

▼ Ferrantio jev

Fyzikální podstata Ferrantio jevu

Ferrantio jev je stav, kdy napětí na konci vedení je větší než na jeho počátku. Tento jev lze pozorovat zejména na dlouhých vedeních vvn a zvn přenosové soustavy při chodu naprázdno nebo při jejich zatížení výkonem menším než je přirozený výkon vedení.

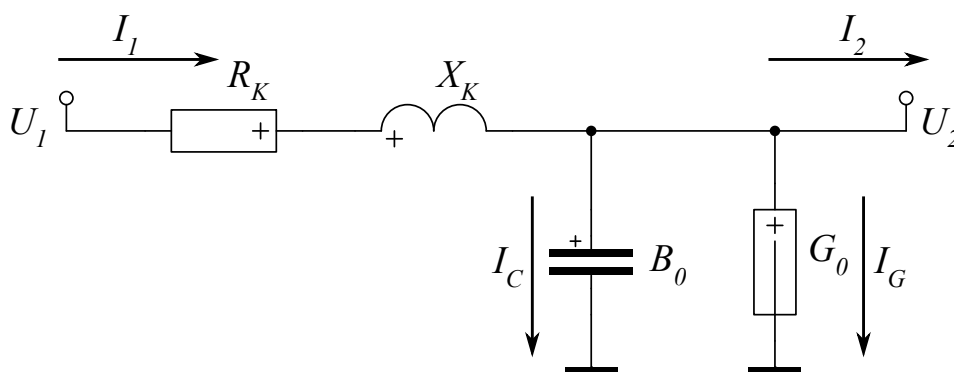
Účinek Ferrantio jevu je pozorovatelný v kabelových sítích i při relativně kratších délkách, vzhledem k jejich vyšší kapacitě oproti vedením venkonvím.

Jev poprvé pozoroval Sebastian Ziani de Ferranti při instalaci podzemních kabelů distribuční sítě o napětí 10 kV roce 1887.

Základ tohoto popisu vychází z definice zde: [Ferrantio jev](#)

Odvození rovnic pro výpočet napěťových poměrů na vedení naprázdno

Celou situaci můžeme popsat pomocí následujícího obrázku, kde je vedení popsáno pomocí Γ -článku:



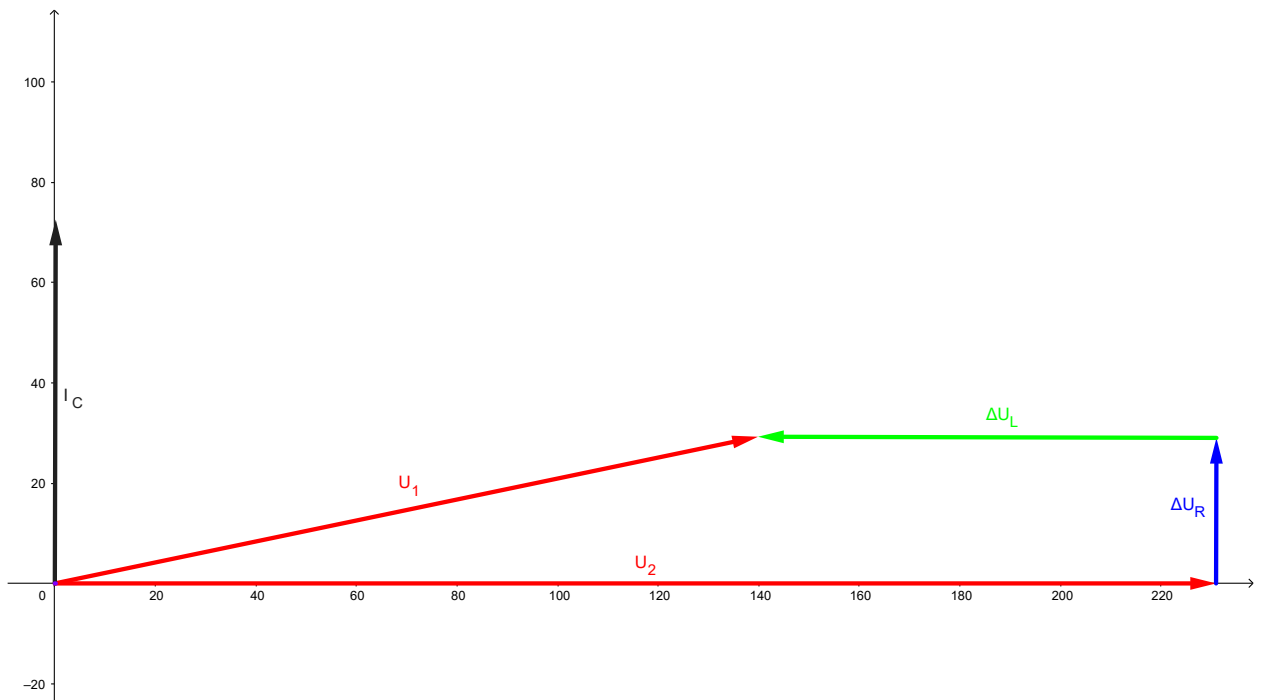
Při chodu vedení naprázdno bude příčnou větví protékat převážně kapacitní proud. Protože vedení je naprázdno, bude proud $I_2 = 0$, tzn. že na příčné admitanci bude přímo napětí U_{2f} . Podélnou impedancí bude procházet proud:

$$I_1 = I_C + I_G = j \cdot B_0 \cdot l \cdot U_{2f} + G_0 \cdot l \cdot U_{2f}$$

Proud I_1 vyvolá úbytek napětí na podélné impedanci Z_K .

Místo úbytku napětí vznikne ve vedení přírůstek, tedy záporný úbytek napětí. Rozdíl mezi napětím na začátku a na konci je:

$$U_{1f} - U_{2f} = I_1 \cdot Z_K = I_1 (R_K \cdot l + jX_K \cdot l) = \Delta U_R + \Delta U_L$$



Při zanedbání R_K a G_0 je rozdíl napětí:

$$U_{1f} - U_{2f} \approx -B_0 \cdot l \cdot U_{2f} \cdot X_K \cdot l = \Delta U_L$$

Po přechodu na jednofázové provozní parametry vedení :

$$U_{1f} - U_{2f} = -\omega \cdot C_P \cdot l \cdot U_{2f} \cdot \omega \cdot L_P \cdot l = -\omega^2 \cdot l^2 \cdot C_P \cdot L_P \cdot U_{2f}$$

Odvození je upravenou variantou popisu: [A1B15EN2 – Vedení vvn - Přenosové linky](#)

Kompletní princip výpočtu

Výpočet bez zanedbání R_K a G_0 a s případným uvažováním zátěže na konci vedení lze popsat algoritmem v jazyce MATLAB:

```
% Ferrantiho jev

Un=400
Unf=Un/sqrt(3)
omega=100*pi

% Parametry zátěže
Pz=0
CosFiZ=0.95;
Qz=Pz*tan(acos(CosFiZ))
Sz=Pz-i*Qz
Icz=Pz/(sqrt(3)*Un)
Ijz=Qz/(sqrt(3)*Un)
Iz=Icz-i*Ijz

% Parametry vedeni
delka=300
Rp1=0.1
Lp1=1
```

```

Cp1=10
Gp1=20
Rp=Rp1*delka
Lp=Lp1/1000*delka
Xp=omega*Lp
Cp=Cp1/1E9*delka
Bp=omega*Cp
Gp=Gp1/1E9*delka

% Vlnova impedance a prirodzeny vykon
Zv=sqrt((Rp+i*Xp)/(Gp+i*Bp))
Sp=Un^2/Zv
Pp=real(Sp)

% Kapacitni a svodovy proud vedeni
Ikap=i*Unf*Bp
Ig = Unf*Gp

% Celkovy proud vedeni
Isuma=Iz + Ikap + Ig

% Ubytek na vedeni
dUr= Isuma*Rp
dUl=i*Isuma*Xp
U1=Unf + dUr + dUl
dUf=abs(U1)-Unf
dU=dUf*sqrt(3)

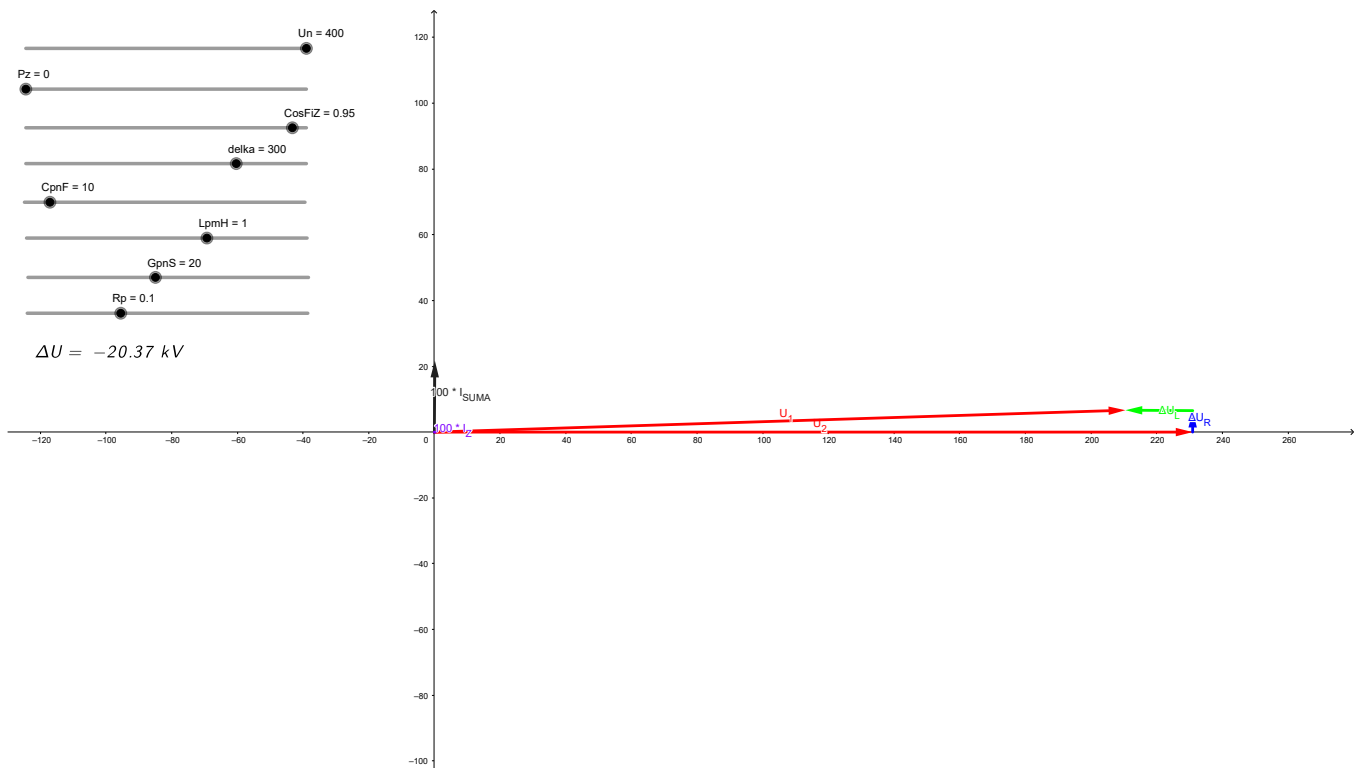
```

Výpočet si lze otestovat vložením do online interpreteru jazyka Octave (kompatibilního s MATLAB) na adrese: [Octave Online](#)

Interaktivní výpočet napěťových poměrů na vedení v nástroji Geogebra

Interaktivní aplikace odpovídající postupu v předešlé kapitole realizovaná v nástroji [Geogebra](#) je k dispozici zde:

[Ferrantiho jev s konstantním napětím \$U_2\$](#)



V praktické situaci ovšem nebude jako základ výpočtu obvykle napětí na konci vedení, ale na jeho začátku. Varianta aplikace, která tuto situaci poněkud respektuje je k dispozici zde:

[Ferrantio jev s přibližně konstantní velikostí napětí \$U_1\$](#)

▼ Interaktivní výpočet napěťových poměrů na vedení

Interaktivní aplikace odpovídající postupu v předešlé kapitole realizovaná v jazyce [Python](#).

Poznámka:

Pro správnou funkčnost interaktivních prvků tohoto dokumentu je nezbytné provést prvotní přepočtení (běh, spuštění) všech buněk. Tedy spustit v menu Runtime položku Run all nebo použít klávesovou zkratku CTRL+F9.

.

.

Un (kV)	400	Unf (kV)	230.940107675850	Zv (ohm)	323.947101132822
Pz (MW)	0.000001	Qz (MVA)	3.28684105178863	Sp (MVA)	493.907799886123
cos Fi Z (-)	0.95	Sz (MVA)	0.00000105263157	Pp (MW)	488.295012258270
delka (km)	300	lcz (kA)	1.44337567297406	lkap (kA)	0.21765592370810
Rp1 (ohm/...	0.1	ljz (kA)	4.74414641508419	Ig (kA)	0.00138564064605
Lp1 (mH/km)	1	Iz (kA)	1.51934281365691	Isuma (kA)	0.21766033382936
Cp1 (nF/km)	10	Rp (ohm)	30	dUr (kV)	6.52981001488095
Gp1 (nS/km)	20	Lp (H)	0.3	dUI (kV)	20.5140031720870
		Xp (ohm)	94.2477796076938	U1 (kV)	210.573445367439
		Cp (F)	0.000003	dUf (kV)	-20.366662308410:
		Bp (S)	0.00094247779607	dU (kV)	-35.276093898764:
		Gp (S)	0.000006		

