



Escola de Artes, Ciências e Humanidades
da Universidade de São Paulo

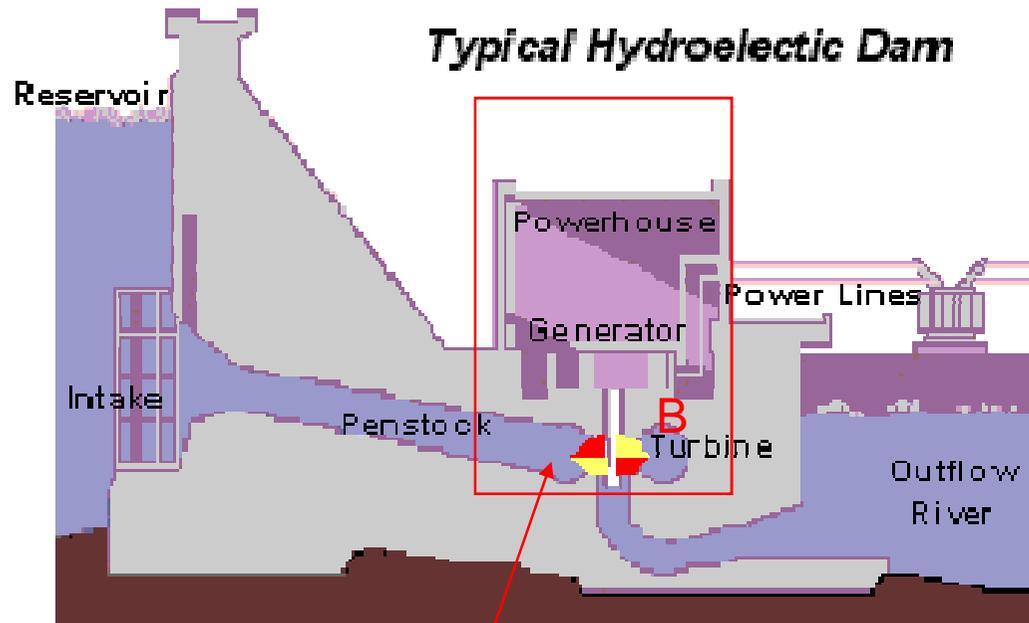
ACH1014 Fundamentos de Física

Aula 3: Usina hidrelétrica. Transformação de energia mecânica em elétrica

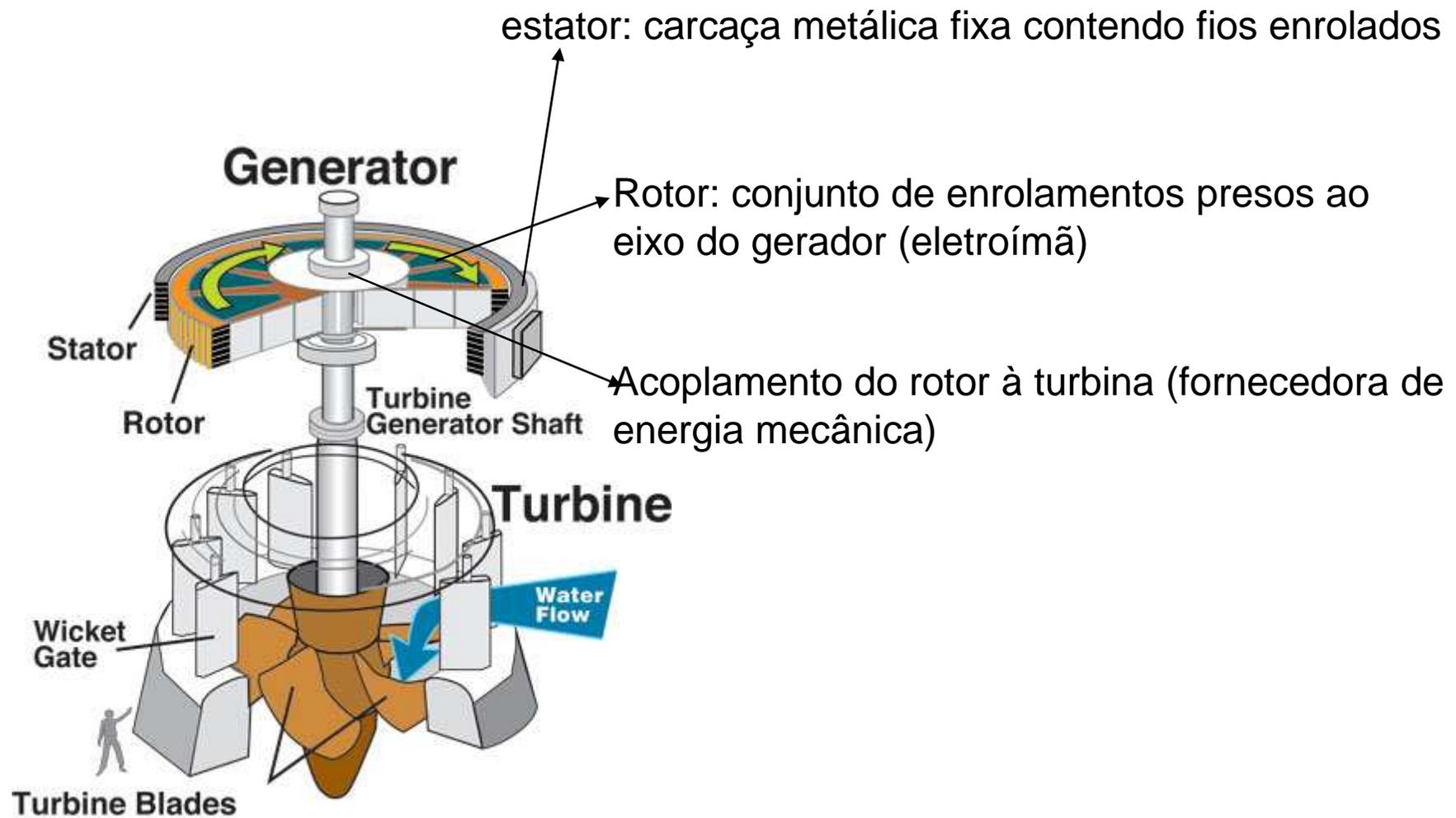
Profa Dra Patricia Targon Campana

2013

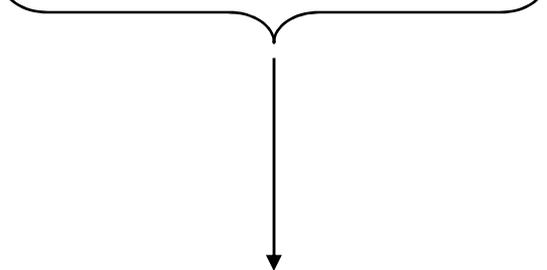
Typical Hydroelectric Dam



$E_{\text{mecânica}}$  $E_{\text{elétrica}}$



Energia elétrica: obtida nos enrolamentos do estator

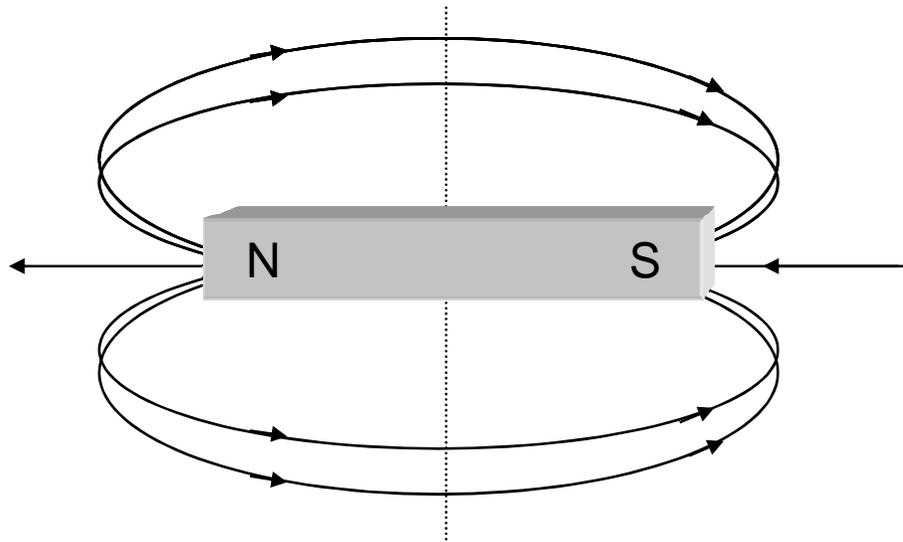


Onde a corrente elétrica será gerada

Como são geradas essas correntes?

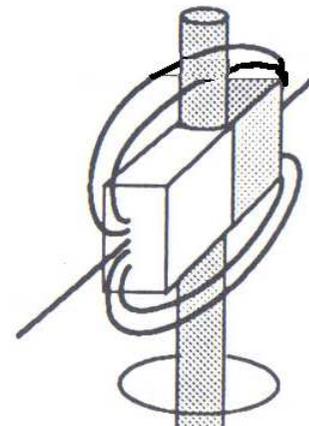
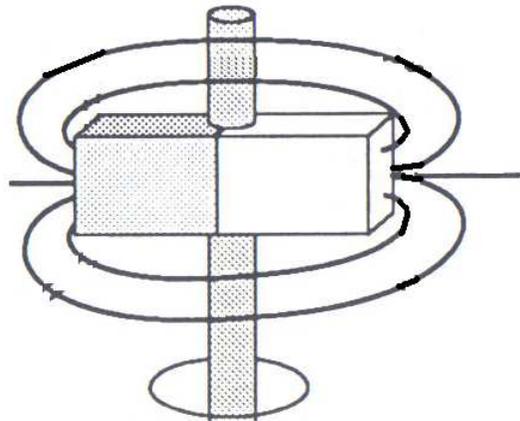
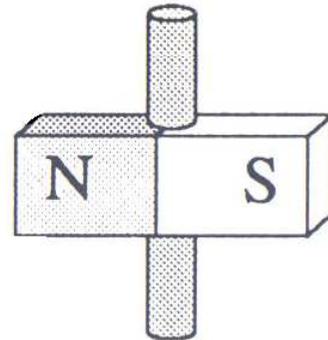
Modo 1: pela Lei de Faraday

Um ímã: possui campo magnético a sua volta



O campo provocado por um ímã parado não varia no tempo

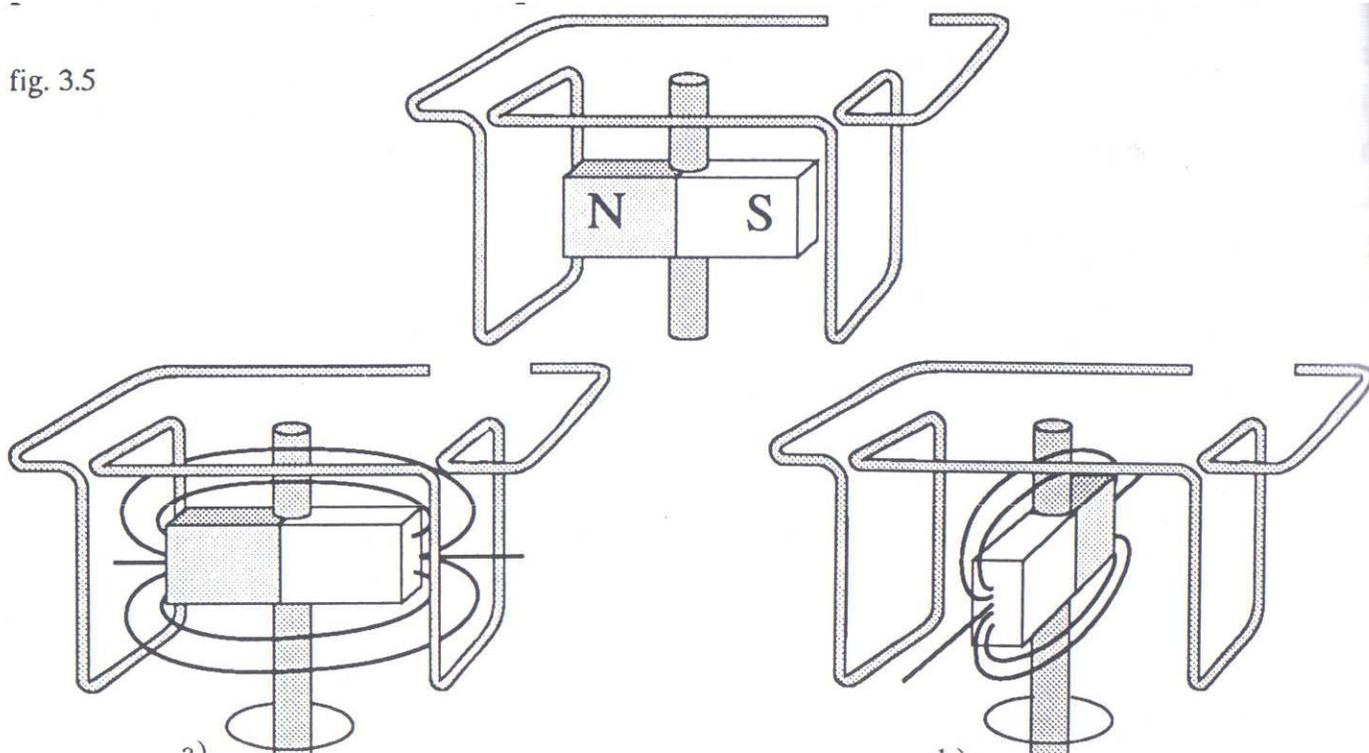
Se o imã estiver girando...



Ele carrega consigo as linhas de campo...e então essas linhas variam no tempo

Essa variação gera um campo elétrico que pode agir sobre elétrons livres que estejam num determinado circuito elétrico

fig. 3.5



Essa ação produz uma corrente elétrica!

Lei de Faraday: a variação temporal de um campo magnético no espaço gera campo elétrico caso

Campo magnético variável com o tempo



Campo elétrico no espaço



Condutor presente



Corrente elétrica no condutor

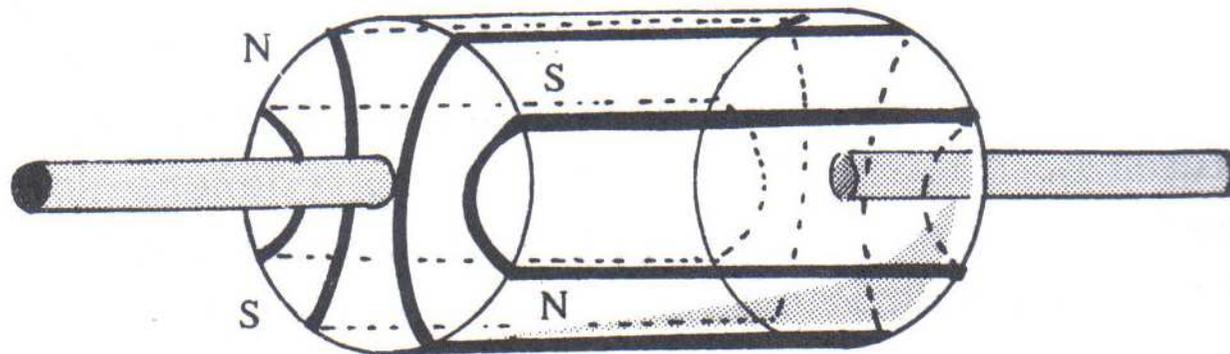
Matematicamente...

$$\frac{\Delta \vec{B}}{\Delta t} \rightarrow \vec{E}$$

Aplicando essa lei no caso mais simples de geração de energia elétrica:
o dínamo na bicicleta!

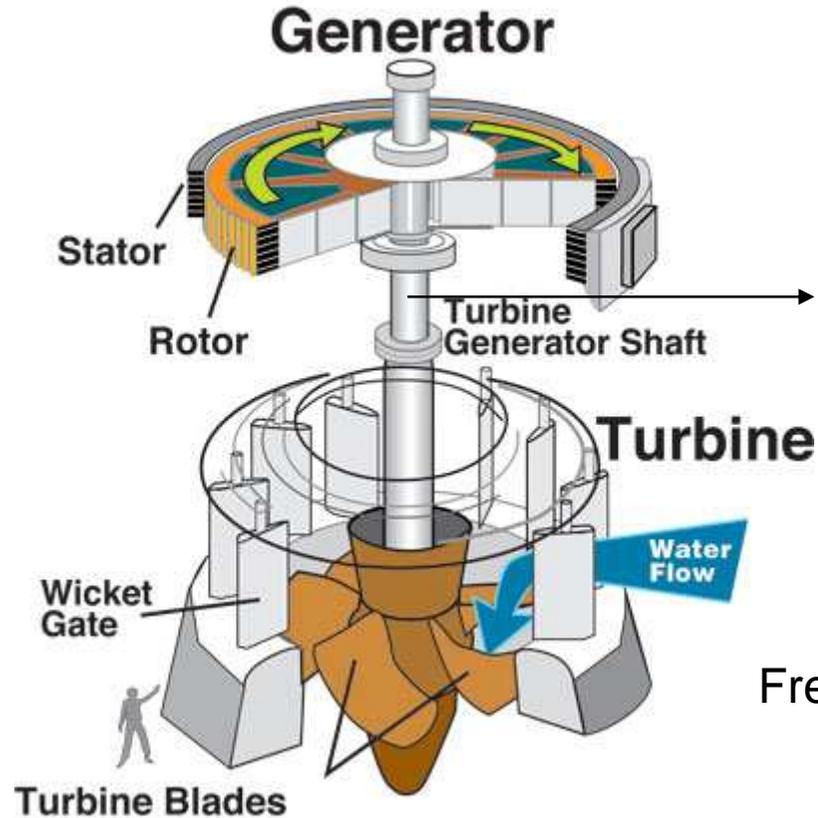


Dois ímãs em rotação → geram corrente nas espiras do estator



O par de pólos duplica a frequência de variação do campo magnético a cada volta

Na usina (de Itaipu, por exemplo)



40 pares de pólos

Velocidade de rotação da turbina: 90 rotações/minutos (1,5 Hz)

Frequência da corrente elétrica gerada: 60 Hz!

Aqui temos eletroímãs ao invés de ímãs permanentes

O gerador da usina tem dimensões muito maiores que o dínamo!!

O gerador da Usina Três Marias...

Altura: 15 m

Raio: ~15 m

Massa total: ~900 ton
(900.000 kg)



Condutores: placas de cobre retangulares de 7 cm^2 de área (como em todas as usinas), com placas isolantes para minimizar perdas por aquecimento

Modo 2: o motor-gerador – Força de Lorentz

parte móvel+ parte fixa



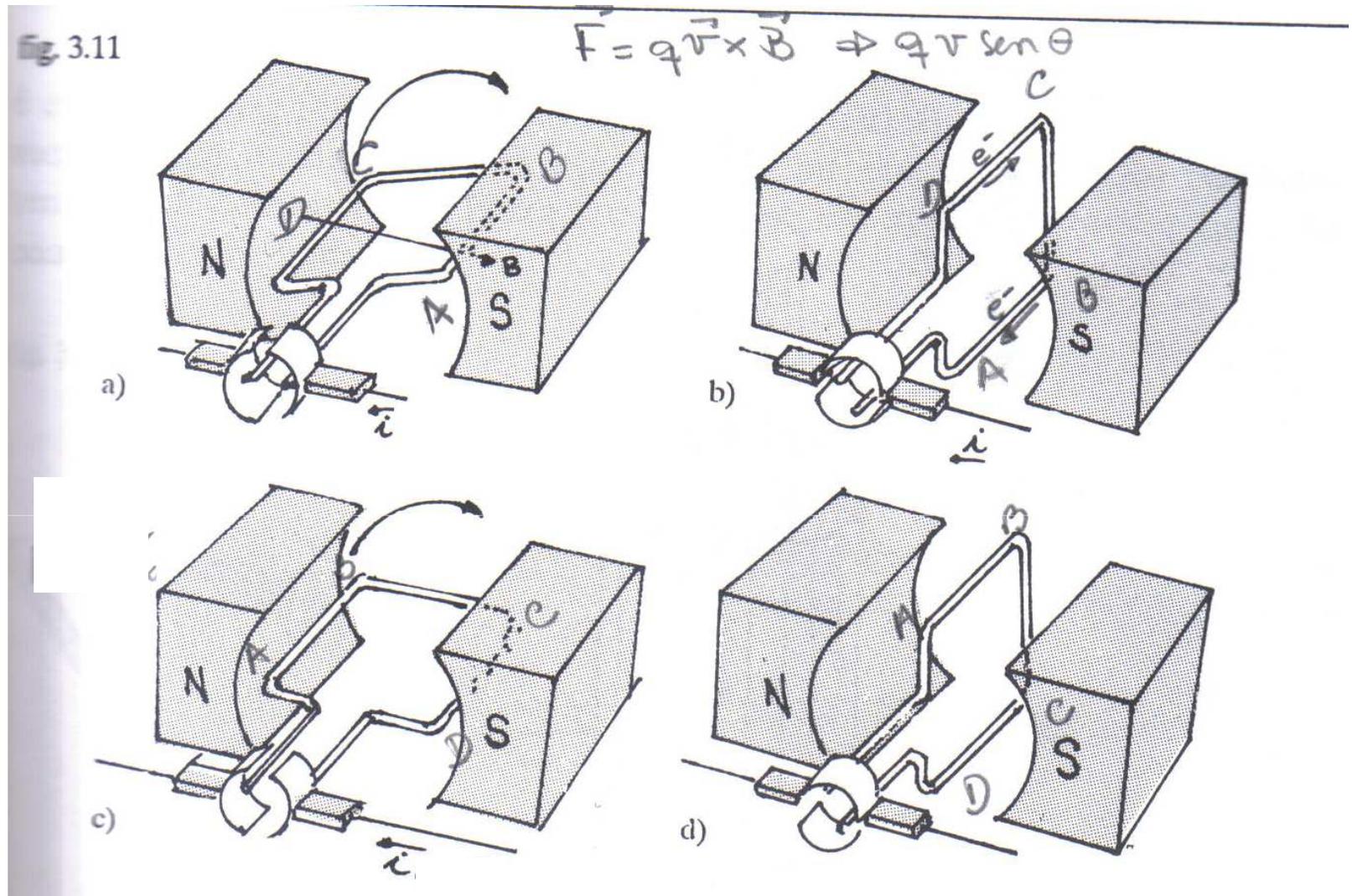
Produzir o campo magnético (ímãs permanentes ou eletroímãs)

Rotor: eixo no qual estão as espiras



Quando gira na presença do campo magnético produzido pelo estator, a corrente elétrica é gerada nos fios da espira

a corrente que aparece neste tipo de gerador é explicada pela Força de Lorentz



Corrente alternada cuja frequência é determinada pelo número de voltas da espira por unidade de tempo. Para aumentar a eficiência colocamos o máximo possível de espiras dentro do campo magnético

Comparando os dois processos

Usina hidrelétrica e
dínamo de bicicleta



Corrente gerada pela
rotação de um campo
magnético

Motor-gerador



Corrente gerada pelo
movimento das partes
metálicas em relação a um
campo magnético fixo

Ambos precisam de campo magnético e movimento
Porém diferem em fluxo de energia envolvidos e forças que causam o movimento
dos elétrons

Em relação à energia

Campo magnético fixo: Energia mecânica fornecida através da rotação do rotor e retirada na forma de energia elétrica nas espiras do próprio rotor não há transferência de energia do estator para o rotor.

Campo magnético móvel: Energia mecânica fornecida ao rotor é transferida ao estator onde é gerada a corrente elétrica.

Em relação à força que age sobre os elétrons

Campo magnético fixo: força de origem magnética (de Lorentz)

Campo magnético móvel: campo elétrico sobre os elétrons livres do interior das espiras do estator. Corrente gerada indiretamente pelo campo magnético (processo mediado pela Lei de Faraday).

Créditos

www.nutsbike.com/transportation/police-lookin...

<http://www.cemig.com.br/cemig2008/media/imagens/UHE%20Salto%20Grande%20VA%203%20IT.jpg>

Física 3 – GREF, Edusp

<http://ga.water.usgs.gov/edu/hyhowworks.html>