

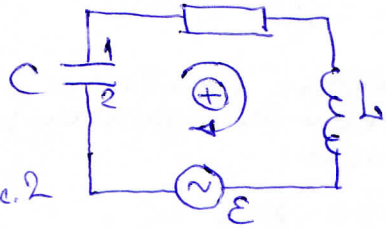
## Законы Ф/М индукции

$$(1) \mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}; \quad \mathcal{E} = \oint_{\Gamma} \vec{E} \cdot d\vec{r} = -\frac{d}{dt} \int_S \vec{B} \cdot \vec{n}^+ dS = -\frac{d\Phi_B}{dt} \quad (2)$$

Дать качественную картину явления.

Для самоиндукции:  $\Phi_B = LI$ ,  $L = \mu_0 n^2 V$  (из соображений),  $L > 0$   
 Для взаимной индукции:  $\Phi_{B2} = M_{12} I_1$ ,  $M_{12}$  - инд. вел.:  $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$  (3)

Вернуться к задаче о гальв. контуре с током в поле  $\vec{B}$  и показать, что с учетом инд. процесса полная работа поле  $\vec{B}$  равна  $\int \vec{B} \cdot d\vec{r}$  (4)



$$(4) RI = \frac{\Phi_1 - \Phi_2 + \mathcal{E}_L + \mathcal{E}}{-\Delta\Phi_{12}}; \quad I = \frac{dq}{dt}; \quad q = C\Delta\Phi_{12}$$

$$(5) \mathcal{E}_L = -L \frac{dI}{dt} \quad (5)$$

$$(6) q'' + 2\beta q' + \omega_0^2 q = \frac{\mathcal{E}}{L} \quad 2\beta = \frac{R}{L}; \quad \omega_0^2 = \frac{1}{LC}$$

$$(7) q(t) = q_{св}(t) + q_{вын}(t) + q_{инт}(t)$$

Свободный процесс  
 $\mathcal{E} \equiv 0$ :

1.  $R=0 \Rightarrow \beta=0$  - идеальный контур Томпсона

$$q(t) = q_m \cos(\omega_0 t + \alpha), \quad T = 2\pi \sqrt{LC} = \frac{2\pi}{\omega_0} \quad (8)$$

2. Контур с сопротивлением:

2а. высокое сопротивление  
 (аперриодизм, демпфирование)  
 $\beta^2 > \omega_0^2$  ( $R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ )  
критическое сопротивление

2б. относительно низкое сопр.  $\beta < \omega_0$ ,  
 ( $R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ )

$$(9) q(t) = q_m e^{-\beta t} \cos(\omega t + \alpha), \quad \omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$$

-  $\phi$  - затухание,  $T = 2\pi/\omega$  - период колебаний,  $\tau = 1/\beta$  - время затухания

X-ли затухание: (10)  $\tau = 1/\beta$  - время затухания

$$(11) \lambda = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \beta T = \frac{1}{Ne} - \text{лог. decrement, } Ne - \text{число колебаний, за кот. } A(t) \downarrow e \text{ раз.}$$

$$\text{т.е. } \beta^2 < \omega_0^2 \quad \omega \approx \omega_0 \quad \lambda \approx \beta \frac{2\pi}{\omega_0} = \pi R \sqrt{C/L}$$

$$(12) \frac{R_{крит}}{2R} \approx Q = \frac{\pi}{\lambda} = \pi Ne \approx \frac{1}{R} \sqrt{L/C} = 2\pi \frac{W}{\delta W} - \text{добротность}$$

Затухающий процесс после ускорения (св. процесс затух.)

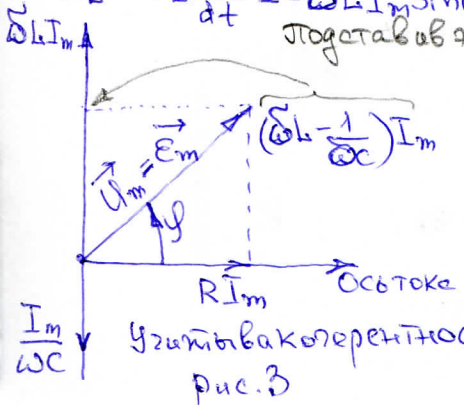
$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_m \cos \delta t \quad (13) q(t) = q_m \cos(\delta t - \psi), \quad q_m = \frac{\mathcal{E}_m}{L}$$

$$I = \frac{dq}{dt} = -\delta q_m \sin(\delta t - \psi) = \delta q_m \cos(\delta t - \psi + \pi/2) = \delta q_m \cos(\delta t - \psi) \quad (14)$$

$$U = U_L + U_R + U_C = \mathcal{E}_m \cos \delta t \quad (\text{интерпретация коэффициентов как напряжений}) \quad (15)$$

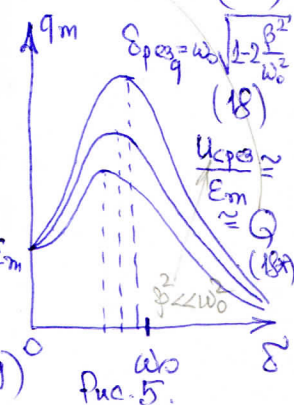
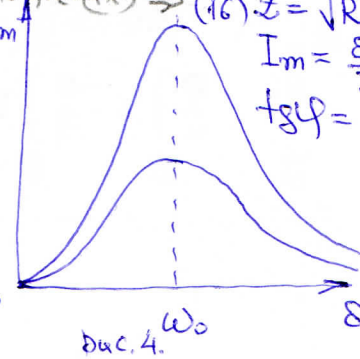
$$U_R = RI = R I_m \cos(\delta t - \psi) \quad U_C = \frac{q}{C} = \frac{q_m}{C} \cos(\delta t - \psi) = \frac{I_m}{\omega C} \cos(\delta t - \psi - \frac{\pi}{2})$$

$$U_L = +L \frac{dI}{dt} = -\delta L I_m \sin(\delta t - \psi) = \omega L I_m \cos(\delta t - \psi + \pi/2)$$



$$\text{Подстановка в (16)} \Rightarrow (16) Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2} - \text{импеданс}$$

$$I_m = \frac{\mathcal{E}_m}{Z} \quad \text{т.е. при } \delta = \omega_0 \text{ (резонанс)}$$



$$\delta_{рез} = \omega_0 \sqrt{1 - 2\frac{\beta^2}{\omega_0^2}} \quad (19)$$



05-2 12 ----- 25	Брагинский, Михаил Исаакович Договорное право. Кн. 1: Общие положения. - 2005 (ОАО Ярослав. полигр. комб.). - 840, [1] с. - ISBN 5-8354-0016-0 (в пер.).	05-6548 [002-585-040] 20.12.17 © РГБ	ФБ	ББК Х623.2.0
04-46 10 ----- 63	Борхес, Хорхе Луис Собрание сочинений.	05-9947 [002-587-813] 20.12.17 © РГБ	ФБ-2	ББК Ш5(7Ар)62-6я44
04-46 10 ----- 62	Т. 2: Произведения, 1942-1969. - 2005 (ГИПК Лениздат). - 846, [1] с. - ISBN 5-94278-690-9 (в пер.).			
04-46 10 ----- 63	Борхес, Хорхе Луис Собрание сочинений.	05-10093 [002-587-813] 20.12.17 © РГБ	ФБ-2	ББК Ш5(7Ар)62-6я44
04-46 10 ----- 63	Т. 4: Произведения, 1980-1986. Посмертные публикации. - 2005. - 589, [1] с. - ISBN 5-94278-692-5 (Т. 4).			

04-46 10 ----- 63	Борхес, Хорхе Луис Собрание сочинений.	05-10512 [002-587-813] 20.12.17 © РГБ	ФБ-2	ББК Ш5(7Ар)62-6я44
04-46 10 ----- 62	Т. 3: Произведения, 1970-1979. - 2005. - 702, [1] с. - ISBN 5-94278-691-7 (Т. 3).			
04-46 10 ----- 63	Борхес, Хорхе Луис Собрание сочинений.	05-10093 [002-587-813] 20.12.17 © РГБ	ФБ-2	ББК Ш5(7Ар)62-6я44
04-46 10 ----- 63	Т. 4: Произведения, 1980-1986. Посмертные публикации. - 2005. - 589, [1] с. - ISBN 5-94278-692-5 (Т. 4).			

(20)  $X_L = \omega L \xrightarrow{\omega \rightarrow 0} 0$ ;  $X_C = \frac{1}{\omega C} \xrightarrow{\omega \rightarrow \infty} 0$  (исключено емкостью (соединение обкладок плоского конденсатора  $d \rightarrow \infty$ ) и  $C \rightarrow \infty$ )

Мощность переменного тока ( $U_{\Sigma} = \varepsilon$ ):

$P(t) = UI = \varepsilon I \stackrel{(13)}{=} U_m I_m \cos \delta t \cos(\delta t - \varphi) = U_m I_m (\cos^2 \delta t \cos \varphi + \sin^2 \delta t \sin \varphi)$  (21)

$\langle P \rangle_t = \frac{U_m I_m \cos \varphi}{2} \stackrel{\text{рис.3}}{=} \frac{U_m \cos \varphi}{2} I_m \stackrel{\text{рис.3}}{=} \frac{R I_m}{2} I_m = \frac{1}{2} R I_m^2$  (22)

$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ ;  $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$  - действующие или эффективные (23)

$\cos \varphi$  в (22) - коэф-т мощности. Среднее значение выделяемой в цепи, зависит не только от  $U$  и  $I$ , но и от сдвига фаз между ними:

- если  $\varphi = 0$  - энергия не теряется (активная нагрузка)
- если  $\varphi = \pm \frac{\pi}{2}$  - энергия обменивается между источником (генератором) и нагрузкой (реактивная нагрузка)

Замечание: активное сопротивление  $R$  не шире, чем  $R$  (только  $R$ ), реактивное сопротивление  $X_L$  и  $X_C$  не шире, чем  $X_L$  и  $X_C$  (только  $X_L$  и  $X_C$ ). По этому  $Z > R$ .