

Cap. 3

Diagrammi di radiazione di trombe elettromagnetiche

3.1 - Dispositivo sperimentale per la rilevazione del diagramma di radiazione di una horn troncoconica

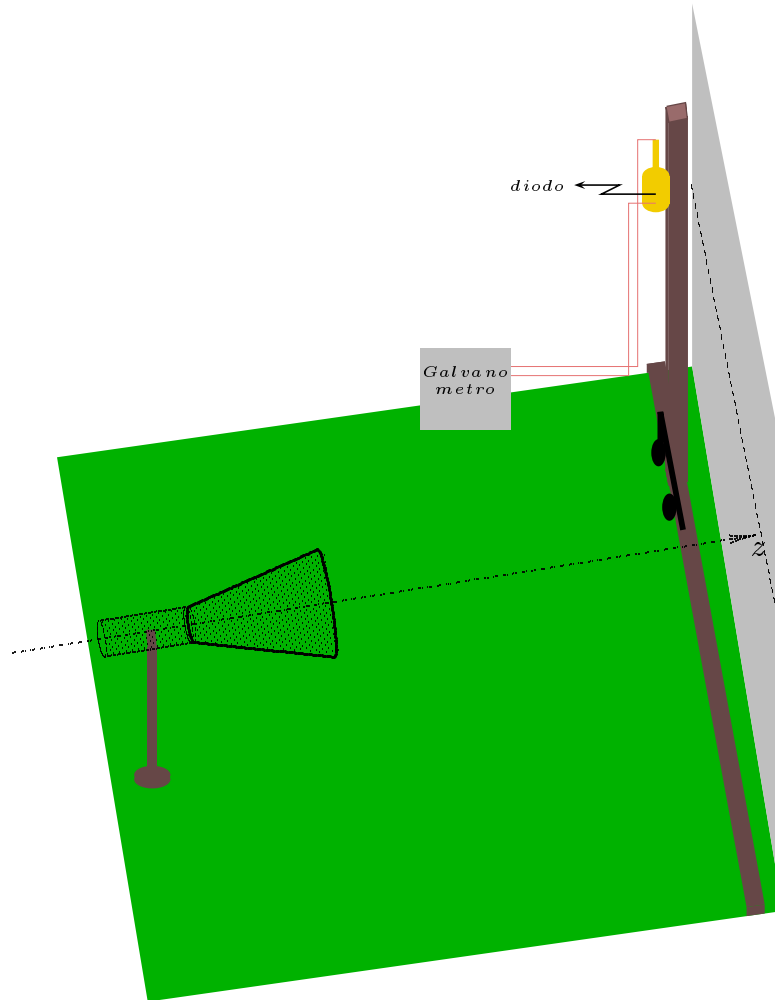
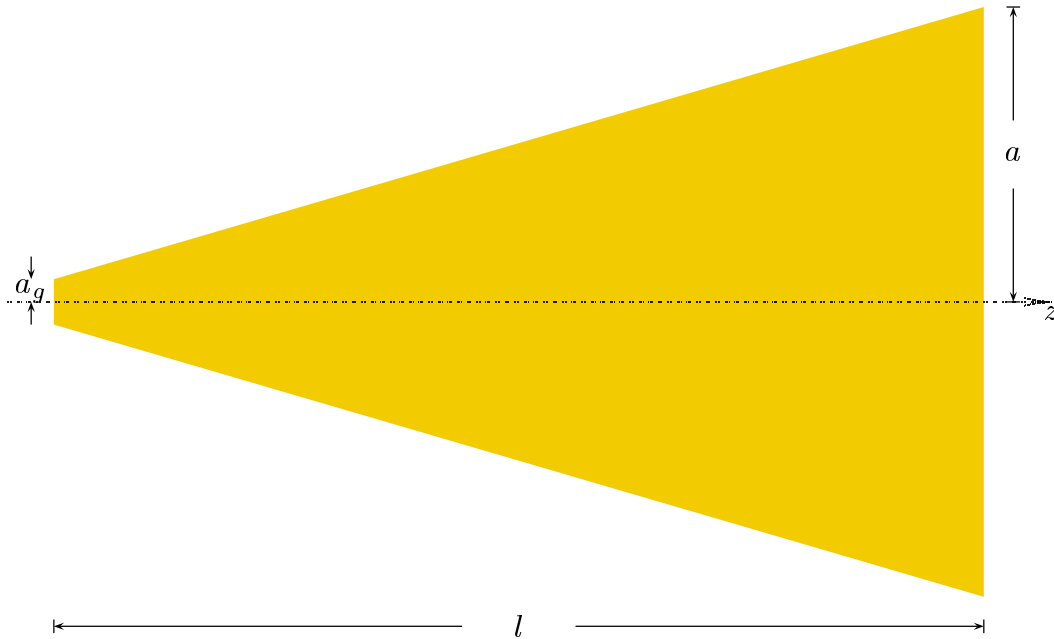


fig.3.1-1

3.2 - Caratteristiche geometriche della horn troncoconica da sperimentare



Le caratteristiche geometriche dell'horn sono:

$a = 6.5 \text{ cm}$: raggio della bocca dell'horn

$l = 20.5 \text{ cm}$: lunghezza dell'horn lungo l'asse

$a_g = 1 \text{ cm}$: raggio della guida d'onda circolare

Calcoliamo la frequenza critica della guida d'onda eccitata nel modo TE_{11} :

$$\nu_{c_{TE_{11}}} = \frac{c}{2\pi} \frac{x'_{11}}{a_g} = \frac{c}{2\pi} \frac{1.841}{10^{-2}} = \frac{c}{2\pi} 184.1 = 8.79 \cdot 10^9 \text{ Hz} = 8.79 \text{ GHz}$$

Il modo successivo é il modo TM_{01}

$$\nu_{c_{TM_{01}}} = \frac{c}{2\pi} \frac{x_{01}}{a_g} = \frac{c}{2\pi} \frac{2.405}{10^{-2}} = \frac{c}{2\pi} 240.5 = 11.483 \cdot 10^9 \text{ Hz} = 11.483 \text{ GHz}$$

Le due frequenze rappresentano i limiti entro cui possiamo eccitare la horn.

Utilizziamo allora la frequenza centrale: $\nu \simeq 10 \text{ GHz}$.

Se $\nu = 10 \text{ GHz}$ ossia $\lambda = 3 \text{ cm}$, si ha:

$a = 2.1667\lambda$: raggio della bocca dell'horn

$l = 6.8333\lambda$: lunghezza dell'horn lungo l'asse

$a_g = 0.3333\lambda$: raggio della guida d'onda circolare

Applichiamo il criterio di Rayleigh per valutare la distanza alla quale si deve porre il ricevitore per misurare campi far field. Esso afferma che il campo elettromagnetico é far field se:

$$z \geq \frac{2a^2}{\lambda} \tag{3.2.1}$$

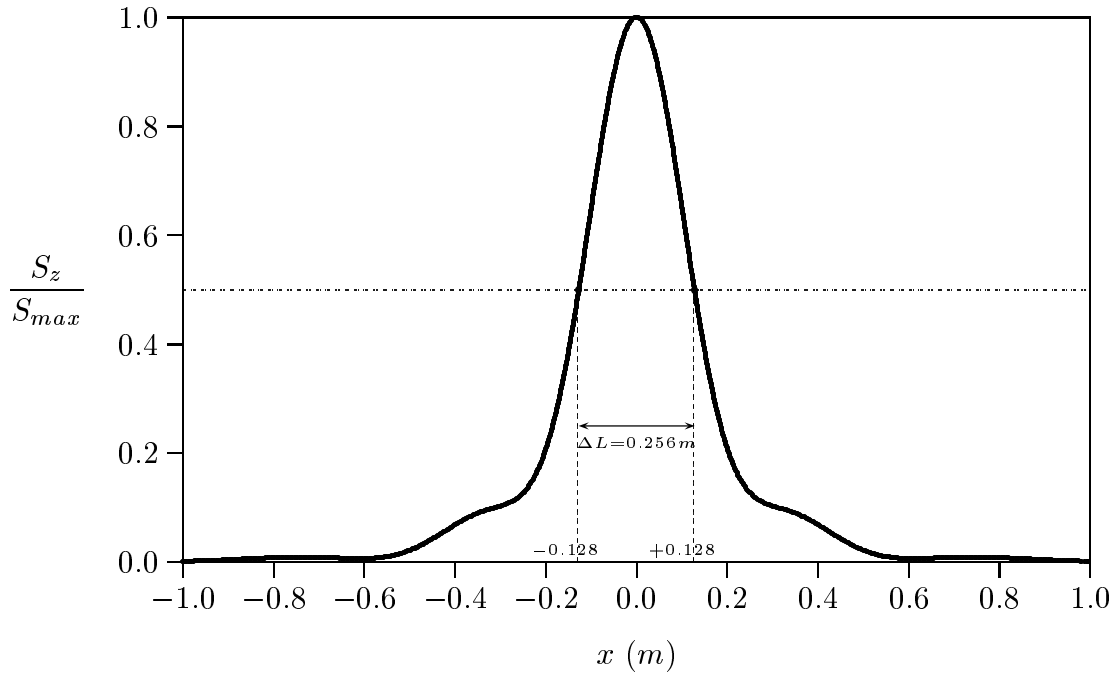
Se $\nu = 10 \text{ GHz}$ ossia $\lambda = 3 \text{ cm}$, si ha:

$$z \geq 2 \cdot (2.1667\lambda)^2 = 2 \cdot (2.1667 \cdot 3)^2 \simeq 84.5 \text{ cm} \quad (3.2.2)$$

Assumiamo $z = 1 \text{ m}$.

Diagramma di radiazione dell'horn circolare proiettato nel piano xy

$\nu = 10 \text{ GHz}$, $\lambda = 3 \text{ cm}$, $a = 2.1667\lambda$, $l = 6.8333\lambda$, $z = 33.33\lambda = 1 \text{ m}$



Programma in ambiente Matlab

horncircolare.m

```
01 - %%%% Diffrazione da horn circolare %%%%
02 - delete(get(0,'children'));
03 - clear all;
04 - freq=10e9; %%%% frequenza della radiazione emessa %%%%
05 - c=3e8;
06 - lambda=c./freq; %%%% lunghezza d'onda %%%%
07 - z=33.33.*lambda; %%%% distanza dall'horn %%%%
08 - a=2.1667.*lambda; %%%% raggio dell'horn per freq=10 GHz %%%%
09 - l=6.8333.*lambda; %%%% lunghezza dell'horn per freq=10 GHz %%%%
10 - xp11=1.841;
11 - k=(2.*pi)./lambda;
12 - x=-33.33.*lambda:0.5.*lambda:+33.33.*lambda; %%%% per freq=10 GHz %%%%
13 - y=0;
14 - r=sqrt(x.^2+y.^2+z.^2);
15 - s=(sqrt(x.^2+y.^2))./r; %%%% sintheta %%%%
16 - ct=z./r; %%%% costheta %%%%
17 - %%%% Integrazione %%%%
18 - Ris=1000; %%%% precione di integrazione %%%%
19 - wmax=1;
20 - for k1=1:Ris+1
21 - w(k1)=0+(k1-1).*((wmax-0)./Ris);
22 - end
23 - W0=0;
24 - W2=0;
25 - for j = 2:Ris+1
26 - W0=W0+w(j).*bessel(0,w(j).*xp11).*bessel(0,k.*a.*w(j).*s)...
27 - .*exp(-i.*k.*a.^2.*w(j).^2./2./l);
28 - W2=W2+w(j).*bessel(2,w(j).*xp11).*bessel(2,k.*a.*w(j).*s)...
29 - .*exp(-i.*k.*a.^2.*w(j).^2./2./l);
30 - end
31 - Poynting=(abs(W0-W2)).^2;
32 - Poynting_z=(abs(W0-W2)).^2.*ct;
33 - Poyntingmax=max(Poynting_z);
34 - plot(x,Poynting_z./Poyntingmax)
35 - %%%% Istruzioni per trasferire i dati in formato TEX %%%%
36 - B=[x;Poynting_z./Poyntingmax];
37 - fid=fopen('pippo.tex','w');
38 - fprintf(fid,'\n');
39 - fprintf(fid,'%5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f\n',B);
40 - fclose(fid);
```

É conveniente presentare i programmi matlab per il calcolo degli integrali con le routines dello stesso matlab. Il programma precedente in cui gli integrali sono stati svolti come somma é stato usato per un utile confronto Il titolo del programma finisce in quad (quadratura) per specificare il fatto che esso e' interno al matlab.

horncircolarequad.m

```

01 - %%%% Diffrazione da horn circolare con integrale matlab%%%%%%%%
02 - delete(get(0,'children'));
03 - clear all;
04 - freq=10e9;%%%%%%%%frequenza della radiazione emessa%%%%%%%%
05 - c=3e8;
06 - lambda=c./freq;%%%%%%%%lunghezza d'onda%%%%%%%%
07 - z=33.33.*lambda;%%%%%%%% distanza dall'horn %%%%%%%%%
08 - a=2.1667.*lambda;%%%%%%%%raggio dell'horn per freq=10 GHz%%%%%%%%
09 - l=6.8333.*lambda;%%%%%%%%lunghezza dell'horn per freq=10 GHz%%%%%%%%
10 - xp11=1.841;%%%%%%%%prima radice della derivata della funzione di Bessel di ordine 1%%%%%%%%
11 - k=(2.*pi)./lambda;
12 - x=-33.33.*lambda:0.5.*lambda:+33.33.*lambda;%%%%%%%%per freq=10 GHz%%%%%%%%
13 - y=0;
14 - r=sqrt(x.^2+y.^2+z.^2);
15 - s=(sqrt(x.^2+y.^2))./r;%%%%%%%%sintheta%%%%%%%%
16 - ct=z./r;%%%%%%%%costheta%%%%%%%%
17 - %%%% Integrazione %%%%
18 - W0=quadv(@(w)integralehornj0(w,x,y,r,s,ct,k,a,l,xp11),0,1);
19 - W2=quadv(@(w)integralehornj2(w,x,y,r,s,ct,k,a,l,xp11),0,1);
20 - Poynting=(abs(W0-W2)).^2;
21 - Poynting_z=(abs(W0-W2)).^2.*ct;
22 - Poyntingmax=max(Poynting_z);
23 - plot(x,Poynting_z./Poyntingmax)
24 - %%%%Istruzioni per trasferire i dati in formato TEX%%%%%%%%
25 - B=[x;Poynting_z./Poyntingmax];
26 - fid=fopen('horncircolare.tex','w');
27 - fprintf(fid,'\n');
28 - fprintf(fid,'%5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f\n',B);
29 - fclose(fid);

```

integralehornj0.m

```

01 - function W0=integralehornj0(w,x,y,r,s,ct,k,a,l,xp11);
02 - W0=w.*bessel(0,w.*xp11).*bessel(0,k.*a.*w.*s).*exp(-i.*k.*a.^2.*w.^2./2./l);

```

integralehornj2.m

```

01 - function W2=integralehornj2(w,x,y,r,s,ct,k,a,l,xp11);
02 - W2=w.*bessel(2,w.*xp11).*bessel(2,k.*a.*w.*s).*exp(-i.*k.*a.^2.*w.^2./2./l);

```

3.3 - Caratteristiche geometriche della horn troncopiramidale da sperimentare

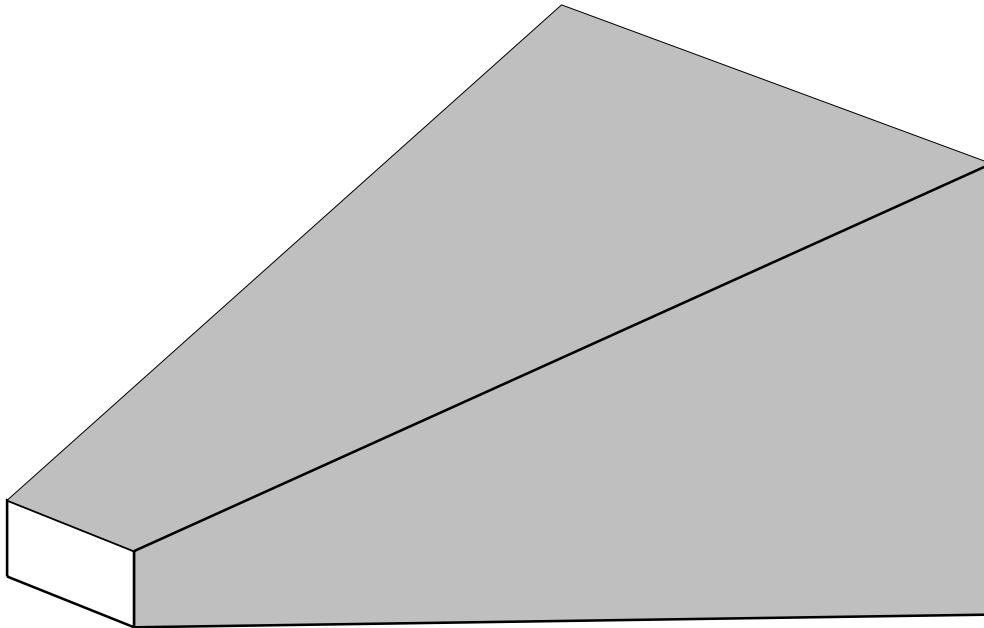


fig.3.3-1

Le caratteristiche geometriche dell'horn sono:

$a = b = 7.6 \text{ cm}$: dimensioni della bocca dell'horn

$l = 15 \text{ cm}$: lunghezza dell'horn lungo l'asse

$a_g = 2.2 \text{ cm}$, $b_g = 1 \text{ cm}$: dimensioni della guida di alimentazione

Calcoliamo la frequenza critica della guida d'onda eccitata nel modo TE_{10} :

$$\nu_{c_{TE_{10}}} = \frac{c}{2a_g} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 2.2 \cdot 10^{-2}} = 6.8182 \cdot 10^9 \text{ Hz} = 6.8182 \text{ GHz}$$

Il modo successivo é il modo TE_{01}

$$\nu_{c_{TE_{01}}} = \frac{c}{2b_g} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 1 \cdot 10^{-2}} = 15 \cdot 10^9 \text{ Hz} = 15 \text{ GHz}$$

Le due frequenze rappresentano i limiti entro cui possiamo eccitare la horn.

Utilizziamo allora la frequenza quasi centrale: $\nu = 10 \text{ GHz}$.

Se $\nu = 10 \text{ GHz}$ ossia $\lambda = 3 \text{ cm}$, si ha:

$a = b = 2.5333\lambda$: lato della bocca dell'horn

$l = 5\lambda$: lunghezza dell'horn lungo l'asse

$a_g = 0.73333\lambda$: lato largo della della guida d'onda rettangolare

$a_g = 0.33333\lambda$: lato corto della della guida d'onda rettangolare

Applichiamo il criterio di Rayleigh per valutare la distanza alla quale si deve porre il ricevitore per misurare campi far field. Esso afferma che il campo elettromagnetico é far field se:

$$z \geq \frac{2ab}{\lambda} \quad (3.2.1)$$

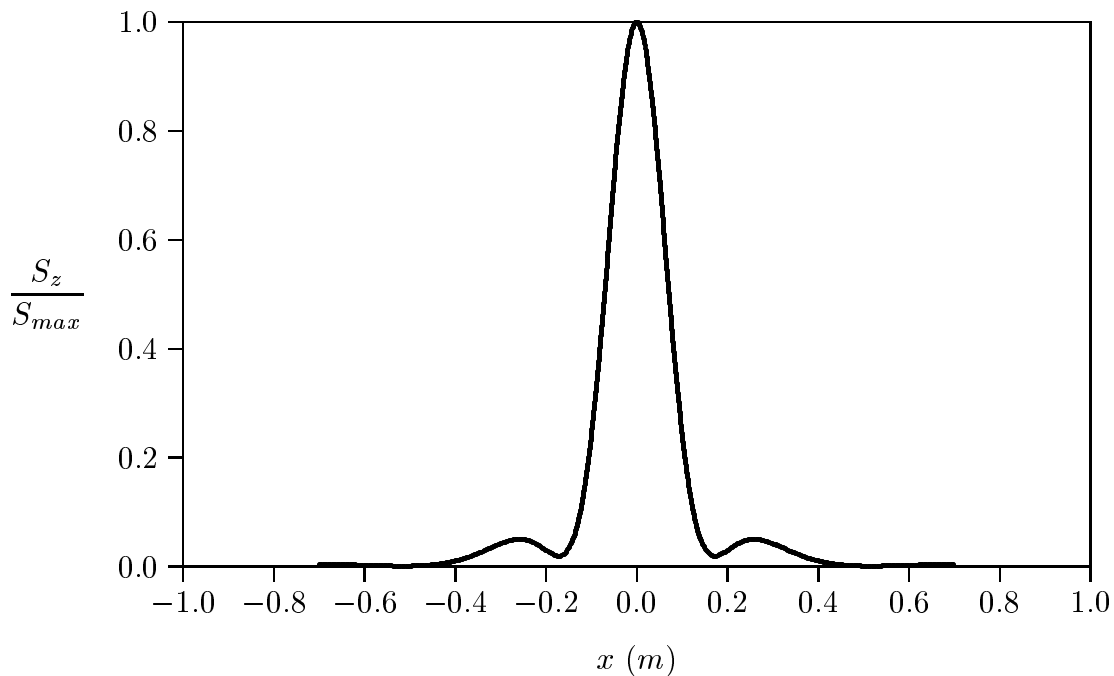
Se $\nu = 10 \text{ GHz}$ ossia $\lambda = 3 \text{ cm}$, si ha:

$$z \geq \frac{2 \cdot (7.6 \cdot 10^{-2} \cdot 7.6 \cdot 10^{-2})}{3 \cdot 10^{-2}} = 38.507 \text{ cm} \quad (3.2.2)$$

Assumiamo $z = 50 \text{ cm}$.

Diagramma di radiazione dell'horn rettangolare proiettato nel piano xy

$\nu = 10 \text{ GHz}$, $\lambda = 3 \text{ cm}$, $a = b = 7.6 \text{ cm}$, $l_E = 21.1 \text{ cm}$, $z = 50 \text{ cm}$



Programma in ambiente Matlab

hornrettangolare.m

```
01 - %%%% Diffrazione da horn circolare %%%%
02 - delete(get(0,'children'));
03 - clear all;
04 - freq=10e9;%%%%frequenza della radiazione emessa%%%%
05 - c=3e8;
06 - lambda=c./freq;%%%%lunghezza d'onda%%%%
07 - a=7.6e-2;
08 - b=a;
09 - lE=21.1e-2;
10 - lH=lE;
11 - %%%%PIANO PRINCIPALE xz%%%%
12 - x=-70e-2:2e-2:70e-2;
13 - z=40e-2;
14 - vp1=-(sqrt(2./lambda./lH).*b./2+(1./b).*sqrt(lambda.*lH./2));
15 - vp2=+(sqrt(2./lambda./lH).*b./2-(1./b).*sqrt(lambda.*lH./2));
16 - wp1=+(-sqrt(2./lambda./lH).*b./2+(1./b).*sqrt(lambda.*lH./2));
17 - wp2=+(sqrt(2./lambda./lH).*b./2+(1./b).*sqrt(lambda.*lH./2));
18 - u1=-(sqrt(2./lambda./lE).*a./2+(2.*(x./sqrt(x.^2+z.^2))./lambda).*...
    sqrt(lambda.*lE./2));
19 - u2=+(sqrt(2./lambda./lE).*a./2-(2.*(x./sqrt(x.^2+z.^2))./lambda).*...
    sqrt(lambda.*lE./2));
20 - ustar=(sqrt(2./lambda./lE)).*a./2;
21 - Cu1=mfun('FresnelC',u1);
22 - Su1=mfun('FresnelS',u1);
23 - Cu2=mfun('FresnelC',u2);
24 - Su2=mfun('FresnelS',u2);
25 - Custar=mfun('FresnelC',ustar);
26 - Sustar=mfun('FresnelS',ustar);
27 - A=(Cu2-Cu1).^2;
28 - B=(Su2-Su1).^2;
29 - KK=(A+B)./(4.*(Custar).^2+4.*(Sustar).^2);
30 - KKK=KK.*(z./sqrt(x.^2+z.^2));
31 - %plot(x,10.*log10(KKK))
32 - plot(x,KKK)
33 - B=[x;KKK];
34 - fid=fopen('hornrettangolare.tex','w');
35 - fprintf(fid,'\n');
36 - fprintf(fid,'%5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f %5.4f\n',B);
37 - fclose(fid);
```

Fine del Cap.3