



IFSC

**UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO**

Instituto de Física de São Carlos

Aula 1

Motivação

Aumentar a independência e a eficiência do aluno, e melhorar o conhecimento do equipamento de RMN que usa.

Responder questões frequentes.

O que é uma sonda de RMN?

Por quê sintonizar a sonda?

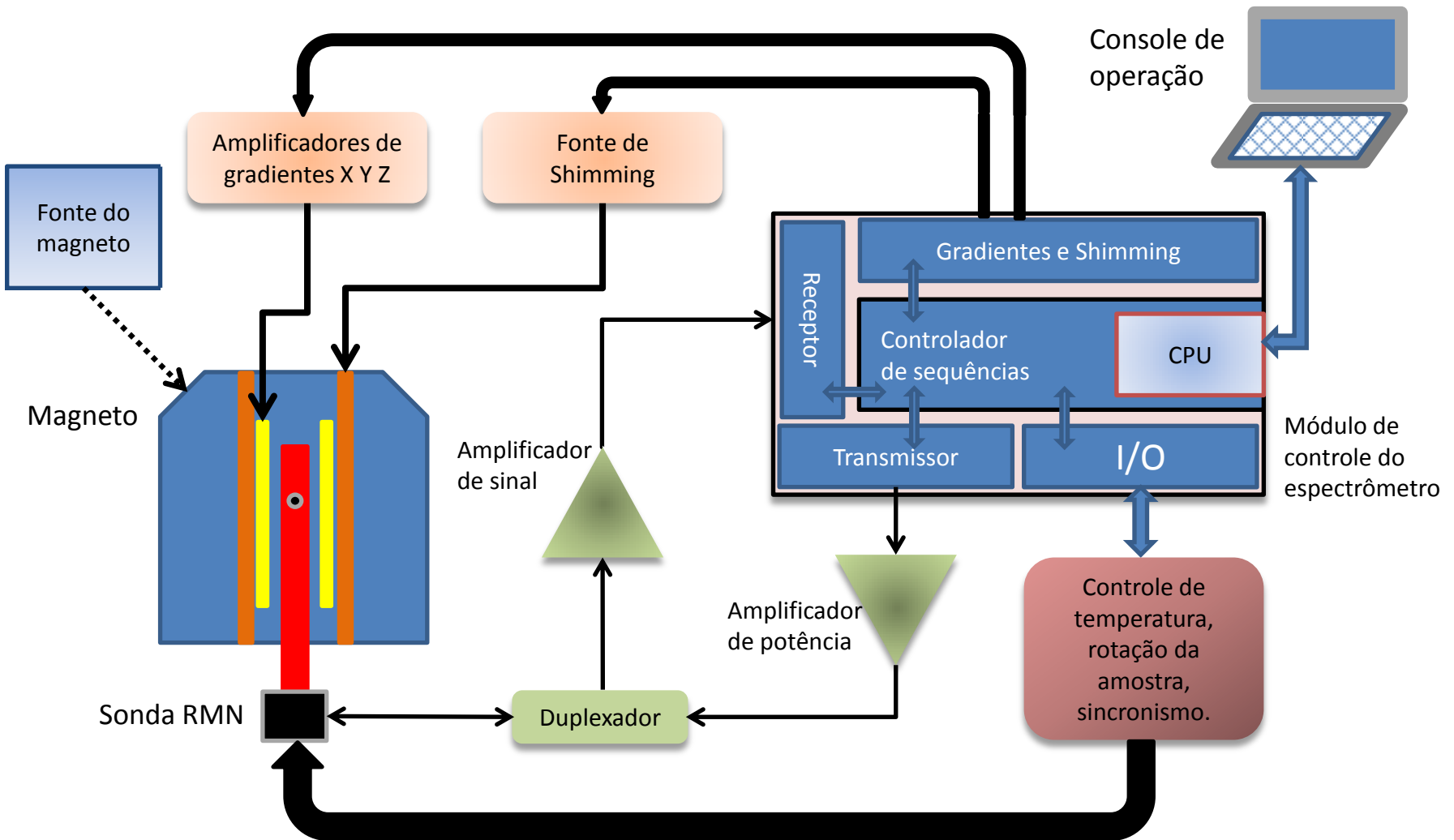
O que é “shimming”?

O que é $\lambda/4$?

Breve História da Ressonância Magnética Nuclear

- ❑ 1924 - Pauli propõe o spin nuclear
- ❑ 1930 - Rabbi propõe o método ressonante para medir as propriedades magnéticas do núcleo atômico. (Nobel de Física em 1942).
- ❑ 1946 - Bloch e Purcell medem o primeiro sinal de RMN. (Nobel de Física em 1952).
- ❑ Décadas de 50 até meados de 70 - a RMN torna-se uma poderosa ferramenta de análise para químicos e físicos.
- ❑ 1966 – Richard Ernst propõe a espectroscopia por RMN pulsada. (Nobel de química em 1992).
- ❑ Meados dos anos 70 - surgem os magnetos supercondutores.
- ❑ 1976 – Paul C. Lauterbur apresenta a primeira imagem por RMN obtida num equipamento de laboratório. (Nobel de medicina em 2003 junto com Peter Mansfield).

Diagrama em blocos de um equipamento de RMN



Questões?

Fim da Aula 01



IFSC

**UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO**

Instituto de Física de São Carlos

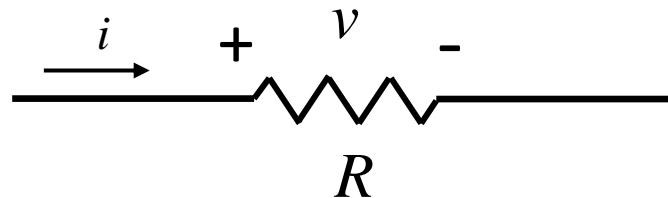
Aula 2

Elementos de circuitos passivos - resistência

Lei de Ohm – Proporcionalidade entre tensão e corrente num material

$$v = R \cdot i$$

Resistência e convenção de polaridade



Resistência é um dissipador de energia

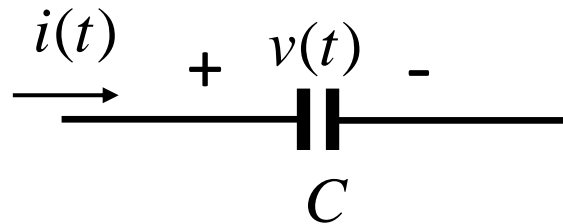
$$P = v \cdot i = R \cdot i^2 = \frac{v^2}{R}$$

Elementos de circuitos passivos - capacitância

Proporcionalidade entre tensão e carga elétrica

$$q = C \cdot v$$

Capacitância e convenção de polaridade



Capacitância é a constante de proporcionalidade entre a corrente e taxa de variação da tensão

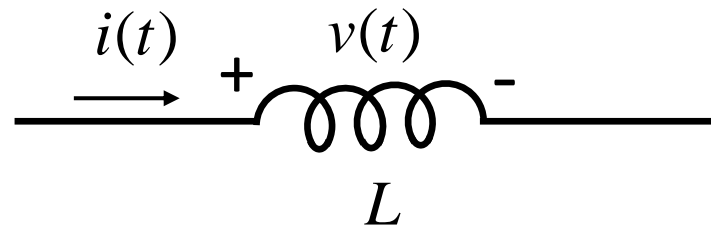
$$i(t) = C \cdot \frac{dv(t)}{dt}$$

Elementos de circuitos passivos - indutância

Proporcionalidade entre corrente elétrica e fluxo de campo magnético

$$\Theta = L \cdot i$$

Indutância e convenção de polaridade



Indutância é a constante de proporcionalidade entre a tensão e taxa de variação da corrente elétrica

$$v(t) = L \cdot \frac{di(t)}{dt}$$

Elementos de circuitos passivos - impedância

Função de excitação complexa para tensão e corrente

$$v(t) = V_m e^{j(\omega t + \theta)} \quad i(t) = I_m e^{j(\omega t + \phi)}$$

Aplicando a lei de ohm $v(t) = R \cdot i(t)$

$$V_m e^{j(\omega t + \theta)} = R \cdot I_m e^{j(\omega t + \phi)}$$

Suprimindo o termo $e^{j\omega t}$

$$V_m e^{j\theta} = R \cdot I_m e^{j\phi}$$

Em representação de fasores $\mathbf{V} = R \cdot \mathbf{I}$

Elementos de circuitos passivos - impedância

Aplicando a mesma função de excitação complexa para o capacitor e o indutor

$$v(t) = L \frac{di(t)}{dt}$$

$$i(t) = C \frac{dv(t)}{dt}$$

$$V_m e^{j(\omega t + \theta)} = L \frac{d}{dt} \left(I_m e^{j(\omega t + \phi)} \right)$$

$$I_m e^{j(\omega t + \phi)} = C \frac{d}{dt} \left(V_m e^{j(\omega t + \theta)} \right)$$

$$V_m e^{j(\omega t + \theta)} = j\omega L I_m e^{j(\omega t + \phi)}$$

$$I_m e^{j(\omega t + \phi)} = j\omega C V_m e^{j(\omega t + \theta)}$$

Elementos de circuitos passivos - impedância

$$V_m e^{j(\omega t + \theta)} = j\omega L I_m e^{j(\omega t + \phi)}$$

$$I_m e^{j(\omega t + \phi)} = j\omega C V_m e^{j(\omega t + \theta)}$$

Suprimindo os termos $e^{j\omega t}$

$$V_m e^{j\theta} = j\omega L I_m e^{j\phi}$$

$$I_m e^{j\phi} = j\omega C V_m e^{j\theta}$$

$$\mathbf{V} = j\omega L \mathbf{I}$$

$$\mathbf{I} = j\omega C \mathbf{V}$$

$$\frac{\mathbf{V}}{\mathbf{I}} = j\omega L = jX_L$$

$$\frac{\mathbf{V}}{\mathbf{I}} = \frac{1}{j\omega C} = -jX_C$$

Reatância indutiva

Reatância capacitiva

Potência, Energia e fator de qualidade

Para a indutância

$$p = v(t) \cdot i(t) = L \cdot i(t) \cdot \frac{di(t)}{dt}$$

A energia armazenada em campo magnético é a integral da potência num intervalo de tempo

$$E_L = \int_{t_0}^t p \cdot dt = L \int_{t_0}^t i(t) \cdot \frac{di(t)}{dt} \cdot dt = L \int_{i(t_0)}^{i(t)} i(t) \cdot di(t)$$

$$E_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot (i(t)^2 - i(t_0)^2) = \frac{Li^2}{2}$$

Potência, Energia e fator de qualidade

Para a capacitância $p = v(t) \cdot i(t) = C \cdot v(t) \cdot \frac{dv(t)}{dt}$

A energia armazenada em campo elétrico é a integral da potência num intervalo de tempo

$$E_c = \int_{t_0}^t p \cdot dt = C \int_{t_0}^t v(t) \cdot \frac{dv(t)}{dt} \cdot dt = C \int_{v(t_0)}^{v(t)} v(t) \cdot dv(t)$$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot C \cdot (v(t)^2 - v(t_0)^2) = \frac{Cv^2}{2}$$

Potência, Energia e fator de qualidade

Definição de fator de qualidade - Q

$$Q = 2\pi \frac{\text{Máxima energia acumulada}}{\text{Energia dissipada por ciclo}}$$

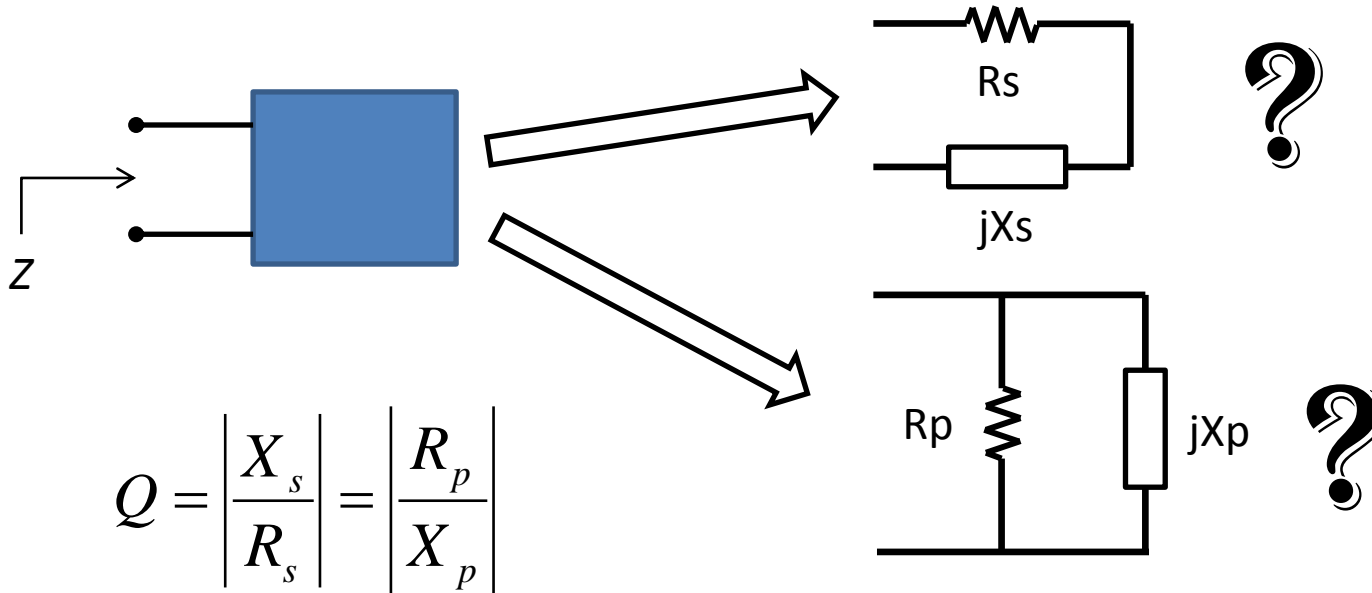
Para associação de resistência e reatância em série

$$Q = \left| \frac{X_s}{R_s} \right|$$

Para associação de resistência e reatância em paralelo

$$Q = \left| \frac{R_p}{X_p} \right|$$

Equivalência série - paralela



$$Q = \left| \frac{X_s}{R_s} \right| = \left| \frac{R_p}{X_p} \right|$$

$$R_p = R_s(1 + Q^2) \quad X_p = X_s \left(1 + \frac{1}{Q^2} \right)$$

Questões?

Fim da Aula 02