

Appendice A.2

Listato del programma del modello delle prestazioni.

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
clear all;
close all;
clc;
Ma=39.95;          %massa atomica                ]
R=208;            %costante universale dei gas   ] per
argon
gam=1.67;        %rapporto dei calori specifici ]
V_ion=15.8;      %potenziale di ionizzazione   ]

g=9.8;          %accelerazione di gravità
k=1.38e-23;     %costante di Boltzmann
Na=6.02e23;     %numero di Avogadro
perm=4*pi*1.0e-7; %permittività nel vuoto
e=1.6e-19;      %carica elementare

Te=2;           % 2 per argon, 3 per litio%temperatura
elettronica nella regione anodica in eV
fi_a=4.55; %funz. di lavoro del materiale anodico
(supposto essere W)
Te_cat=1; %1 per argon, 1.5 per litio%temperatura
elettronica all'uscita del catodo in eV
ac=(2*gam*R*Te_cat*e/k)^0.5; %vel. suono (vedi Tikhonov
per il fattore 2)
aa=(2*gam*R*Te*e/k)^0.5; %vel. suono nella regione
anodica (vedi Tikhonov per il fattore 2)
V_rad=20; %perdita per radiazione,=20 per gas nobili,=0
per litio
kr=0.1; %coeff. spinta hall
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
                DATI
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

Caratterizzazione sperimentale di un motore MPD a bassa potenza.

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%
Ba=0.05;%campo manetico applicato in tesla
I=[1500:100:4400];
m=100*10^-6; %portata di propellente 100 mgs

rc=10*10^-3;
ra=35*10^-3;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%
%%%%%%%%
%%%%%%%%
%%%%%%%%
CALCOLO DELLA SPINTA
%%%%%%%%
%%%%%%%%
%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%

for i=1:length(I);
B_aut(i)=perm/(2*pi)*I(i)/rc; % campo magnetico
autoindotto
    B_catodo(i)=Ba+B_aut(i); % campo magnetico totale
al catodo
    A0(i)=0.833*10^-7*I(i)^2/(ac*m);
    %A0(i)=I(i)*B_catodo(i)*(ra-rc)/(4*pi*ac*m);
    b(i)=perm/(4*pi)*((gam+1)/2+(1/(2*A0(i)^2)));
    B_out=Ba/2;% intensità del campo applicato
all'uscita dell'anodo (stima)
    T1(i)=(b(i)*I(i)^2+kr*I(i)*B_out*2*ra+1.6*ac*m)-0.9;
    Vspinta(i)=T1(i)^2/m/2/I(i);
    T1sf(i)=b(i)*I(i)^2
    T1af(i)=kr*I(i)*B_out*2*ra
    T1g(i)=1.6*ac*m;
end;
%figure(10)
%plot(I,b)
figure(100)
plot(I,T1);
%disp(T1);
grid on
stringa=strcat('spinta, B=',num2str(Ba),'T,
mfr=',num2str(m),'kg/s')
title(stringa);
xlabel('corrente (A)');
ylabel('spinta (N)');

% figure(30)
% plot(I,T1sf)
% figure(40)

```

Appendice A.2-Listato del programma del modello delle prestazioni.

```

% plot(I,Tlaf)
% figure(50)
% plot(I,Tlg)

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
delta_Vc=20;           % caduta di potenziale
equivalente al catodo
delta_Va=fi_a+2*Te;   % caduta di potenziale
equivalente all'anodo

for i=1:length(I);
    %I1(i)=I(i)+m;
    P_ion(i)=m*(V_ion+V_rad+2*Te)*e*Na/Ma/2; % potenza
spesa per la ionizzazione
    den_c(i)=I(i)/(rc^2*pi);
    Ifi(i)=m*(2*V_ion/Ma)^0.5/b(i); % corrente di prima
ionizzazione
        if I(i)>=Ifi(i);
            zita=1;
        else
            zita=I(i)/Ifi(i);
        end

P_loss(i)=P_ion(i)*zita+I(i)*delta_Va+I(i)*delta_Vc; %
potenza spesa per ionizzazione riscaldamento del plasma
    Icr1(i)=3.6*((ra/rc-0.5)^(-1)*(4*pi*ac*m)/(ra-
rc)/(B_catodo(i))); % corrente critica
    Val(i)=I(i)*(1.0e-6*(I(i)^2-
Icr1(i)^2)+100*B_catodo(i)); % potenza persa all'anodo
in cond. critiche
        if I(i)<Icr1(i)
            Ptot1(i)=P_loss(i)+T1(i)^2/(2*m); %
potenza totale spesa
        else
            Ptot1(i)=P_loss(i)+T1(i)^2/(2*m)+Val(i);%da
Tikhonov %%% potenza totale spesa
        end
        Vca(i)=Ptot1(i)/I(i);
        eff1(i)=(T1(i)^2)/(2*m*Vca(i)*I(i));
        Ispl(i)=T1(i)/(m*g);

end;
% disp('la potenza totale è data da =');
% disp(Ptot1);

```

Caratterizzazione sperimentale di un motore MPD a bassa potenza.

```
% disp('la tensione calcolata è data da =');
% disp(Vca);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%
%%% GRAFICO DELLA CARATTERISTICA ELETTRICA
%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%
figure(200);
hold on;
grid on;
plot(I,Vca);
stringa=strcat('Car. El. , B=',num2str(Ba),'T,
mfr=',num2str(m),'kg/s');
title(stringa);
xlabel('corrente');
ylabel('tensione');

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%
%%% GRAFICO EFFICIENZA
%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%
figure(300);
hold on;
grid on;
plot(I,eff1,'r*');
stringa=strcat('Efficiency, B=',num2str(Ba),'T,
mfr=',num2str(m),'kg/s');
title(stringa);
xlabel('corrente');
ylabel('efficienza');

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%
%%% GRAFICO IMPULSO
%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%
figure(400);
hold on;
grid on;
plot(I,Isp1);
stringa=strcat('impulso B=',num2str(Ba),'T,
mfr=',num2str(m),'kg/s');
title(stringa);
```

Appendice A.2-Listato del programma del modello delle prestazioni.

```
xlabel('corrente');
ylabel('impulso');

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%
%% GRAFICO Icr
%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%

figure(500);
hold on;
grid on;
plot(I, Icr1, I, I);
stringa=strcat('Icr, B=', num2str(Ba), 'T,
mfr=', num2str(m), 'kg/s');
title(stringa);
xlabel('Id');
ylabel('Icr');

disp('Icr1');
disp(Icr1);
disp('Vca');
disp(Vca);
disp('Tl');
disp(Tl);
```