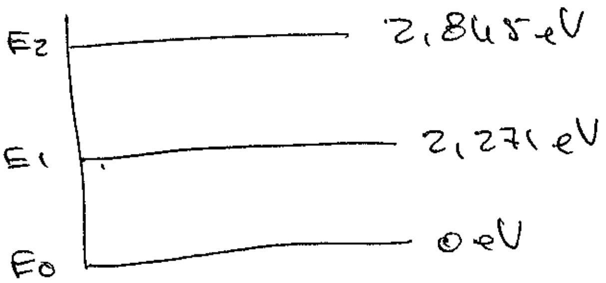
Sabemos que $E\,(eV) = \dfrac{1{,}24}{\lambda\,(\mu m)}$ ΔE

Si nos dan que $E_1 = 2{,}271$ eV. podemos deducir que esta energía corresponde a longitud de onda de:

$\lambda\,(\mu m) = \dfrac{1{,}24}{2{,}271} = 546$ nm que corresponde al color verde $\rightarrow$ $\boxed{\lambda = 546\ nm}$

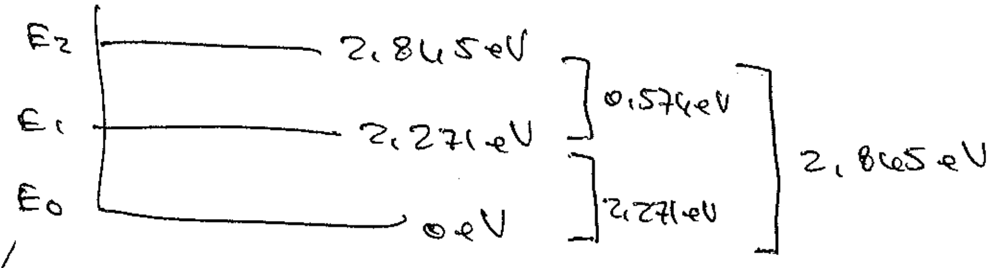
Para $E_2 = 2{,}845$, hacemos lo mismo y nos da que $\lambda\,(\mu m) = \dfrac{1{,}24}{2{,}845} = 435{,}8$ nm que corresponde a la longitud de onda del añil

$\boxed{\lambda = 435{,}8\ nm}$



También hubiéramos podido usar $\Delta E = h \cdot f$ donde $f = \dfrac{c}{\lambda}$ y sacar la energía

b) En este apartado, tenemos que ver cuales son las ~~incrementos~~ variaciones de energía que hay entre cada nivel.



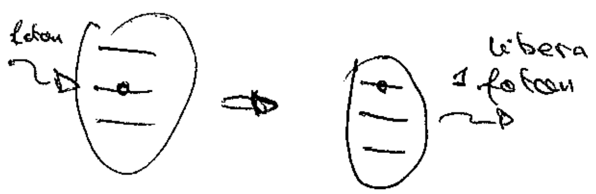
1/2

$E_2 - E_1 = 0,574\,eV$

$E_1 - E_0 = 2,271\,eV$

$E_2 - E_0 = 2,845\,eV$

Para $\lambda = 2,159\,\mu m$ Sabiendo que $E = \frac{1,24}{\lambda}$ encontramos la energía $E = \frac{1,24}{2,159} = 0,574\,eV$, vemos que corresponde a ~~la~~ $E_2 - E_1$. En este caso el atomo que esta en E_1 sobira al nivel E_2, fenomeno llamado "~~Emision espontanea~~", Al subir, el a~~tomo libera~~ aparece la emision de 1 foton.



Para $\lambda = 517\,nm \rightarrow E = \frac{1,24}{0,517} = 2,39\,eV$

En este caso no pasara nada, ya que la longitud de onda del foton no corresponde con ninguna variacion de niveles.

SRO

JORDI OBACH FONT

10/11/06

2/2

TEMA 1

c)

$$\frac{N_1}{N_0} = 9{,}2 \cdot 10^{-6}$$

$N = 2{,}62 \cdot 10^{17}$ atomos

3/5 $\tau_1 = 1 \cdot 10^{-8}$ s

El fenomeno que tenemos es que ~~la~~ la población se encuentra el estado fundamental E_0, y al subir la temperatura se crea una absorción estimulada que hace que ~~los~~ atomos suban al nivel E_1 y al cabo de un tiempo vuelvan a bajar a E_0 ← ¿Por qué? emitiendo un foton con el fenomeno explicado en ~~(b)~~. ✗

$N_0 = N$ = población con atomos totales.

Tenemos que encontrar N_1 para encontra

$P = \frac{\# \text{fotones}}{T} \cdot E\,(J)$ donde $\#$ fotones $= N_1$

$$\frac{N_1}{N_0} = e^{-\frac{E_1 - E_0}{KT}} \cancel{\Rightarrow N_1 = 2{,}62}$$

$\frac{N_1}{N_0} = 9{,}2 \cdot 10^{-6}$

$N_1 = 9{,}2 \cdot 10^{-6} \times 2{,}62 \cdot 10^{17}$

$N_1 = 2{,}23 \cdot 10^{12}$ atomos.

$$\Rightarrow P = \frac{2{,}23 \cdot 10^{12}}{\tau_1} \times E_1 - E_0 \times 1{,}602 \cdot 10^{-19}$$

$$P = 2{,}23 \cdot 10^{20} \times 2{,}271 \times 1{,}602 \cdot 10^{-9}$$

$$\boxed{P = 81{,}13\ W}$$

✓

SRO

JORDI UBACH FONT

10/11/06

5,5

PROBLEMA 2

1) $R\ (A/W) = \eta\ \frac{\lambda_{\mu m}}{1{,}24}$

eficiencia cuántica $\eta = \frac{\#\ \text{pares}\ e^- - h^+\ \text{generado}}{\#\ \text{fotones incidente}}$

1,5/2

$R = \frac{I}{P} = \frac{\frac{\#\ e^-}{T} \cdot |q\ e^-|}{\frac{\#\ \text{fotones}}{T} \cdot E} = \eta\ \frac{q\ e^-}{E(J)}$

carga e^- $1{,}602 \cdot 10^{-19}$

energía en (J)

? ?

$[E]$ en eV $\Rightarrow E(eV) = \frac{1{,}24}{\lambda(\mu m)} \Rightarrow R\ (A/W) = \eta \cdot \frac{\lambda(\mu m)}{1{,}24}$

2)

3) NRZ $R = A/W = 0{,}66\ A/W$

$V = 2\,\text{Gbps} \rightarrow 1/2\,\text{Gbps} = 500\,\text{ps}$

$P(1) = -48\,\text{dBm} \rightarrow P(1) = 15{,}85\,\text{nW}$

Como mínimo $3\,e^-$ para conmutar del 'ϕ' al '1'

Primero tengo que encontrar a partir de

$P(z) = \dfrac{z_m^{z}\, e^{-z_m}}{z!}$ el valor de z_m que es el

e^- de la intensidad:

Si $P = 15{,}85\,\text{nW}$ ✓

$I = R \cdot P \Rightarrow 0{,}66 \times 15{,}85\,\text{nW} = \boxed{10{,}61\,\text{nA}}$ ✓

$I = \dfrac{\# e^-}{T} \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19} \Rightarrow \dfrac{\# e^-}{T} = 66{,}23 \cdot 10^{9}$ electrons

$z_m = \dfrac{66{,}29 \cdot 10^{9}\ \text{electrons}}{500\,\text{p}} = \cancel{0{,}033}\ e^-$

3/5

Cuando encuentro $z_m = \# e^-$

$$P(z<3) = P(z \leq 2) = \left(\frac{z_m^{0} \cdot e^{-z_m}}{0!} + \frac{z_m^{1} \cdot e^{-z_m}}{1!} + \frac{z_m^{2} \cdot e^{-z_m}}{2!} \right)$$

el resultado es la probabilidad de error.
para recibir un '1'

$p(z<3) = 0{,}967 + 0{,}0319 + 5{,}27 \cdot 10^{-4} = 0{,}9949 = \boxed{99\%}$

(~~prob de error 0,1%~~)

SRO

JORDI UBACH FONT 10/11/06

3,5

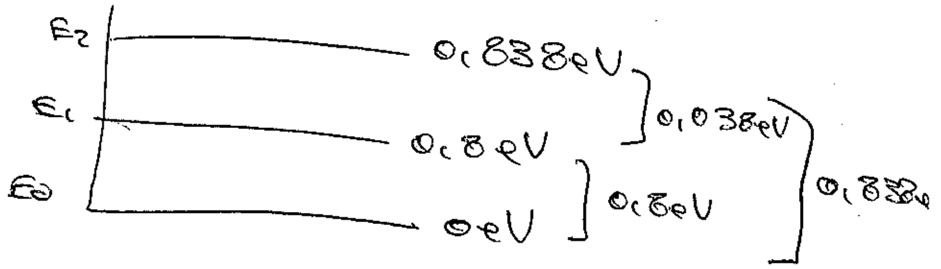
TÉCNICA 3

EDFA

$E_0 = 0\,eV$

$E_1 = 0{,}8\,eV$

$E_2 = 0{,}838\,eV$



$\Delta E_2 - E_1 = 0{,}038\,eV$

$\Delta E_2 - E_0 = 0{,}838\,eV$

$\Delta E_1 - E_0 = 0{,}8\,eV$

a)

Despues de calcular las variaciones de niveles, busco $E(eV) = \frac{1{,}24}{\lambda(\mu m)}$ de cada ~~foton~~ :

* $E(eV) = \frac{1{,}24}{1{,}48} = 0{,}838\,eV$ en este caso el ion que esta en E_0 subira hasta el nivel E_2 provocando una absorcion estimulada

1,5/2

* $E(eV) = \frac{1{,}24}{1{,}48} = 0{,}838\,eV$ no ocurre nada ya que en E_1 no existe ninguna variacion para esta ~~lon~~

* $E(eV) = \frac{1{,}24}{1{,}55} = 0{,}8\,eV$. ~~Con~~ el atomo que se encuentra en E_0, pasara que subira hasta el nivel E_1 provocando una absorcion estimulada.

* $E(eV) = \frac{1{,}24}{1{,}55} = 0{,}8\,eV$ el atomo que ~~se~~ encuentra en E_1 bajara hasta el nivel E_0 provocando una ~~emision espontanea~~ y liberando un foton

b) La inversion de poblacion es necesaria para que tenga lugar amplificacion ya que cuando
0,5/2 inyectamos una potencia queremos que a la salida este amplificada, pero al cabo de un rato, si no hay inversion de poblacion se ~~iria~~ perderia poco a poco la ganancia. ~~ya que los atomos~~

Aqui es donde interviene la potencia de bombeo que ayuda a estimular los atomos hasta el nivel 2 en cual el tpo de vida es muy pequeño y baja al ~~estado~~ estado 1 donde se forma la inversion de poblacion.

Del nivel 1 al ϕ, el instante ~~es~~ el nivel 1 metaestable para guardar un rato los atomos y que se pueda crear el fenomeno de inversion de poblacion

c)

$$P_{bombeo} = \frac{\# \text{fotones}}{T} \cdot (E_2 - E_0) J \Rightarrow \frac{120 \cdot 10^{-3}}{0{,}838 \times 1{,}602 \cdot 10^{-19}} = 8{,}93 \cdot 10^{17} \frac{\text{fotones}}{T}$$

$$P_{res} = \# \frac{\text{foto}}{T} \cdot E_2 - E_0 \Rightarrow \frac{28{,}65 \cdot 10^{-3}}{0{,}838 \times 1{,}602 \cdot 10^{-19}} = 2{,}13 \cdot 10^{17} \frac{\text{fotones}}{T}$$

$$\Rightarrow 8{,}93 \cdot 10^{17} - 2{,}13 \cdot 10^{17} = 6{,}8 \cdot 10^{17} \text{ fotones}$$

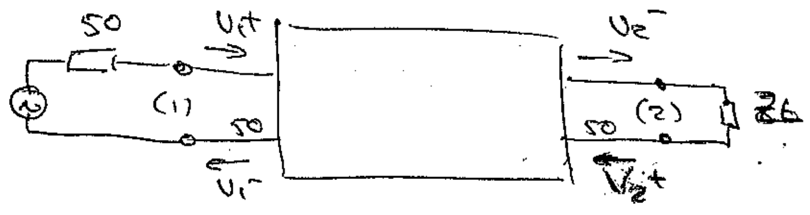
$$P = 6{,}8 \cdot 10^{17} \times (0{,}8\cancel{38} \times 1{,}602 \cdot 10^{-19}) = 91{,}28 \text{ mW}$$

1,5/3 Potencia perdida = 91,28 mW

JORDI UBACH
11/01
2/3
9

Mínim S

Aislado : $S = \begin{bmatrix} 0{,}07 & -j\,0{,}071 \\ -j\,0{,}966 & 0{,}07 \end{bmatrix}$



A l'entrada hi ha adaptació podem dir que

$P_{disp.} = P_1^+ = 10^{6/10} \cdot 10^{-3} = \boxed{3{,}98\ mW}$ ✓

a)

- Tenim una carga $Z_L = 50$, podem dir que no hi haura ona reflexada $\Rightarrow V_2^+ = \phi$ ✓
- Per trobar la $P_{disipada}$ sabem que es igual a : $P_{dis} = P_1^+ - P_1^- - P_2^-$ ✓ (lo que entra menys lo que surt)
- $P_1^+ = P_{disp} = 3{,}98\ mW$ ~~...~~ ?
- $P_1^- \Rightarrow |S_{11}|^2 = \dfrac{P_1^-}{P_1^+} \Rightarrow \boxed{P_1^- = P_1^+\,|S_{11}|^2}$
- $P_2^- \Rightarrow |S_{21}|^2 = \dfrac{P_2^-}{P_1^+} \Rightarrow \boxed{P_2^- = P_1^+\,|S_{21}|^2}$

$\Rightarrow P_{disi} = P_1^+\left(1 - |S_{11}|^2 - |S_{21}|^2\right) =$

$= 3{,}98\,mW\,(1 - 4{,}9 \cdot 10^{-3} - 0{,}933)$

5/5

$= \boxed{0{,}246\ mW} = \boxed{-6{,}09\ dBm}$ ✓

b)

En aquest cas $Z_L = 75\,\Omega$, això vol dir que sí tindrem onda reflexada a la carga.

$$\rho_L = \frac{75-50}{75+50} = 0{,}2$$

$$P_L = P_{disp} \cdot \frac{|S_{21}|^2 (1-\cancel{|\rho_G|^2})(1-|\rho_L|^2)}{|(1-\cancel{\rho_G S_{11}})(1-\rho_L S_{22}) - \rho_G \rho_L \cancel{S_{21} S_{12}}|^2}$$

$\rho_G = \phi$ ja que està adaptat.

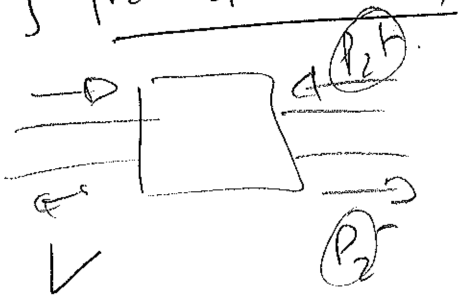
$$P_L = 3{,}98\,mW \cdot \frac{0{,}966^2 (1-0{,}2^2)}{|1-0{,}2\cdot 0{,}07|^2} = 3{,}98\,mW \,\frac{0{,}896}{0{,}972}$$

$\boxed{P_L = 3{,}67\,mW}$ $\quad P_L = P_2^- - P_2^+$

$\cancel{|S_{22}|^2 = \frac{P_2^+}{P_2^+}}$ $\Rightarrow$ $3{,}67\,mW = P_2^- - P_2^+$, $\quad 0{,}0049 = \frac{P_2^-}{P_2^+}$ $\Rightarrow$ $\boxed{P_2^- = 3{,}68\,mW \quad P_2^+ = 0{,}752}$

4/5

$V_2^+ = 0$



$P_{dissi} = P_1^+ + P_2^+ - P_1^- - P_2^-$

Ens falta trobar P_1^-

$\Rightarrow \rho_{in} = S_{11} + \frac{S_{12} S_{21} \rho_L}{1 - S_{22}\rho_L} \Rightarrow \boxed{\rho_{in} = 0{,}056}$

$|\rho_{in}|^2 = \frac{P_1^-}{P_1^+} \Rightarrow P_1^- = 0{,}056^2 \times 3{,}98\,mW$

$\boxed{P_1^- = 0{,}012\,mW}$

$P_{dissi} = P_1^+ + P_2^+ - P_1^- - P_2^- = 3{,}98\,mW + 0{,}752 - 0{,}012\,mW - 3{,}68\,mW$

$\boxed{P_{dissi} = 752{,}3\,mW = 28\,dBm}$ $\gg P_{disp}$

?? !

JORDI UBAC
11/01
3/3

5

Exercici 6

$$S = \begin{bmatrix} 0 & i & m \\ i & 0 & k \\ m & k & 0 \end{bmatrix}$$

$Z_0 = 50\Omega$

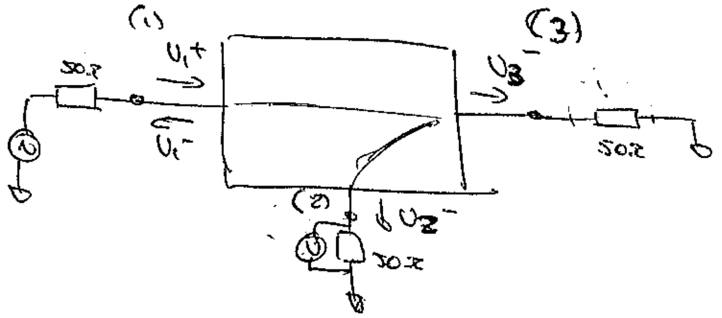
(1) → Generador

(2) → voltímetre

(3) → carga R.

a)

$\frac{2,5}{2,5}$



b) CR:

$$\begin{cases} U_1^- = U_1^+ S_{11} + \cancel{U_2^+ S_{12}} + \cancel{U_3^+ S_{13}} \\ U_2^- = U_1^+ S_{21} + \cancel{U_2^+ S_{22}} + \cancel{U_3^+ S_{23}} \\ U_3^- = U_1^+ S_{31} + \cancel{U_2^+ S_{32}} + \cancel{U_3^+ S_{33}} \end{cases}$$

En el port (1) → $U_1^- = U_1^+ S_{11}$ ⇒ $\boxed{S_{11} = \frac{U_1^-}{U_1^+}}$??

$1/2,5$

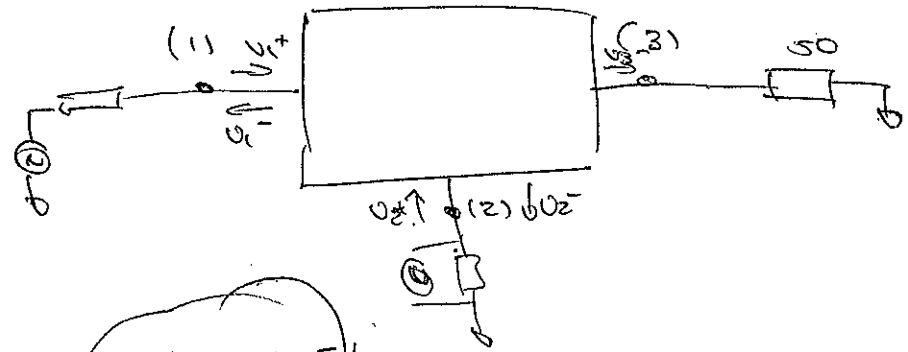
c)

El valor del voltímetre serà el mateix que el U_2^- ja que estan ~~acoplat~~ adaptat $U_2^+ = 0$. Agafant les equacions del apartat anterior tindrem que $\boxed{U_2^- = U_1^+ S_{21}}$

? ?

$\frac{0,5}{2,5}$

d)



$\Gamma = -1 \Rightarrow U_2^+ = -U_2^-$, ~~el voltímetre~~ la impedància del voltímetre jugar un paper de curt circuit.

d'aquí $\boxed{U_2^+ = -U_2^-}$

$$U_1^- = S_{11}U_1^+ + S_{12}U_2^+ + S_{13}U_3^+$$
$$U_2^- = S_{12}U_1^+ + S_{22}U_2^+ + S_{23}U_3^+$$
$$U_3^- = S_{13}U_1^+ + S_{23}U_2^+ + S_{33}U_3^+$$

Si volem saber lo que llegirà el voltímetre:

$$U_2^- = S_{12}U_1^+ + S_{22}U_2^+ \Rightarrow U_2^- = S_{12}U_1^+ - S_{22}U_2^-$$

$$\Rightarrow U_2^-(1+S_{22}) = S_{12}U_1^+$$

$$\Rightarrow \boxed{U_2^- = \frac{S_{12}U_1^+}{1+S_{22}}}$$

0/2,5