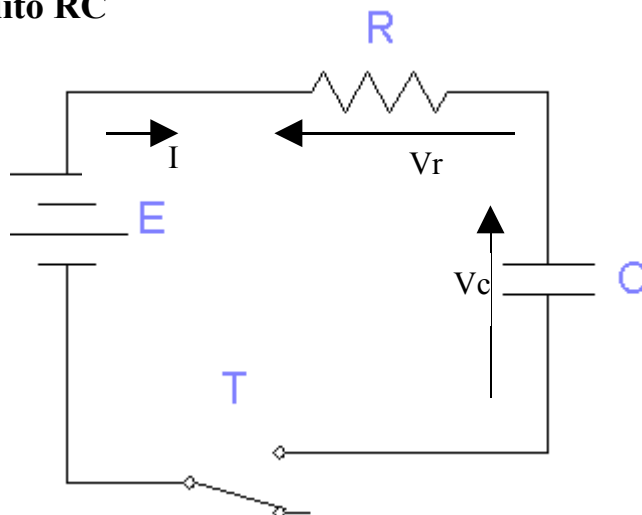


Simulazione di un circuito RC



E= generatore di tensione

R=Resistenza

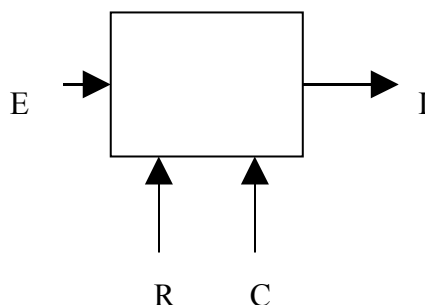
C=Capacità

T=Interruttore

Vr= tensione ai capi della resistenza R

Vc= tensione ai capi della Capacità C

Schema a blocchi del circuito RC



Consideriamo:

- R e C parametri del sistema
- la tensione E ingresso
- la corrente I uscita

Dato un certo valore di E, costante nel tempo, si vuole determinare l'andamento, in funzione del tempo, della tensione Vc ai capi del condensatore e della corrente I che circola nel circuito .

Equazione di Kirchhoff alle maglie:

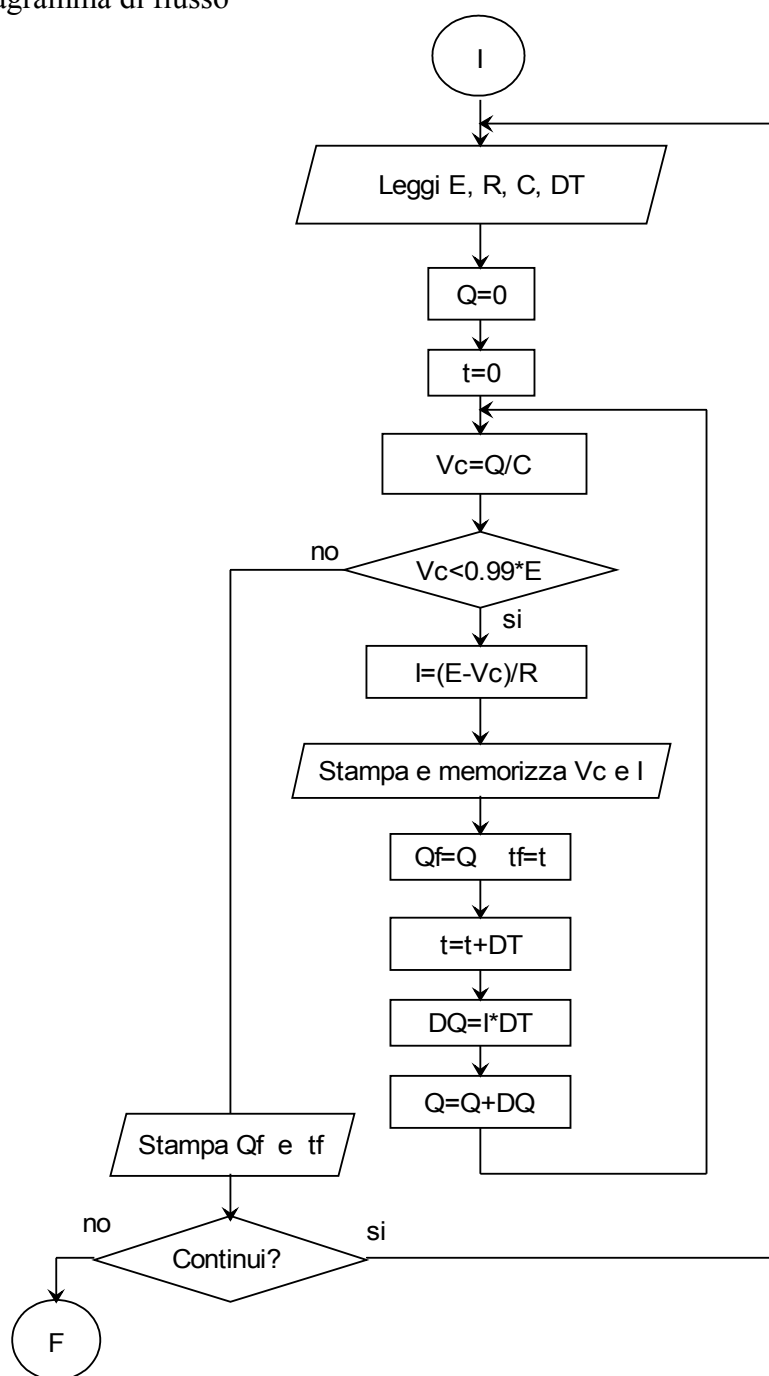
$$E = V_r + V_c = RI(t) + \frac{Q(t)}{C} \quad (1) \quad V_c = \frac{Q(t)}{C} \quad I(t) = \frac{E - \frac{Q(t)}{C}}{R}$$

All'istante $t=0$, quando chiudiamo l'interruttore T, la carica del condensatore Q è nulla, tutta la tensione applicata cade sulla resistenza e nel circuito circola la massima corrente $\frac{E}{R}$

Via via che il condensatore si carica, tra le sue armature si stabilisce una differenza di potenziale crescente mentre la tensione Vr e la corrente I diminuiscono. Il processo di carica del condensatore prosegue fino a quando la carica Q accumulata dal condensatore genera una differenza di potenziale pari alla tensione E del generatore. A questo punto la tensione Vr e la corrente I sono nulle.

Per poter simulare il processo di carica appena visto, a partire dall'istante $t=0$, suddividiamo l'asse dei tempi in intervalli Δt abbastanza piccoli da poter considerare la corrente I costante in quell'intervallo e poter scrivere quindi la relazione: $\Delta Q = I * \Delta t$. ΔQ rappresenta la quantità di carica accumulata dal condensatore nell'intervallo Δt e viene sommata via via alla carica complessiva Q accumulata dal condensatore. Sostituendo Q , così calcolato, nell'equazione (1) si determina il valore di I . Il procedimento si ripete per gli intervalli successivi e viene iterato fino a quando la tensione ai capi del condensatore V_c risulta uguale alla tensione E del generatore. Il processo di carica può essere rappresentato dal diagramma di flusso che segue e implementato al computer per mezzo di un programma in linguaggio C. Per visualizzare l'andamento, in funzione del tempo, della tensione V_c ai capi del condensatore e della corrente I che circola nel circuito, si prevede di memorizzare i dati su un file sequenziale che verrà successivamente elaborato con un foglio elettronico.

Diagramma di flusso



Codice C

```

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
typedef struct /* Definizione record */
{
    float tempo;
    float tensionevc;
    float corrente;
}datirc;
float e,r,c,t,dt,q,dq,vc,i,qf,tf;
void memorizzadati(float g1, float g2, float g3);
char continua=' ';
main()
{
    for(;;)
    {
        system("CLS");
        printf("Circuito RC");
        printf("\n\n Tensione E [V] : ");
        scanf("%f",&e);
        printf("\n Resistenza R [Ohm]: ");
        scanf("%f",&r);
        printf("\n Capacita' C [mF]: ");
        scanf("%f",&c);
        c=c/1000;
        printf("\n Intervallo dt [s]: ");
        scanf("%f",&dt);

        unlink("datirc.dat");// cancella eventualmente il file datirc
        memorizzadati(e,r,c);// memorizza E,R,C nel primo record del file
        q=0; t=0;
        for(;;)
        {
            vc=q/c;

            if (vc<0.99*e)
            {
                i=(e-vc)/r;
                printf("\n t=%10f vc=%10f i=%10f ",t,vc,i);//stampa t,vc,i
                memorizzadati(t,vc,i);//memorizza t,vc,i su file
                qf=q;
                tf=t;
                t=t+dt;
                dq=i*dt;
                q=q+dq;}

            else
                {break;}
        }
    }
    if (qf<0.001)
        {printf("\n\n Carica accumulata sul condensatore : %f millicoulomb",qf*1000);}
    else
        {printf("\n\n Carica accumulata sul condensatore : %f coulomb",qf);}
}

```

```
if (tf<0.001)
    {printf("\n Tempo impiegato per la carica del condensatore: %f millisecondi
\n\n",tf*1000);}
else
    {printf("\n Tempo impiegato per la carica del condensatore: %f secondi \n\n",tf);}
printf("\n\nContinui? ");
scanf("%s",&continua);
if(continua=='n' || continua=='N')
    {break;}
}
} /* fine funzione main() */
void memorizzadati(float g1,float g2,float g3)
{ datirc bufdatirc; /*viene definito il buffer dei dati da registrare nel file*/
FILE *fp; /*viene dichiarato un puntatore (file pointer) alla struttura */
fp=fopen("datirc.dat", "a"); /*viene effettuata una chiamata alla funzione open*/
if(fp==NULL) /*se il sistema non può generare il file richiesto */
    {return;}
fflush(stdin);
bufdatirc.tempo=g1;
bufdatirc.tensionevc=g2;
bufdatirc.corrente=g3;
fprintf(fp, "%f",bufdatirc.tempo); /*5*/
fprintf(fp, " ");
fprintf(fp, "%f",bufdatirc.tensionevc);
fprintf(fp, " ");
fprintf(fp, "%f",bufdatirc.corrente);
fprintf(fp, "\n");
fclose(fp); /*chiusura file*/
} /* fine funzione memorizzadati()*/
```

Esempio: risultati ottenuti con il codice C e grafici $V_c(t)$ e $I(t)$ costruiti con un foglio elettronico

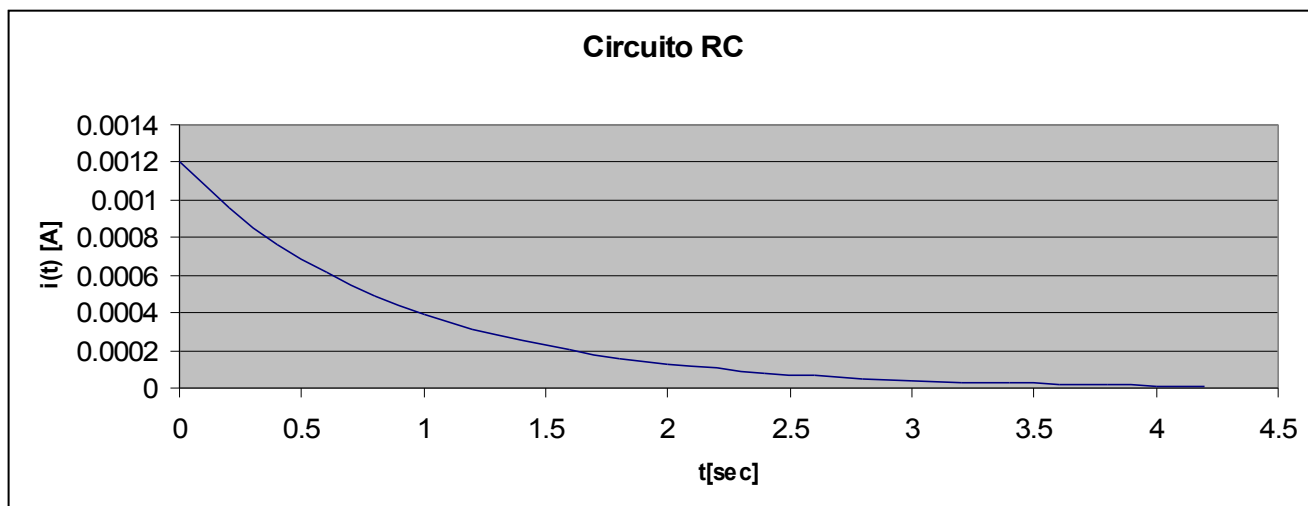
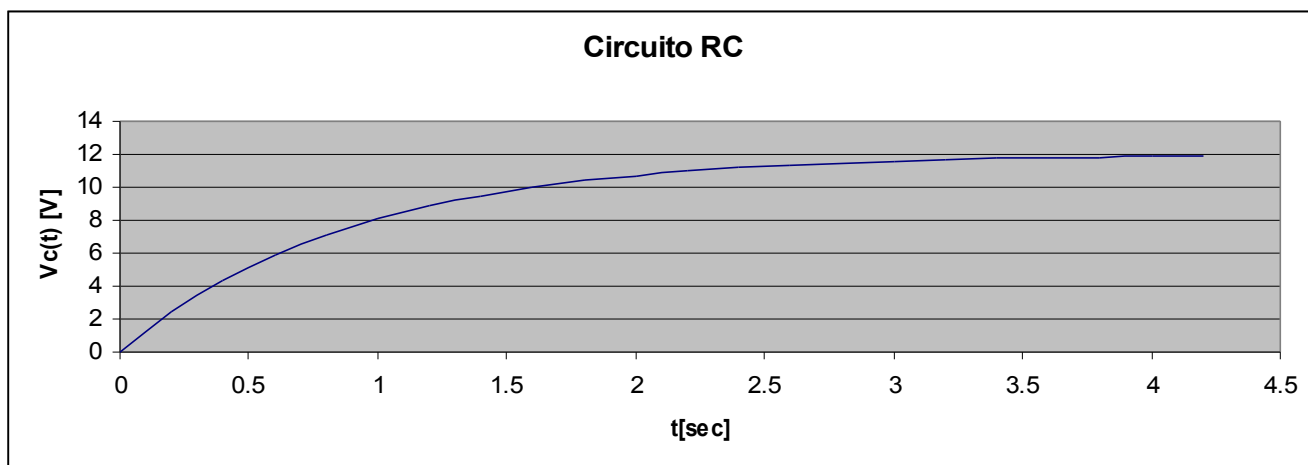
```

Tensione E [V] : 12
Resistenza R [Ohm]: 10000
Capacita' C [mF]: 0.1
Intervallo dt [s]: 0.2

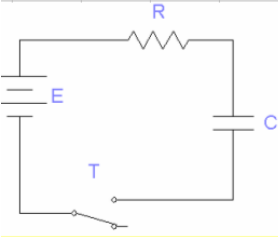
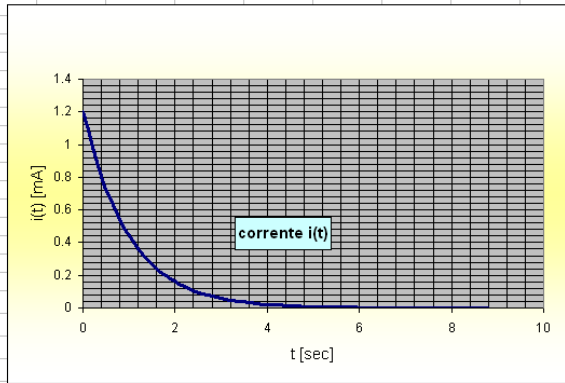
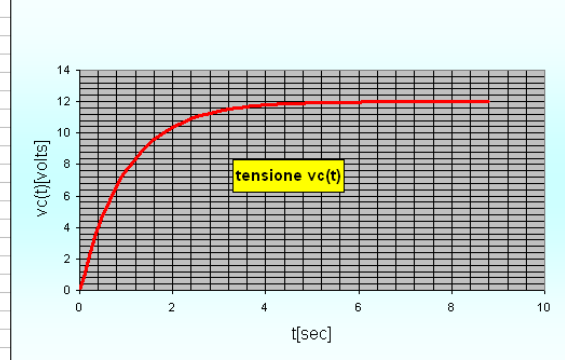
t= 0.000000   vc= 0.000000   i= 0.001200
t= 0.200000   vc= 2.400000   i= 0.000960
t= 0.400000   vc= 4.320000   i= 0.000768
t= 0.600000   vc= 5.856000   i= 0.000614
t= 0.800000   vc= 7.084800   i= 0.000492
t= 1.000000   vc= 8.067840   i= 0.000393
t= 1.200000   vc= 8.854272   i= 0.000315
t= 1.400000   vc= 9.483418   i= 0.000252
t= 1.600000   vc= 9.986734   i= 0.000201
t= 1.800000   vc= 10.389387   i= 0.000161
t= 2.000000   vc= 10.711510   i= 0.000129
t= 2.200000   vc= 10.969208   i= 0.000103
t= 2.400000   vc= 11.175366   i= 0.000082
t= 2.600000   vc= 11.340293   i= 0.000066
t= 2.800000   vc= 11.472235   i= 0.000053
t= 3.000000   vc= 11.577787   i= 0.000042
t= 3.200001   vc= 11.662230   i= 0.000034
t= 3.400001   vc= 11.729784   i= 0.000027
t= 3.600001   vc= 11.783827   i= 0.000022
t= 3.800001   vc= 11.827062   i= 0.000017
t= 4.000000   vc= 11.861650   i= 0.000014

Carica accumulata sul condensatore : 0.001186 coulomb
Tempo impiegato per la carica del condensatore: 4.000000 secondi

```



Possiamo ottenere il grafico della tensione V_c ai capi del condensatore e della corrente I che circola nel circuito, utilizzando un foglio elettronico.

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S															
				t	i(t)	v(t)	q(t)	stato	Liceo Scientifico Tecnologico Milli di Teramo Corso di Informatica e Sistemi Automatici Prof. Mauro De Berardis																							
				0	1.2	0	0.0000	carica	 <table border="1" data-bbox="159 660 375 784"> <tr><td>E=</td><td>12</td><td>volts</td></tr> <tr><td>R=</td><td>10</td><td>Kohm</td></tr> <tr><td>C=</td><td>0.1</td><td>mF</td></tr> <tr><td>E/R=</td><td>1.2</td><td>A</td></tr> <tr><td>tau=</td><td>1</td><td>sec</td></tr> </table> <div style="border: 1px solid green; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;"> $= (E/R) * \exp(-t/\tau)$ </div> <div style="border: 1px solid green; padding: 2px; display: inline-block;"> $= E * (1 - \exp(-t/\tau))$ </div>  									E=	12	volts	R=	10	Kohm	C=	0.1	mF	E/R=	1.2	A	tau=	1	sec
E=	12	volts																														
R=	10	Kohm																														
C=	0.1	mF																														
E/R=	1.2	A																														
tau=	1	sec																														
				0.2	0.982477	2.175231	0.2175	carica																								
				0.4	0.804384	3.956159	0.3956	carica																								
				0.6	0.658574	5.41426	0.5414	carica																								
				0.8	0.539195	6.608052	0.6608	carica																								
				1	0.441455	7.585447	0.7585	carica																								
				1.2	0.361433	8.385669	0.8386	carica																								
				1.4	0.295916	9.040836	0.9041	carica																								
				1.6	0.242276	9.577242	0.9577	carica																								
				1.8	0.198359	10.01641	1.0016	carica																								
				2	0.162402	10.37598	1.0376	carica																								
				2.2	0.132964	10.67036	1.0670	carica																								
				2.4	0.108862	10.91138	1.0911	carica																								
				2.6	0.089128	11.10872	1.1109	carica																								
				2.8	0.072972	11.27028	1.1270	carica																								
				3	0.059744	11.40256	1.1403	carica																								
				3.2	0.048915	11.51085	1.1511	carica																								
				3.4	0.040048	11.59952	1.1600	carica																								
				3.6	0.032788	11.67212	1.1672	carica																								
				3.8	0.026845	11.73155	1.1732	carica																								
				4	0.021979	11.78021	1.1780	carica																								
				4.2	0.017995	11.82005	1.1820	carica																								
				4.4	0.014733	11.85267	1.1853	carica																								
				4.6	0.012062	11.87938	1.1879	carica																								
				4.8	0.009876	11.90124	1.1901	carica																								
				5	0.008086	11.91914	1.1919	carica																								
				5.2	0.00662	11.9338	1.1934	carica																								
				5.4	0.00542	11.9458	1.1946	carica																								
				5.6	0.004437	11.9563	1.1956	carica																								
				5.8	0.003633	11.96367	1.1964	carica																								
				6	0.002975	11.97025	1.1970	carica																								
				6.2	0.002435	11.97565	1.1976	carica																								
				6.4	0.001994	11.98006	1.1980	carica																								
				6.6	0.001632	11.98368	1.1984	carica																								
				6.8	0.001337	11.98663	1.1987	carica																								
				7	0.001094	11.98906	1.1989	carica																								
				7.2	0.000896	11.99104	1.1991	carica																								
				7.4	0.000734	11.99266	1.1993	carica																								
				7.6	0.000601	11.99399	1.1994	carica																								
				7.8	0.000492	11.99508	1.1995	carica																								
				8	0.000403	11.99597	1.1996	carica																								
				8.2	0.00033	11.9967	1.1997	carica																								
				8.4	0.00027	11.9973	1.1997	carica																								

Risposta del circuito RC ad un'onda quadra

