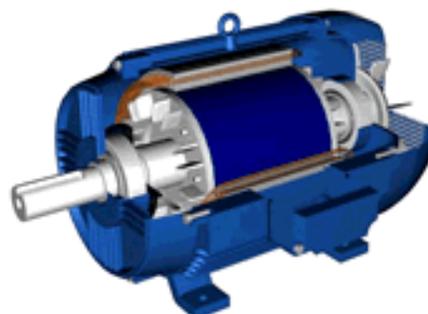
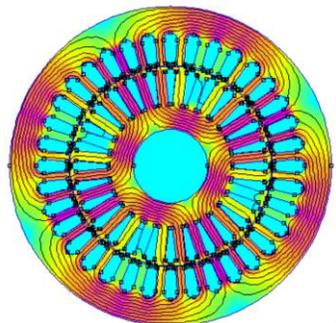
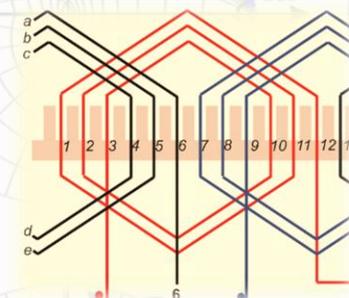




# Aula 6: Reflexão de impedância e polaridade de transformadores

Prof. Allan Fagner Cupertino  
[afcupertino@ieee.org](mailto:afcupertino@ieee.org)



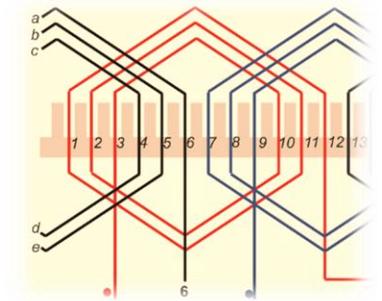
<http://www.semage.com.br/calternada.php>



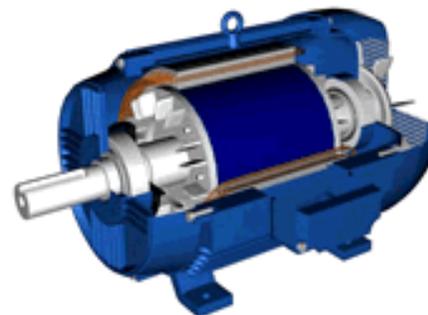
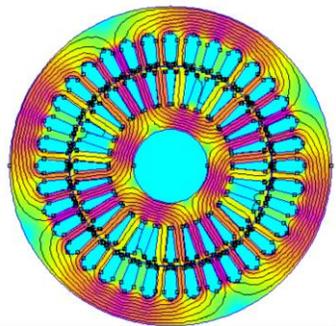
# Sumário

---

- ❑ Reflexão de impedância;
- ❑ Aplicações de reflexão de impedância;
- ❑ Polaridade de um transformador;
- ❑ Ensaio para determinação de polaridade.



# Reflexão de impedância



<http://www.semage.com.br/calternada.php>



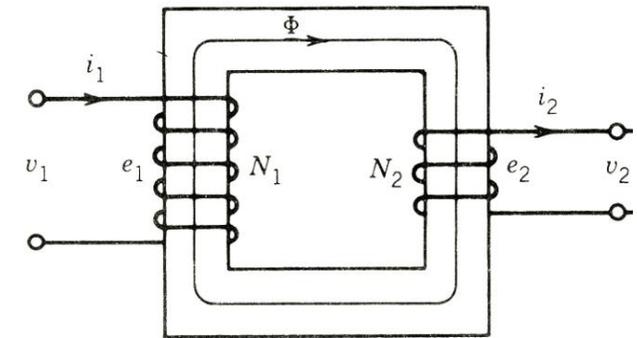
# Princípio básico de funcionamento

- ❑ Transformador ideal;
  - As bobinas não apresentam resistência;
  - A permeabilidade do núcleo magnético é infinita.
- ❑ Conclusão: Não existem perdas nem dispersão do fluxo;
- ❑ Sob estas condições pode-se obter que:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = a$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{a}$$

$$V_1 I_1 = V_2 I_2$$

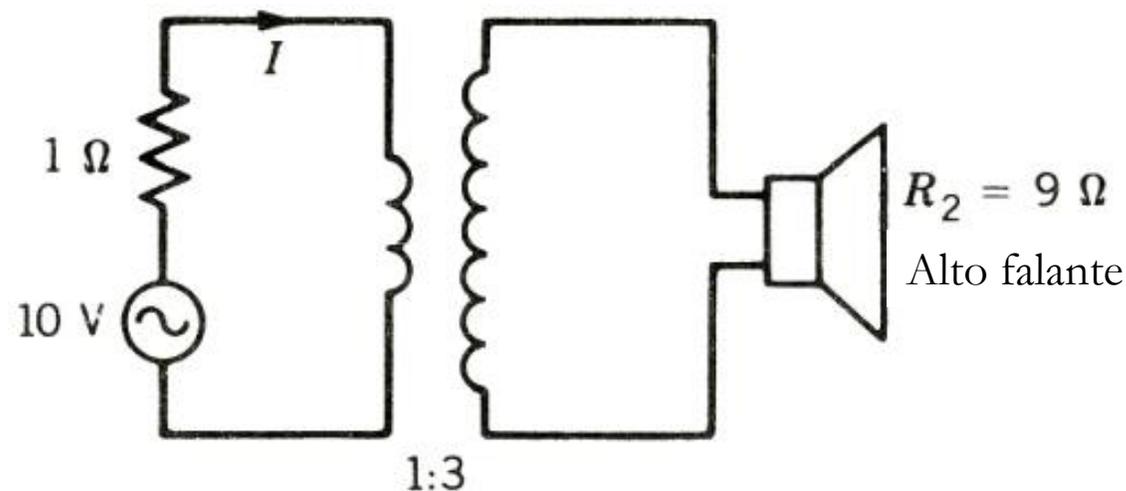


P. C. Sen. "Principles of Electrical Machines and Power Electronics".

Onde  $a$  é denominado relação de espiras ou relação de transformação do transformador.

# Reflexão de Impedância - Motivação

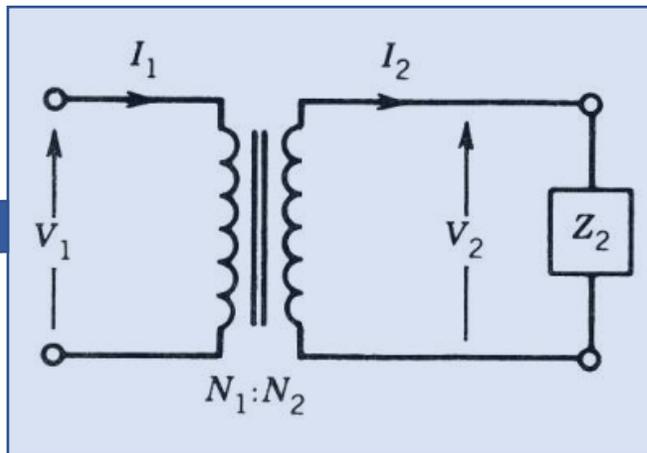
- ❑ A reflexão de impedância permite analisar o efeito “equivalente” da carga nos terminais da fonte (em termos de tensão e corrente);
- ❑ Ferramenta útil na resolução de circuitos com transformadores;
- ❑ Exemplo: Qual o valor da corrente  $I$ ?



Fonte: P. C. Sen. “Principles of Electrical Machines and Power Electronics”.

# Reflexão de Impedância - Conceito

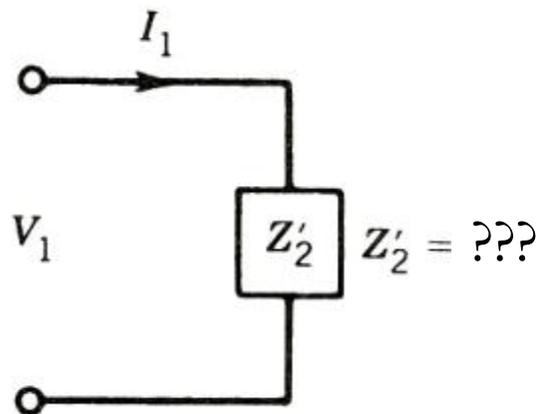
- ❑ Ferramenta matemática que permite resolver circuitos contendo transformadores!



$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = a$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{a}$$

$$\frac{V_2}{I_2} = Z_2$$



$$\frac{V_1}{I_1} = Z'_2$$

- ❑ Qual a relação entre  $Z_2$  (impedância da carga) e  $Z'_2$  (impedância referida ao circuito de primário)?

FIGURE 1. C. Sen. "Principles of Electrical Machines and Power Electronics".

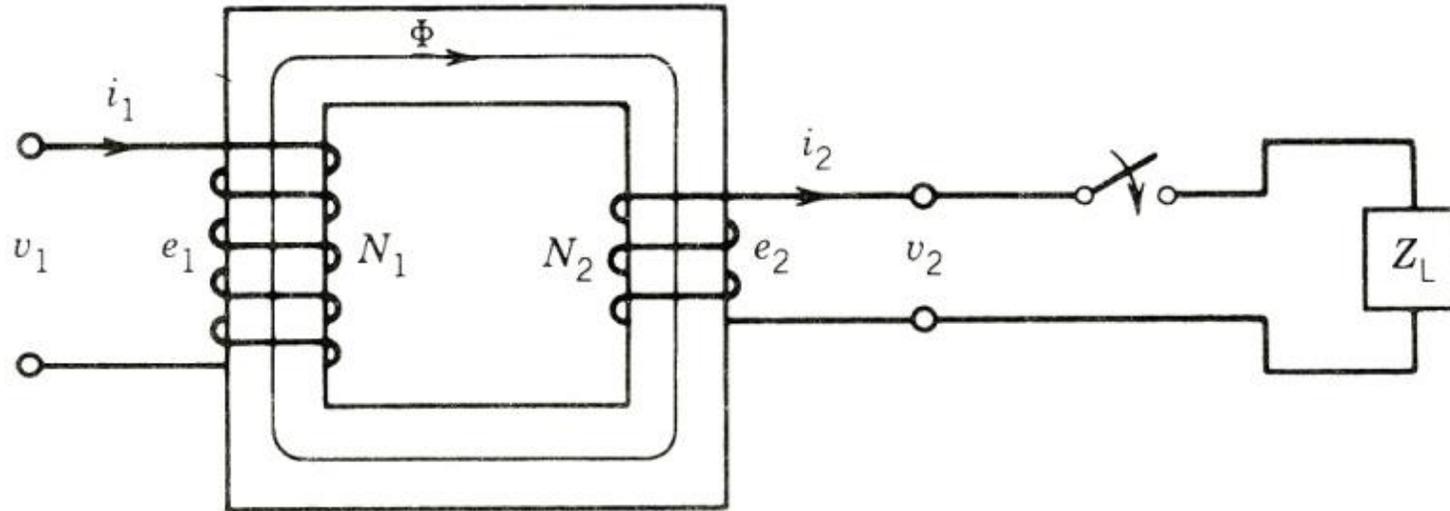
# Reflexão de Impedância

$$Z'_2 = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 Z_2 = a^2 Z_2$$

- ❑ Se o transformador é elevador de tensão,  $a < 1$  e  $Z'_2 < Z_2$ ;
- ❑ Se o transformador é abaixador de tensão,  $a > 1$  e  $Z'_2 > Z_2$ ;
- ❑ Isto é condizente com fato que o lado de menor tensão deve apresentar maior corrente, isto é, a impedância equivalente apresenta um valor reduzido;

# Reflexão de Impedância - Sutileza

- ❑ Como a fonte percebe a existência da carga se não existe conexão elétrica?



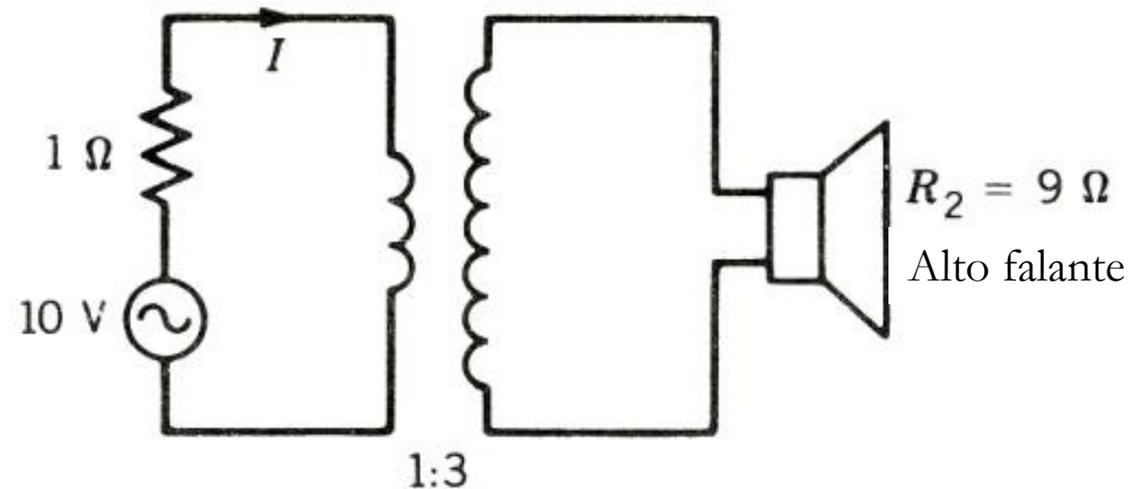
- ❑ Note que a impedância  $Z'_2$  representa o efeito equivalente de  $Z_2$ !!!



Fonte: P. C. Sen. "Principles of Electrical Machines and Power Electronics".

# Exemplo – Resolução de um circuito com transformador

- Qual o valor da corrente  $I$ ?

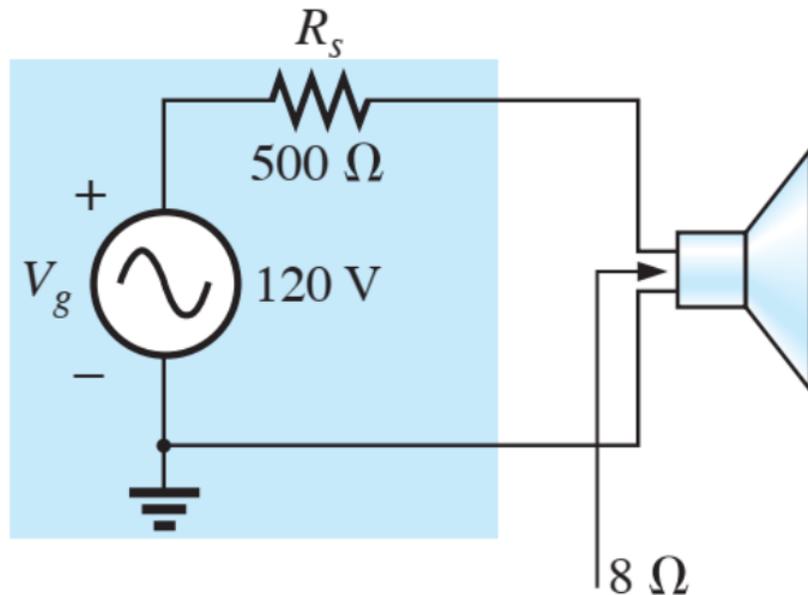


Fonte: P. C. Sen. "Principles of Electrical Machines and Power Electronics".

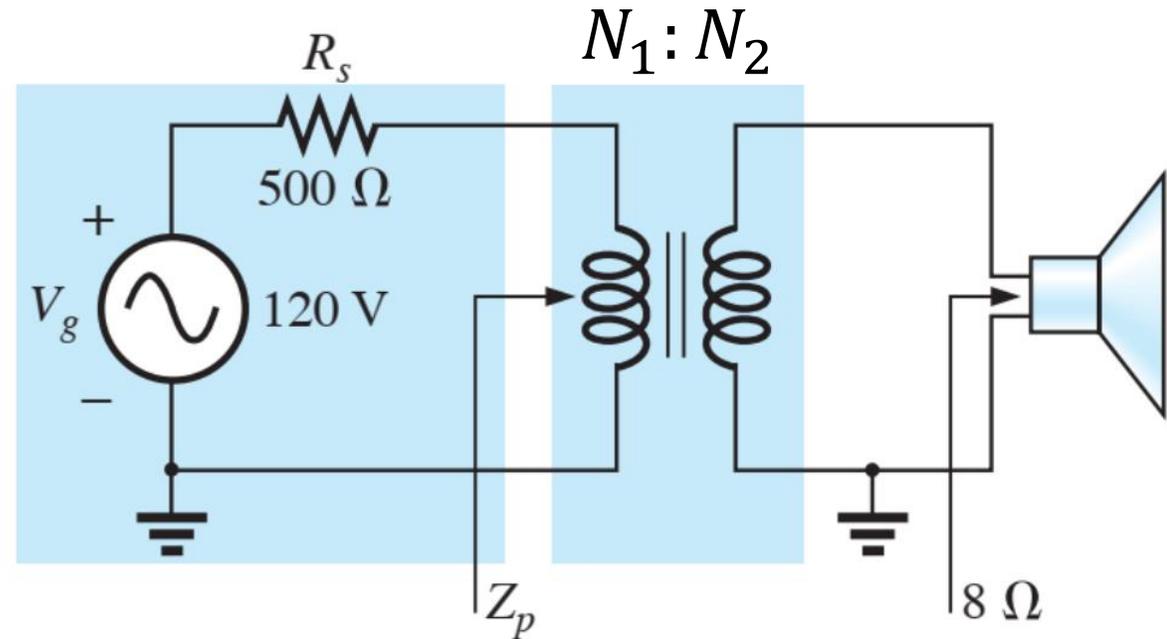
# Aplicação direta – Casamento de Impedâncias

- ❑ Máxima transferência de potência acontece quando a impedância da carga e da fonte são idênticas;
- ❑ Um transformador pode ser utilizado para garantir o casamento da impedância da fonte e do alto falante.

Caso 1: Sem transformador



Caso 2: Com transformador



# Obrigado pela Atenção



[www.gesep.ufv.br](http://www.gesep.ufv.br)



<https://www.facebook.com/gesep>



[https://www.instagram.com/gesep\\_vicosa/](https://www.instagram.com/gesep_vicosa/)



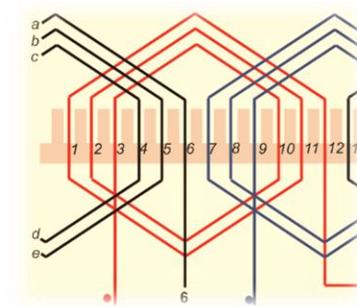
[https://www.youtube.com/channel/UCe9KOSGORXh\\_hDBIcxMU2Nw](https://www.youtube.com/channel/UCe9KOSGORXh_hDBIcxMU2Nw)



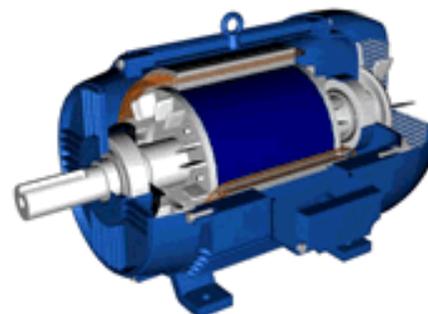
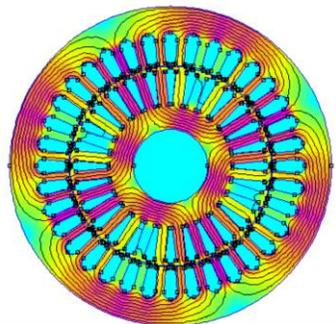
Estimate - Sistemas  
Fotovoltaicos



<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.developer.gesep.estimate>



## Polaridade de um transformador



<http://www.semage.com.br/calternada.ph>

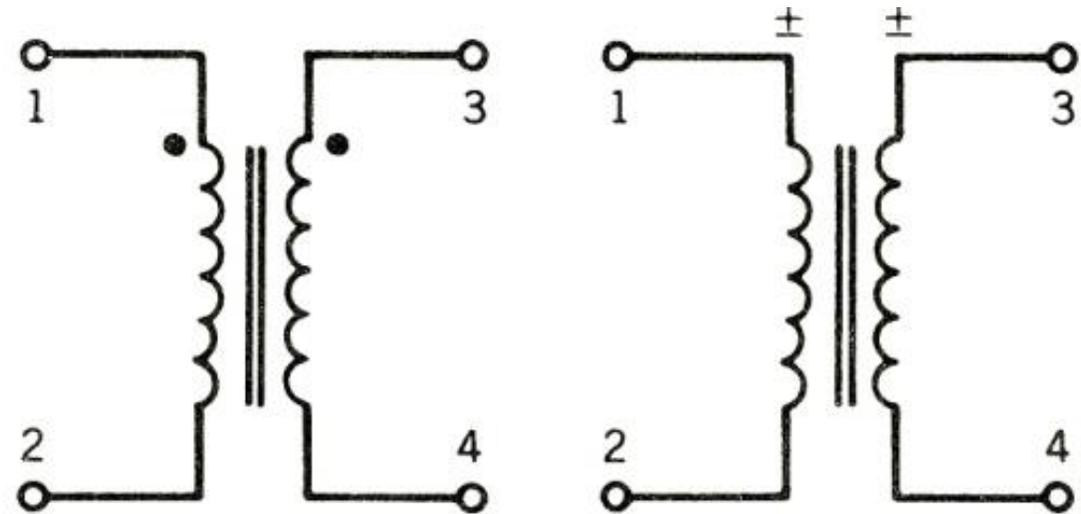
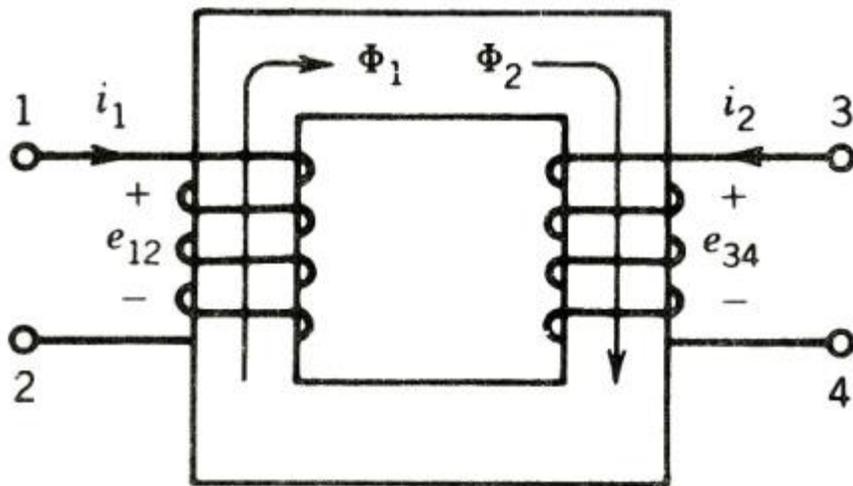


# Polaridade de um transformador

- ❑ Está relacionado indiretamente com a construção das bobinas do transformador;
- ❑ Dependendo do sentido, a polaridade da tensão secundária pode ser a mesma que o primário ou oposta
- ❑ Importante na conexão de transformadores em paralelo; 
- ❑ Terminais com a mesma polaridade são indicadas por um ponto.

# Polaridade de um transformador

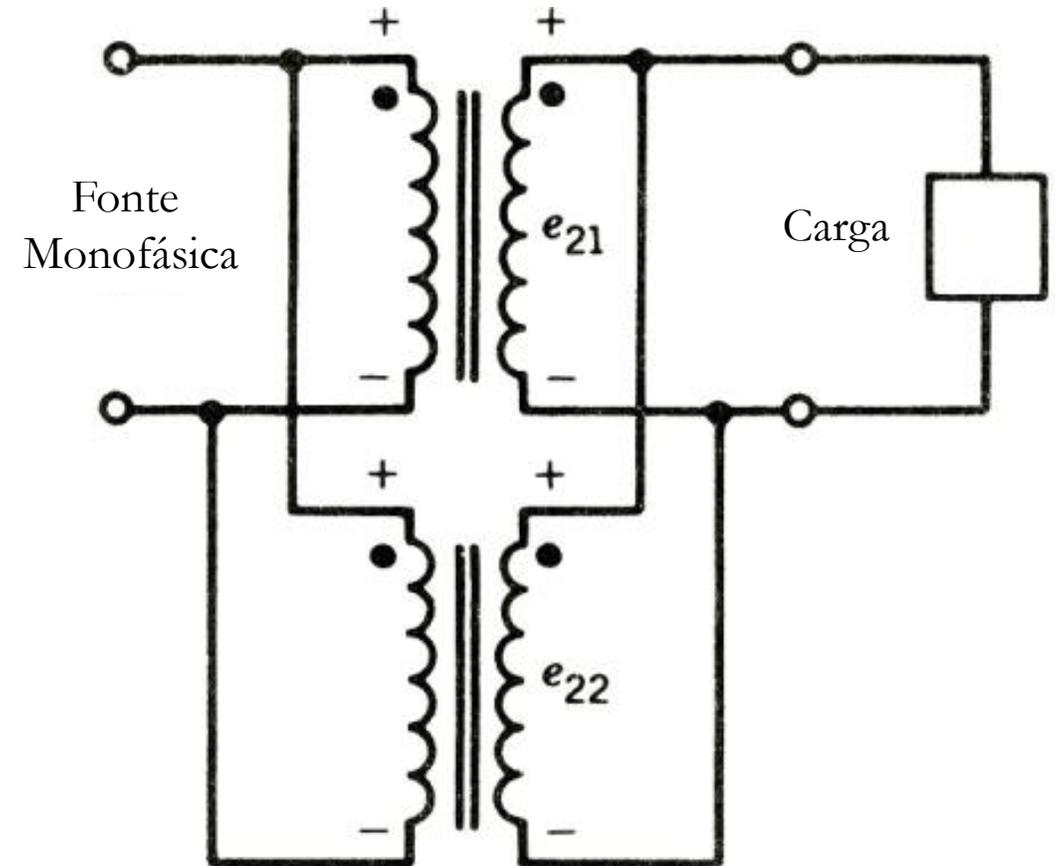
- ❑ Correntes entrando nos terminais 1 e 3 geram fluxo magnético na mesma direção;
- ❑ Correntes entrando nos terminais 2 e 4 geram fluxo magnético na mesma direção;
- ❑ Estes terminais são ditos terem a mesma polaridade.



# Importância da polaridade

## Caso 1: Conexão com polaridade correta

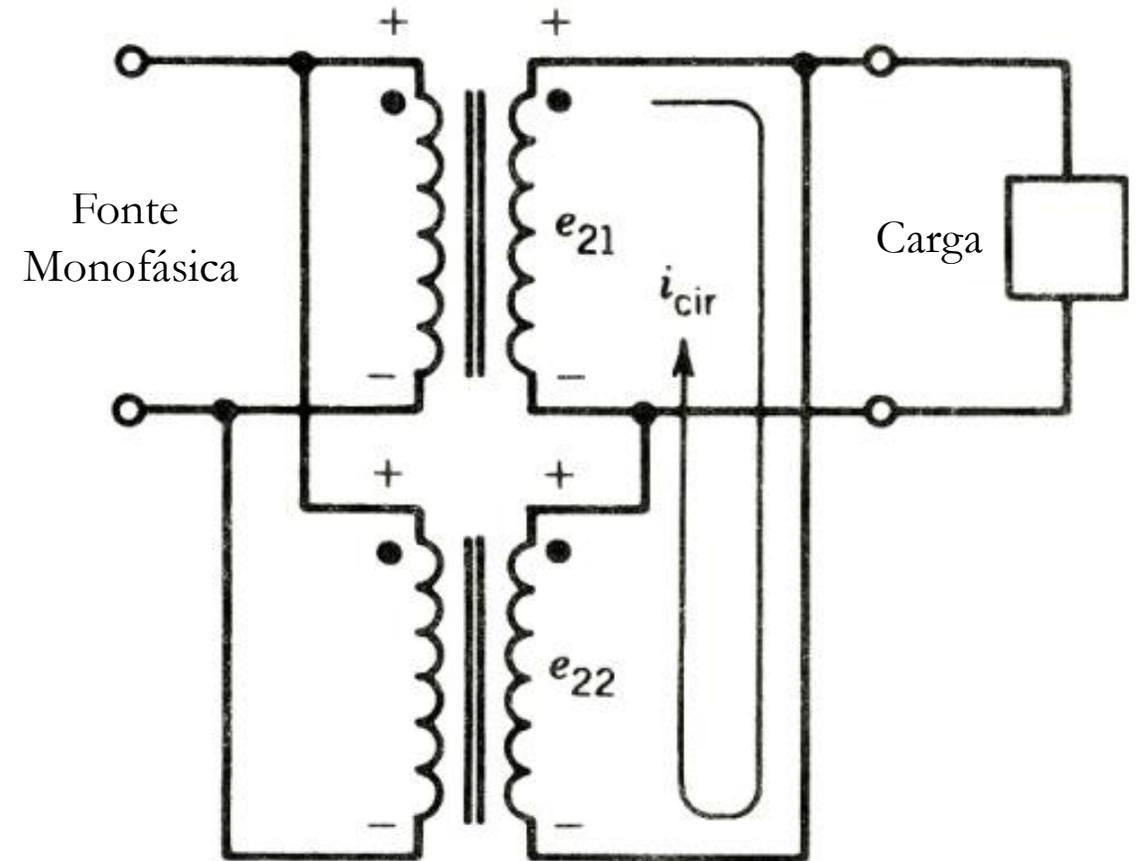
- ❑ Neste caso não haverá nenhum problema operacional;
- ❑ A tensão da carga vai ser a tensão de saída dos transformadores;
- ❑ A corrente da carga vai se dividir entre os transformadores.



# Importância da polaridade

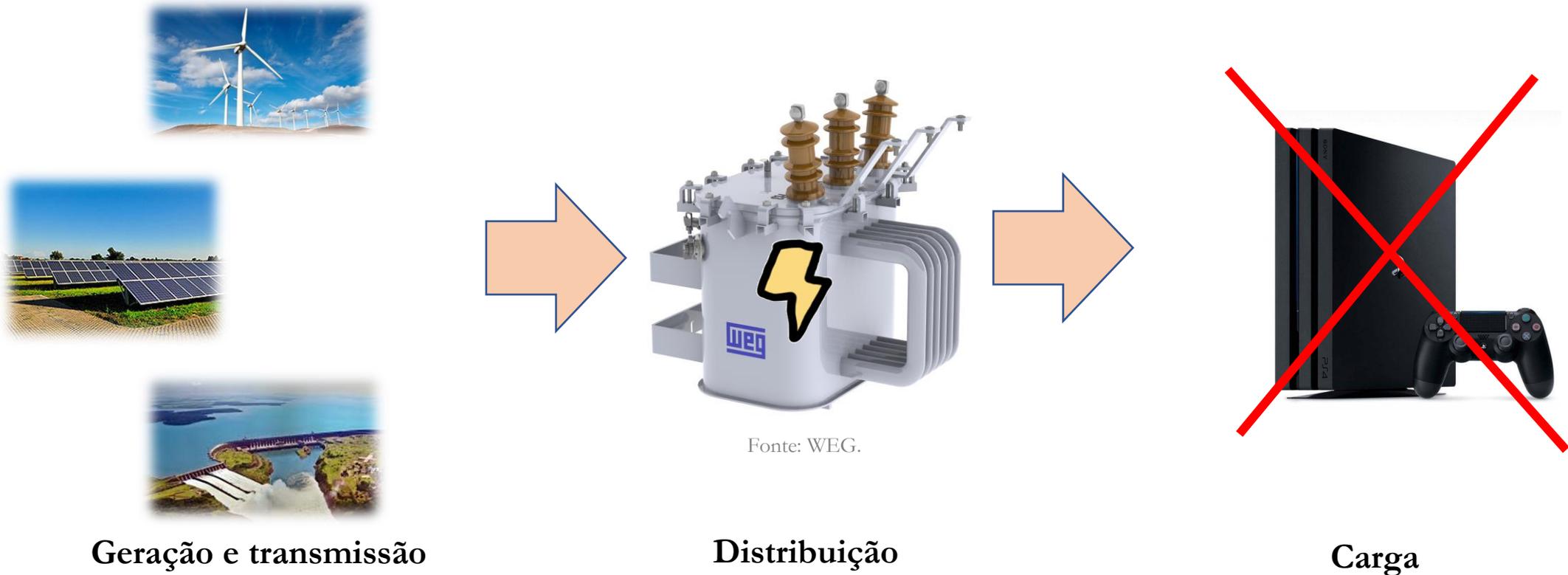
## Caso 2: Conexão com polaridade incorreta

- ❑ Neste caso haverá uma corrente de circulação;
- ❑ Pode ter valor elevado e pode danificar o transformador;
- ❑ Deve ser evitada.



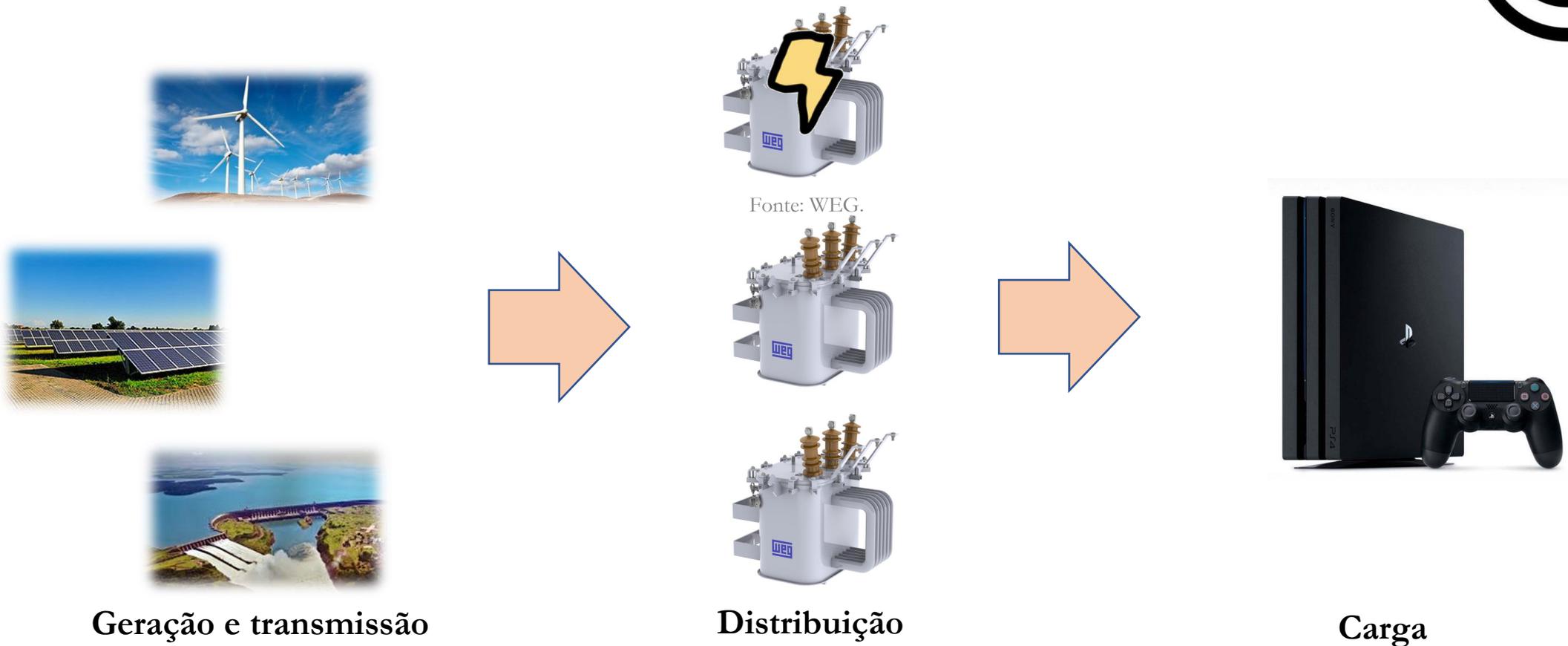
# Sistema de distribuição e conexão paralela

- ❑ Situação 1: Um único transformador;



# Por que conectar em paralelo?

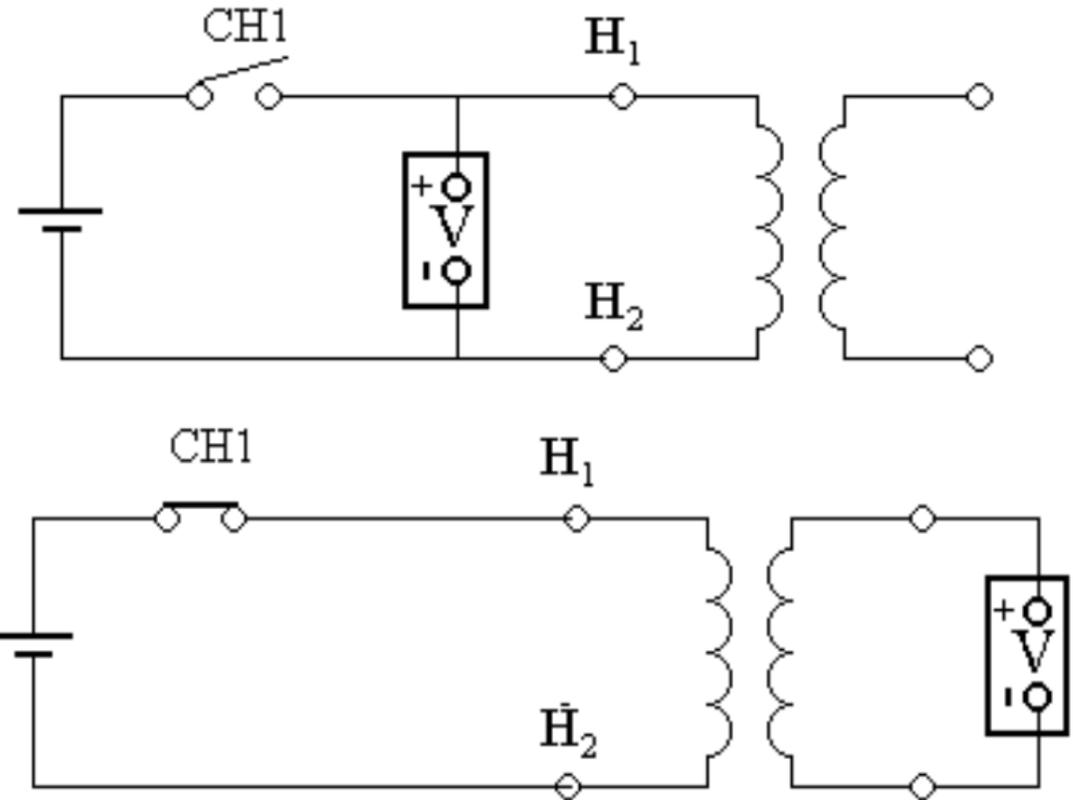
- ❑ Situação 2: Mais de um transformador conectado em paralelo



# Determinação da polaridade

## Golpe indutivo

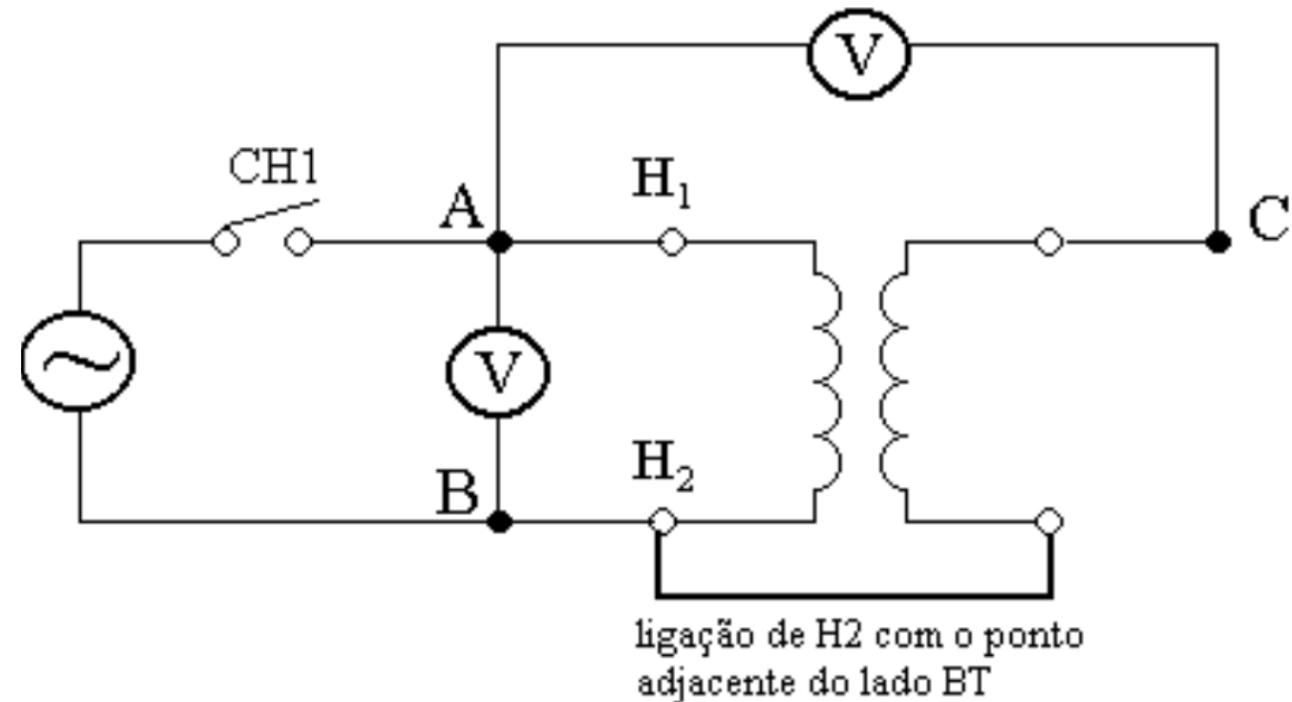
- Ajusta-se o voltímetro para obter uma deflexão positiva ao ligar CH1;
- Marca-se os terminais H1 e H2;
- Transfere-se o voltímetro para o secundário;
- Desliga-se o interruptor CH1;
- Se a deflexão for positiva: X2 e X1;
- Se a deflexão for negativa: X1 e X2.



# Determinação da polaridade

## Método da corrente alternada

- ❑ Marca-se os terminais H1 e H2;
- ❑ Liga-se o interruptor CH1;
- ❑ Se  $V_{AB} > V_{AC}$ : X1 e X2;
- ❑ Se  $V_{AB} < V_{AC}$ : X2 e X1.



# Obrigado pela Atenção



[www.gesep.ufv.br](http://www.gesep.ufv.br)



<https://www.facebook.com/gesep>



[https://www.instagram.com/gesep\\_vicosa/](https://www.instagram.com/gesep_vicosa/)



[https://www.youtube.com/channel/UCe9KOSGORXh\\_hDBIcxMU2Nw](https://www.youtube.com/channel/UCe9KOSGORXh_hDBIcxMU2Nw)



Estimate - Sistemas  
Fotovoltaicos



<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.developer.gesep.estimate>