**Stany nieustalone R,L,C**

Ri+L(di/dt)+Uc=U

i=C(duc/dt)



uc=ucu+ucp

**RL szeregowo**

Ri+L(di/dt)=u

Rip+L(dip/dt)=0

ip=fe^(-t/τ)

τ = L/R -stała czasowa

α = R/L -stała tłumienia

τ = A/tgγ

i=ip+iu

gdy t=τ ip=Ae^(-1)=0,368A

τ↓ ip↓

t≥5τ e^(-t/τ)<0,01 ip→0

t>5τ i≈iu

**Zwarcie RL**

i= ip+iu=Ae^(-t/τ)

τ = L/R

A=U/Rz+R

i=(U/Rz+R)e^(-t/τ)

**Zmiana rezystancji**

i=ip+iu=Ae^(-t/τ)+(U/Rz+R)

τ = L/Rz+R

(U/Rz+R)+A=U/Rz

A=Ru/(Rz(Rz+R))



**Szeregowe połączenie RC**

Ri+uc=u

i=C\*(duc/dt)

RC(duc/dt)+uc=u

RC(ducp/dt)+ucp=u

ucp=Ae^(-t/τ)

τ = RC

α = 1/τ

**Ładowanie kondensatora**

uc=ucp+ucu=(Ae^(-t/τ))+U

t=0

A+U=0 A = -U

uc=U(1-e^(-t/τ))

i=(U/R)\*e^(-t/τ)

uR=Ue^(-t/τ)

uc=U(1-e^(-t/τ))

uR=(U-U0)e^(-t/τ)

i=((U-U0)/R)\*e^(-t/τ)

uc=U-(U-U0)\*e^(-t/τ)

**Wyładowanie kondensatora**

uc=Ae^(-t/τ)

i = -(U0/R)\*e^(-t/τ)

uc=U0e^(-t/τ)

**Szeregowe RLC**

LC(d2uc/dt2)+RC(duc/dt)+uc=u

s2=(R/L)s+(1/LC)=0

s1=-α+√(α2+ωn2)

s2=-α-√(α2+ωn2)

s1=s2=1/(LC)

α=R/2L –stała tłumienia

*puls drgań nietłum obwodu*

ωn=1/√(LC)

*współczynn tłumienia*

ζ=α/ωn=(R/2)\*√(C/L)

*Rezystancja ch-czna* √(L/C)

*1)obwód aperiodyczny*

R>2√(L/C) ζ > 1

s1≠s2 Re{s1,s2}<0

*2) obw aperiod graniczny*

R=2√(L/C) ζ = 1

s1=s2= -α Re{s}<0

*3)obw oscylacyjny (drgający)*

R<2√(L/C) ζ < 1

s1≠s2

**Wyładowanie kondensatora**

Warunki ustalone

ucu=0 i=0

uc=ucp i=ip

*1)aperiodyczny*

R>2√(L/C) ζ > 1

uc=A1es1t + A2es2t

i=C(A1s1es1t + A2s2es2t)

dla t=0

uc=(U/(s1-s2))\*(s2es1t – s1es2t)

i=(U/(L(s1-s2)))\*(es1t – es2t)

uc≈(Us2/(s1-s2))\*es1t

i≈(U/(L(s1-s2)))\*es1t

*2)aperiodyczny graniczny*

R=2√(L/C) ζ = 1

uc=(A1+A2t)e-αt

i=C[A2-α(A1+A2t)]e-αt

dla t=0

uc=U(1+αt)e-αt

i= - (U/L)\*te-αt

*3)periodyczny*

R<2√(L/C) ζ < 1

uc=Ae-αt sin(ω0t+ψ)



Dla t=0



**Ładowanie kondensatora**

Warunki ustalone

ucu=U i=ip

*1)aperiodyczny*

R>2√(L/C) ζ > 1

uc=U + A1es1t + A2es2t

i=C(A1s1es1t + A2s2es2t)

dla t=0



*2)aperiodyczny graniczny*

R=2√(L/C) ζ = 1

uc=(A1+A2t)e-αt

i=C[A2-α(A1+A2t)]e-αt

dla t=0

uc=U[1-(1+α)e-αt]

i= - (U/L)\*te-αt

*3)periodyczny*

R<2√(L/C) ζ < 1

uc=U + Ae-αt sin(ω0t+ψ)



Dla t=0



**Obwody nieliniowe prądu stałego**

-elem rzeczywiste, których ch-ki u(i) są nieliniowe. Rezystancja R=U/I takiego elem zależy od przepływającego prądu

**Obwody nieliniowe prądu zmiennego**

u=Ri ; ψ=Li ; q=Cu

Ch-ki u(i), ψ(i), q(u) elem nielin dzielą się na symetryczne i asym. Sym to takie gdy: u(-i)=-u(i). W przeciwnym przypadku można uznać, że są to ch-ki nieliniowe.

**Elem warunkowo liniowe**

To elem mające ch-kę nielin dla wart skutecznych i liniową dla wart chwilowych

**Opór statyczny (zawsze dodatni)**



**Opór dynamiczny (+ lub - )**

