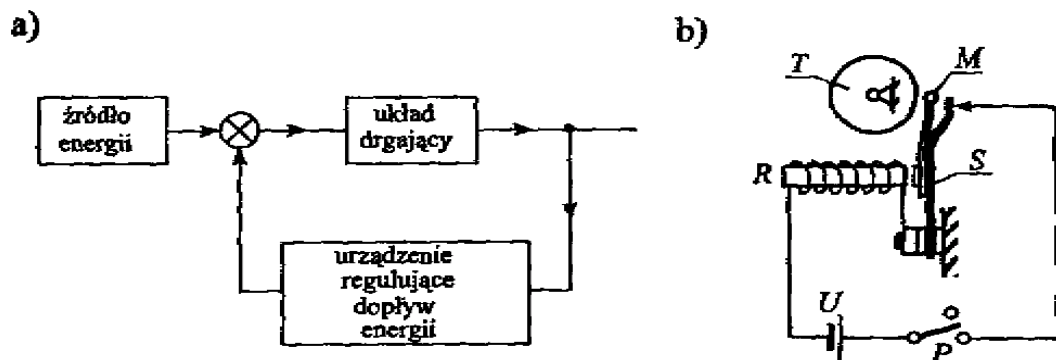


Drgania samowzbudne:

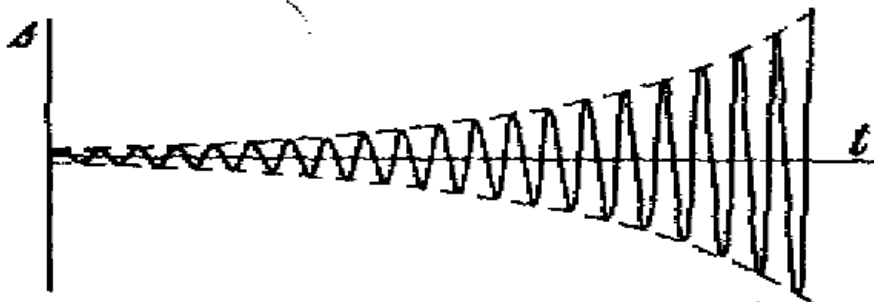
- siła podtrzymująca drgania jest wywołana lub sterowana przez ruch drgający i zanika wraz z jego zanikiem \Rightarrow sprzężenie zwrotne



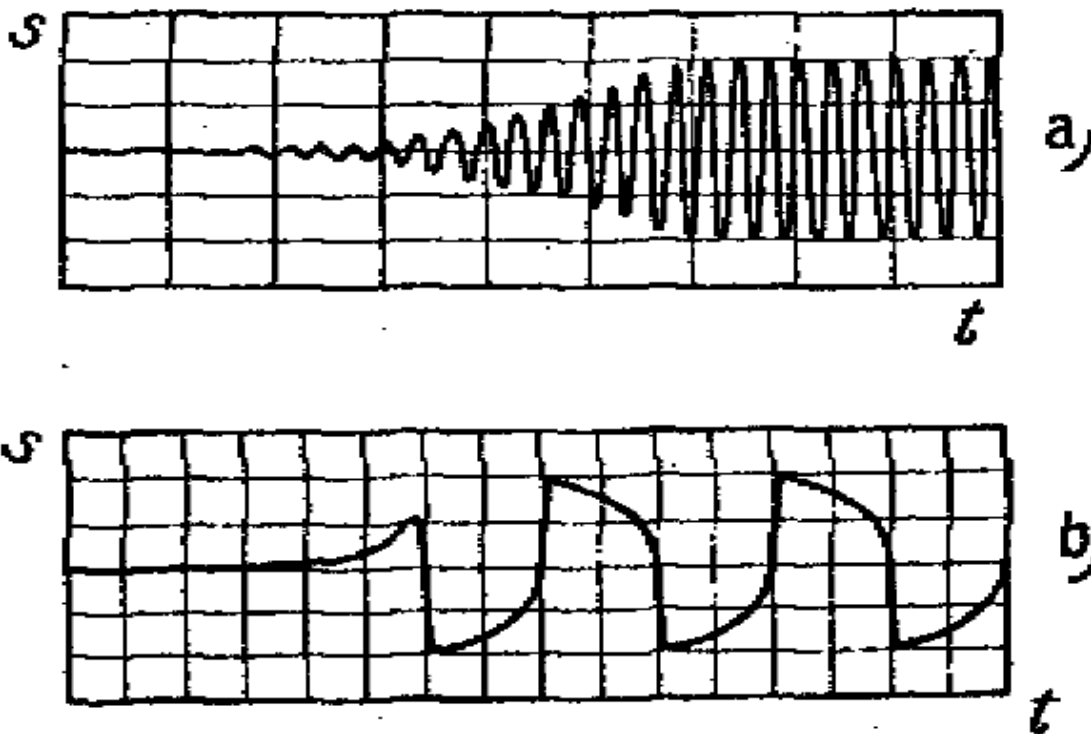
Np. ruch oscylatora powoduje powstanie siły proporcjonalnej do prędkości, skierowanej zgodnie z kierunkiem ruchu (opór ujemny).

$$m\ddot{\Psi} - k_1\dot{\Psi} + k\Psi = 0 \quad \leftarrow \text{bez tłumienia}$$

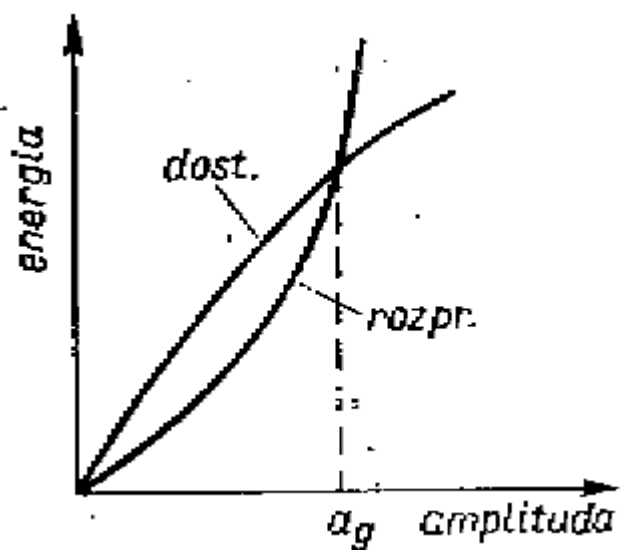
$$\Psi = A \exp\left(\frac{k_1}{2m}t\right) \sin(\omega t + \varphi)$$

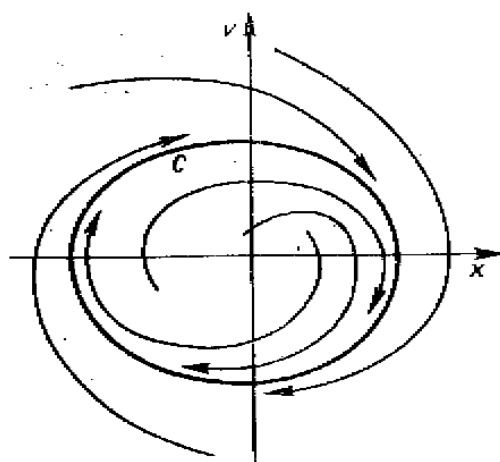


$$m\ddot{\Psi} + (k_2 - k_1)\dot{\Psi} + k\Psi = 0 \quad \leftarrow \text{z tłumieniem } (k_2)$$

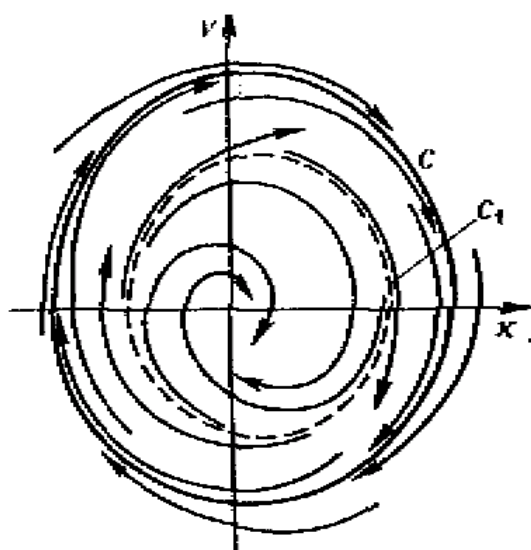
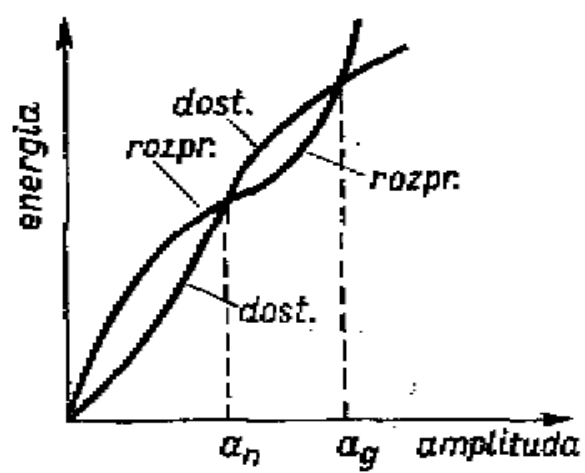


Miękkie wzbudzenie:

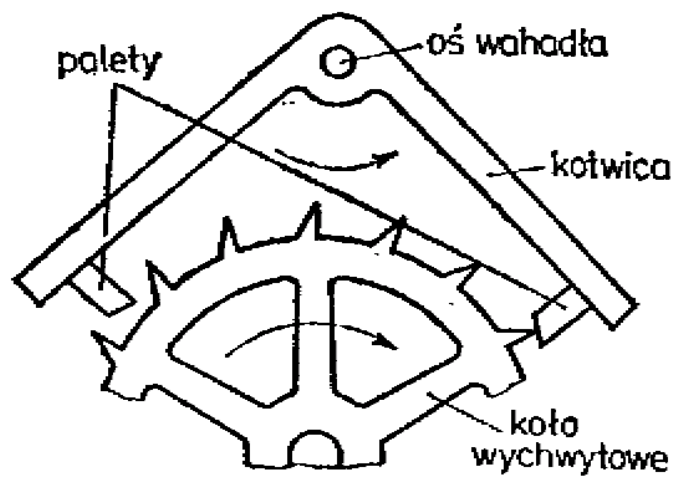
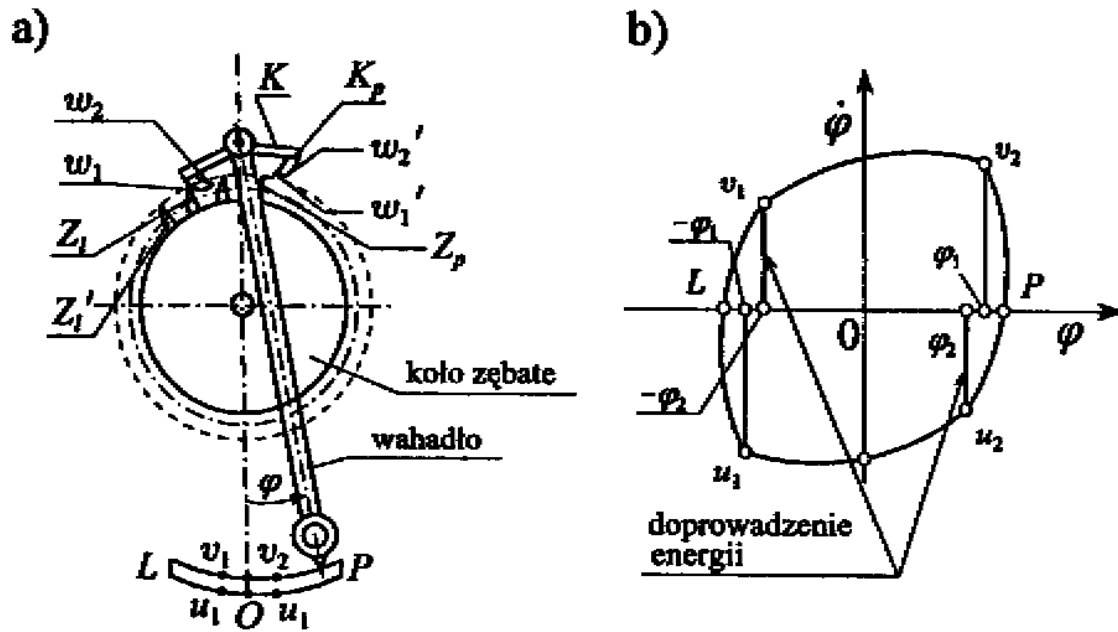




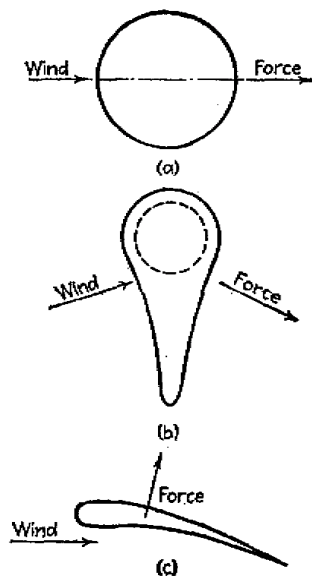
Twarde wzbudzenie:



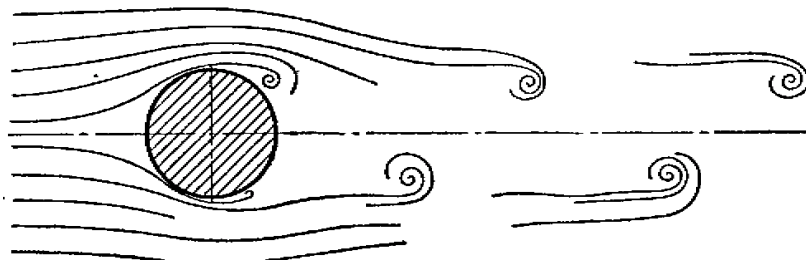
Zegar:



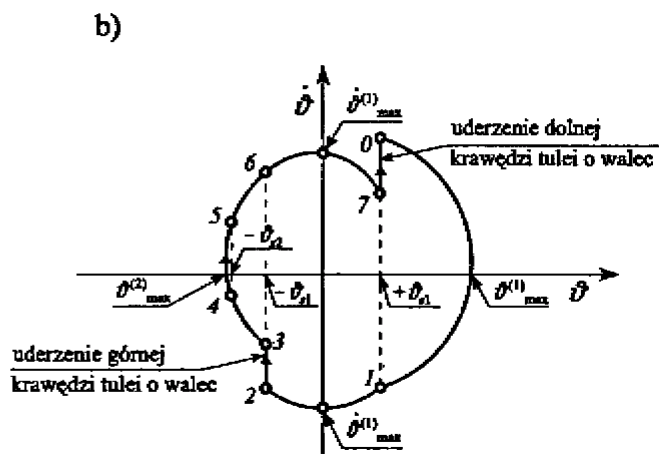
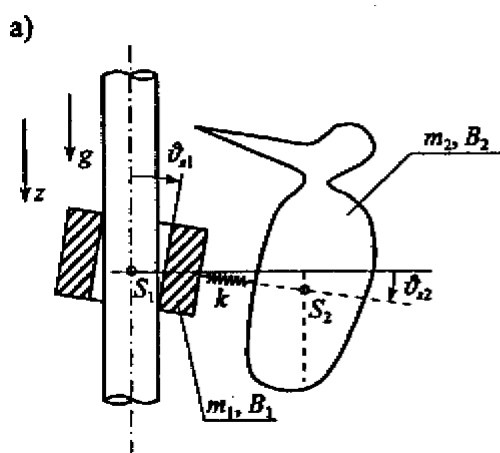
Linie napowietrzne:



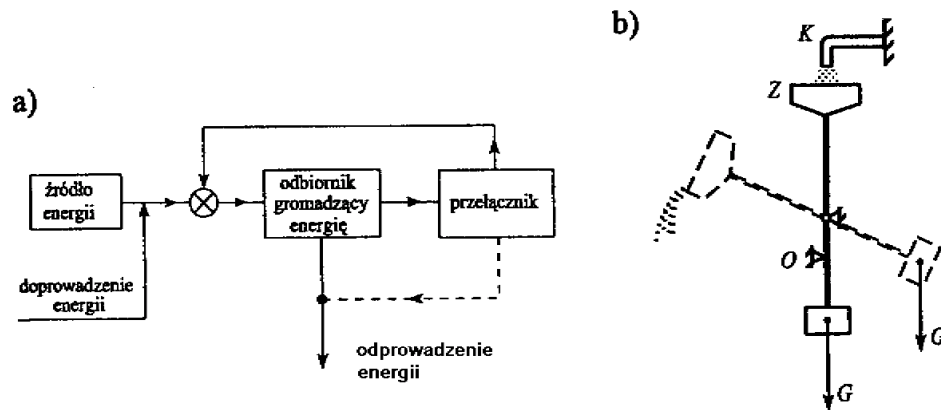
Wiry (Tacoma):



Dzięcioł:

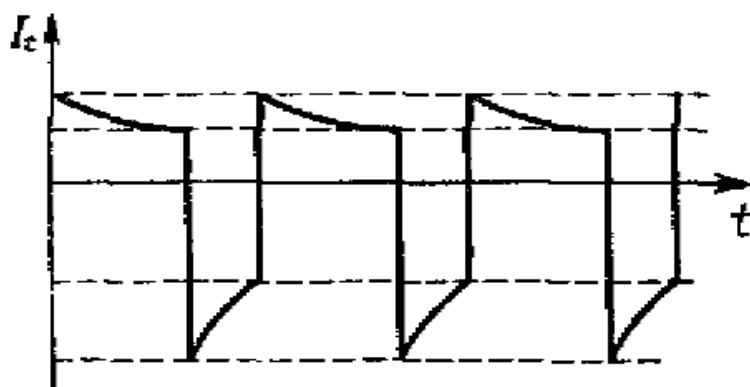
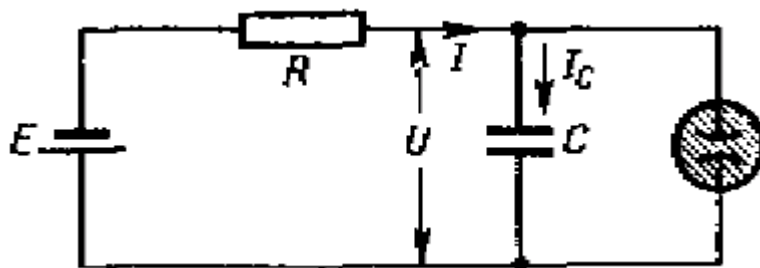


Drgania relaksacyjne:



- rodzaj drgań samowzbudnych
- ani źródło energii, ani układ drgający nie mają charakteru oscylacyjnego.
- opóźnienie pomiędzy gromadzeniem energii potencjalnej i jej przekształceniem w kinetyczną (czas relaksacji).
- po czasie relaksacji nagromadzona energia całkowicie się rozprasza i następuje nowy proces „napełniania” od stale działającego źródła.
- bez zmian konstrukcyjnych można zmienić częstotliwość, nie amplitudę.
- można synchronizować drgania przy pomocy drgań pomocniczych o małej amplitudzie.

Generator z neonówką:



Rezonans parametryczny

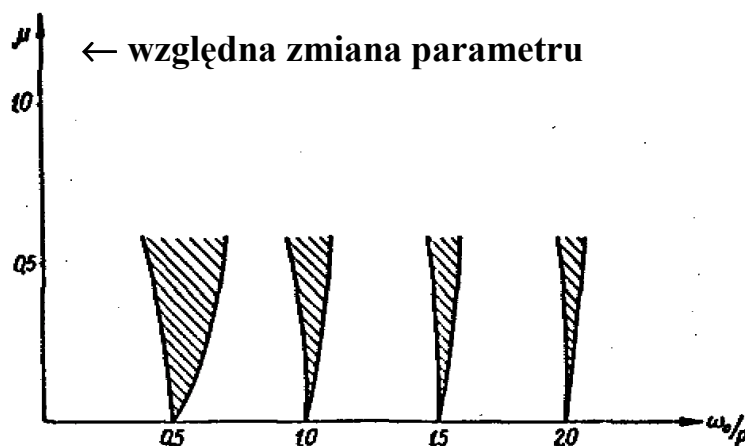
- drgania nie zanikające dzięki periodycznej zmianie parametrów układu drgającego

Niech: ω_0 - częstość drgań własnych

ω - częstość zmian parametru, od którego zależy częstość drgań własnych.

Jeśli $\frac{\omega_0}{\omega} \cong \frac{n}{2}$ $n=1,2,3,\dots$, to układ drga z częstością

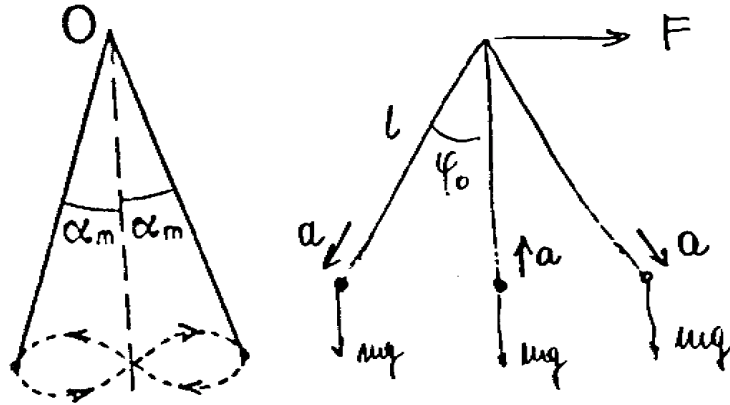
bliską ω_0 , równą $\omega/2$, ω , $3\omega/2 \Rightarrow$ drgania parametryczne.



Drgania parametryczne wahadła:

W wychyleniu masa opuszcza się o $a \cos \varphi_0$.

Szukamy pracy siły F:



Siła ciężkości: $mga(1 - \cos \varphi_0) \cong \frac{1}{2}mga\varphi_0^2$

$$\left(\cos \varphi_0 \cong 1 - \frac{\varphi_0^2}{2} \right)$$

Siła odśrodkowa: $\frac{mv_0^2}{l}$ w położeniu równowagi, 0 w

skrajnym

$$W = 2 \left(\frac{1}{2}mga\varphi_0^2 + \frac{mv_0^2}{l}a \right)$$

$$(\varphi = \varphi_0 \sin \omega t, \quad \dot{\varphi} = \omega \varphi_0 \cos \omega t, \quad v_0 = l(\dot{\varphi})_0)$$

$$v_0 = l\varphi_0\omega \quad \omega = \sqrt{\frac{l}{g}} \quad \varphi_0 = \frac{v_0}{l\omega}$$

$$\varphi_0^2 = \frac{v_0^2}{l^2 \omega^2} = \frac{v_0^2}{l^2 \frac{g}{l}} = \frac{v_0^2}{l g}$$

$$W = 2 \left(\frac{1}{2} m g a \frac{v_0^2}{l g} + \frac{m v_0^2}{l} a \right)$$

$$W = 2 \frac{a}{l} \left(\frac{m v_0^2}{2} + \frac{2 m v_0^2}{2} \right)$$

$$\underline{W = 6 \frac{a m v_0^2}{l 2} \quad \propto E}$$

Praca wykonywana przez siłę zewnętrzną $W > 0$ i proporcjonalna do E - energia systematycznie rośnie!

Szybkość wzrostu energii: $\frac{dE}{dt} \propto E$ - jak dla drgań

tłumionych, ale z dodatnim współczynnikiem

Bez oporów - wykładniczy wzrost.