

Технички факултет - Битола

Електротехнички отсек



## Разводни постројки

---

Фонд на часови: 4+2+0

Доц. д-р. Благоја Стеваноски, дипл.ел.инж.

кабинет бр. 3 , тел. 227-714

e-mail: [blagoj.stevanovski@uklo.edu.mk](mailto:blagoj.stevanovski@uklo.edu.mk)



# Содржина

---

- **Вовед**
- **Струи на куси враски**
- **Главни елементи на РП** (собирници, прекинувачи, разделувачи, изолатори, осигурувачи,...)
- **Шеми на главни струјни кола**
- **Шеми на помошни струјни кола**
- **Заземјување во РП**
- **Изведби на РП**



# Литература

---

1. Хрвоје Пожар, ***Високонапонска расклопна постројења***, Техничка књига, Загреб, 1984
2. Јован Нахман, ***Струје кратких спојева у електроенергетским системима***, Научна књига, Београд, 1992
3. Арсен Арсенов, ***Термички и динамички напрегања во електрични постројки***, Електротехнички факултет, Скопје, 2005
4. Н. Рајаковић, Д. Тасић, ***Електроенергетске компоненте***, Ниш, 1994
5. Јован Нахман, ***Одабрана поглавја из високонапонских постројења***, Академска мисао, Београд, 2002
6. J. McDonald, "Electric Power Substations Engineering", CRC Press, 2003
7. Атанас Илиев, ***Збирка на решени задачи по производни и разводни постројки***, Електротехнички факултет, Скопје, 1998



# Вовед

---

**Разводна постројка** претставува електроенергетски објект чија намена е распределба на електричната енергија и нејзина трансформација од еден напон во друг напон.

## Основна класификација:

- разводни постројки во затворен простор (  $U \leq 35 \text{ kV}$  );
- разводни постројки на отворен простор (  $U \geq 110 \text{ kV}$  );



Разводна постројка на отворен простор



Разводна постројка во затворен простор

## Електрични елементи во разводните постројки:

- Енергетски трансформатори;
- Собирници;
- Прекинувачи;
- Разделувачи;
- Придушници (реактори);
- Мерни трансформатори;
- Вентилни одводници;
- Кабли (енергетски и командно-сигнални).

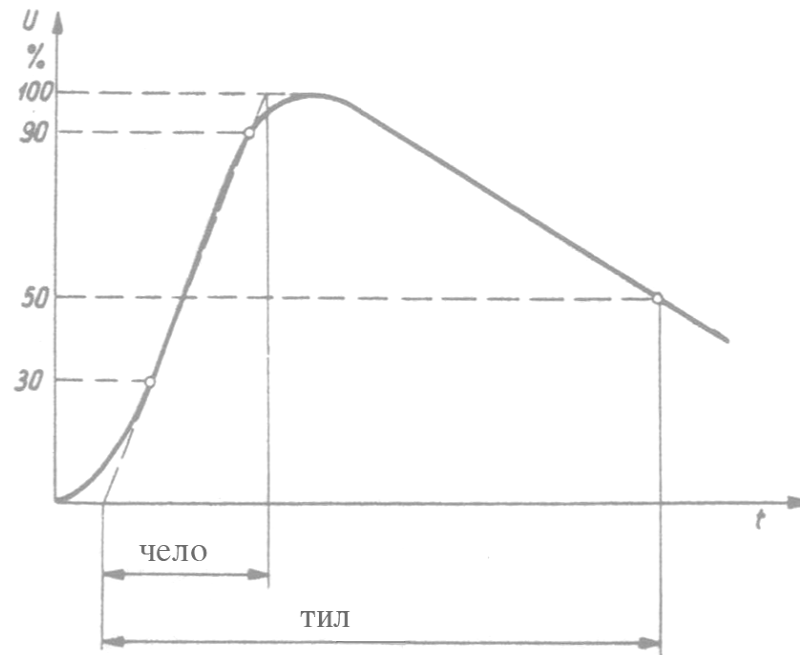
## Напони во разводните постројки

- Номинален напон (kV);
- Највисок напон на мрежата (kV);
- Едноминутен подносив напон (kV);
- Подносив ударен напон.

Номинален напон(kV)	3	6	10	20	35	60	110	220	380
Највисок напон(kV)	3,6	7,2	12	24	38	72,5	123	245	420

Таб.1 Подносиви напони (IEC)

Степен на изолација (kV)	Стандарден подносив напон		Зголемен стандарден подносив напон	
	Подносив напон (kV) 1min	Подносив ударен напон (kV)	Подносив напон (kV) 1min	Подносив ударен напон (kV)
3,6	16	45	21	45
7,2	22	60	27	60
12	28	75	35	75
24	50	125	55	125
36	70	170	75	170
72,5	140	325	-	-
123	230	550	-	-
245	460	1050	-	-
420	630	1425	-	-

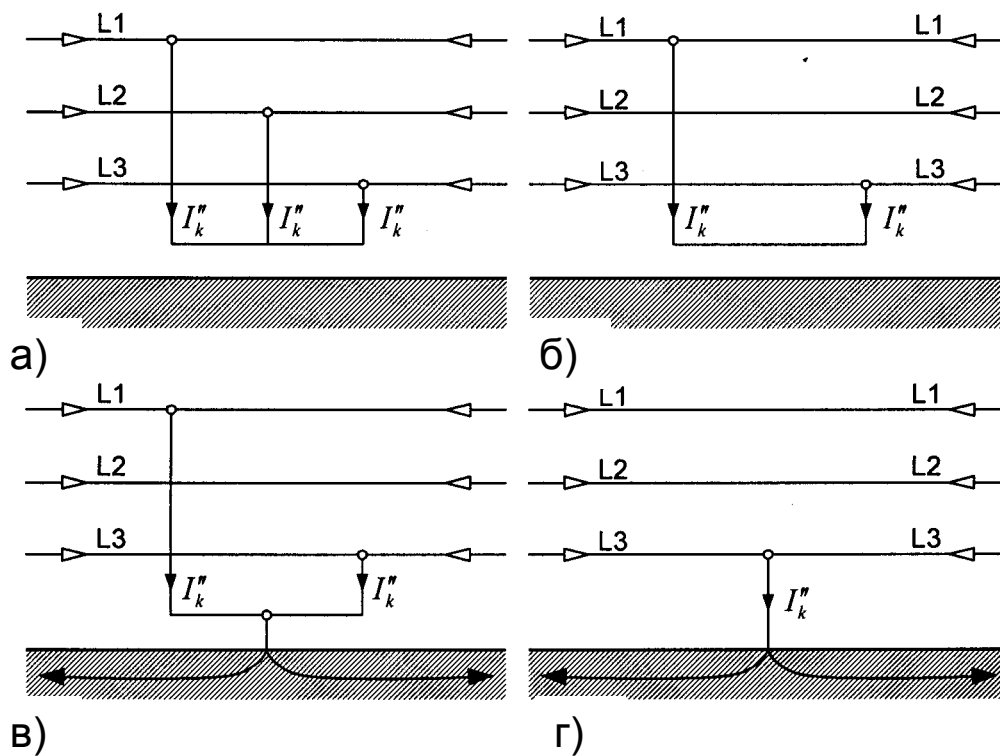


Стандарден облик на ударен напон

## Струи во разводните постројки

- Номинални струи (A);
- Струи на куси врски (кА):
  - ударна струја на куса крска;
  - расклопна струја на куса врска;
  - термичка струја на куса врска.

# Струи на куси врски



Видови на куси врски - а) трифазна; б) двофазна;  
в) двофазна со земја; г) еднофазна

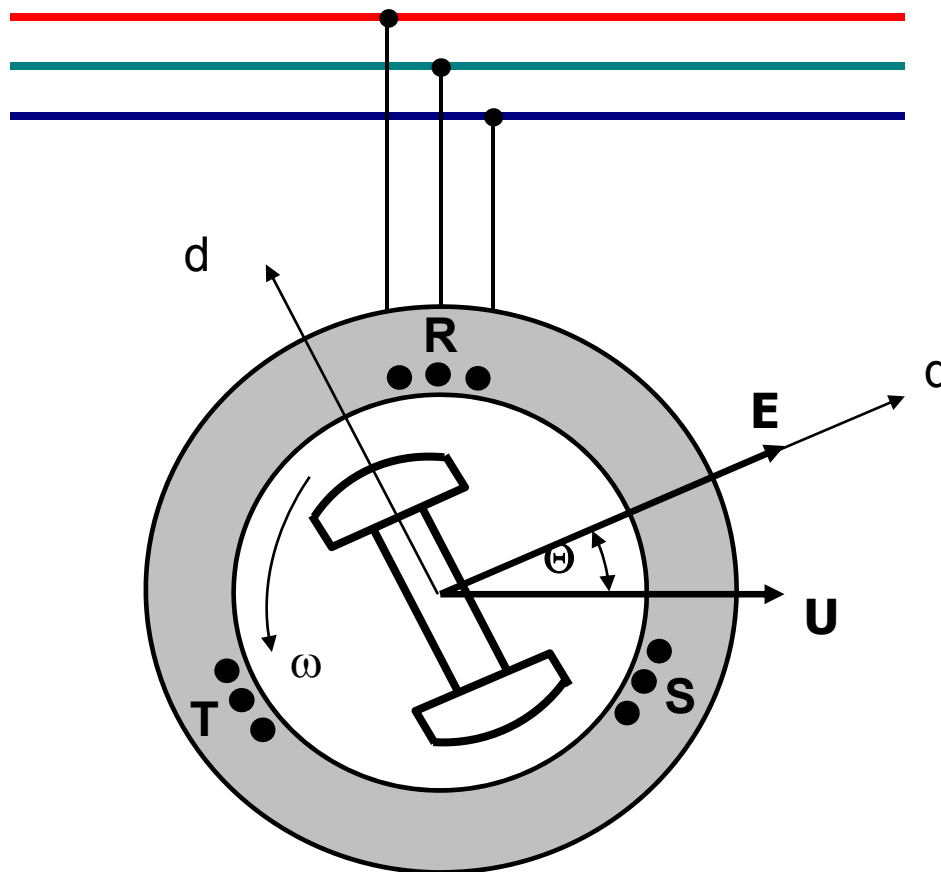
## **Причини за настанување на струи на к.в.:**

- атмосферски и комутациони пренапони;
- механички повреди на елементите од ел. мрежа;
- пробив на изолација заради делување на топлина, влага или корозија.

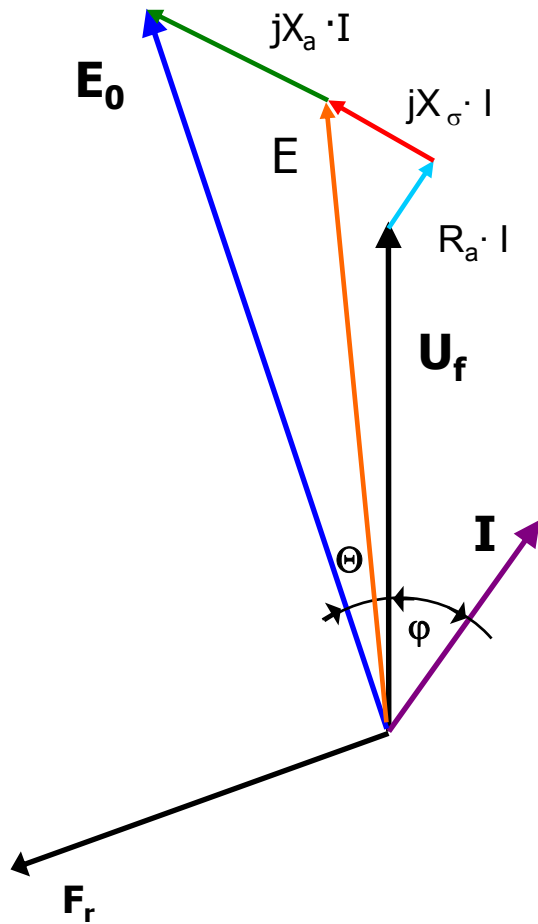
## **Штетни последици од струи на к.в.:**

- термички и динамички напрегања заради зголемени струи;
- намалување на напонот во близина на кусата врска;
- локално делување на електричниот лак;
- динамичка нестабилност на ЕЕС;
- пречки во струјните кругови за мерење, регулација и управување;
- опасни индуцирани напони и потенцијални разлики.

## Моделирање на синхрон генератор



## Номинален режим на работа



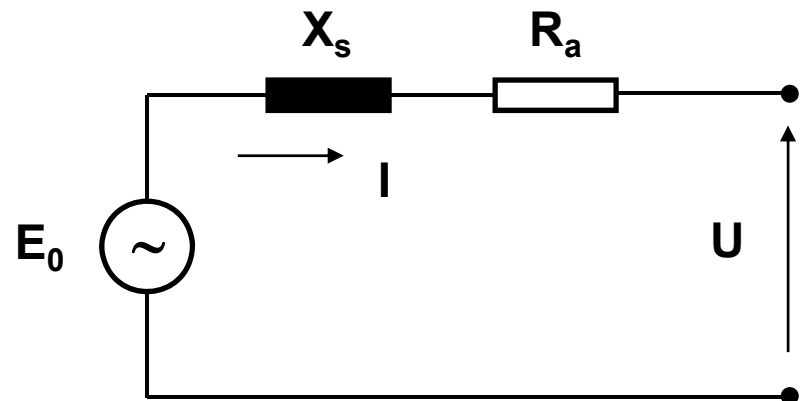
Векторски дијаграм на турбогенератор

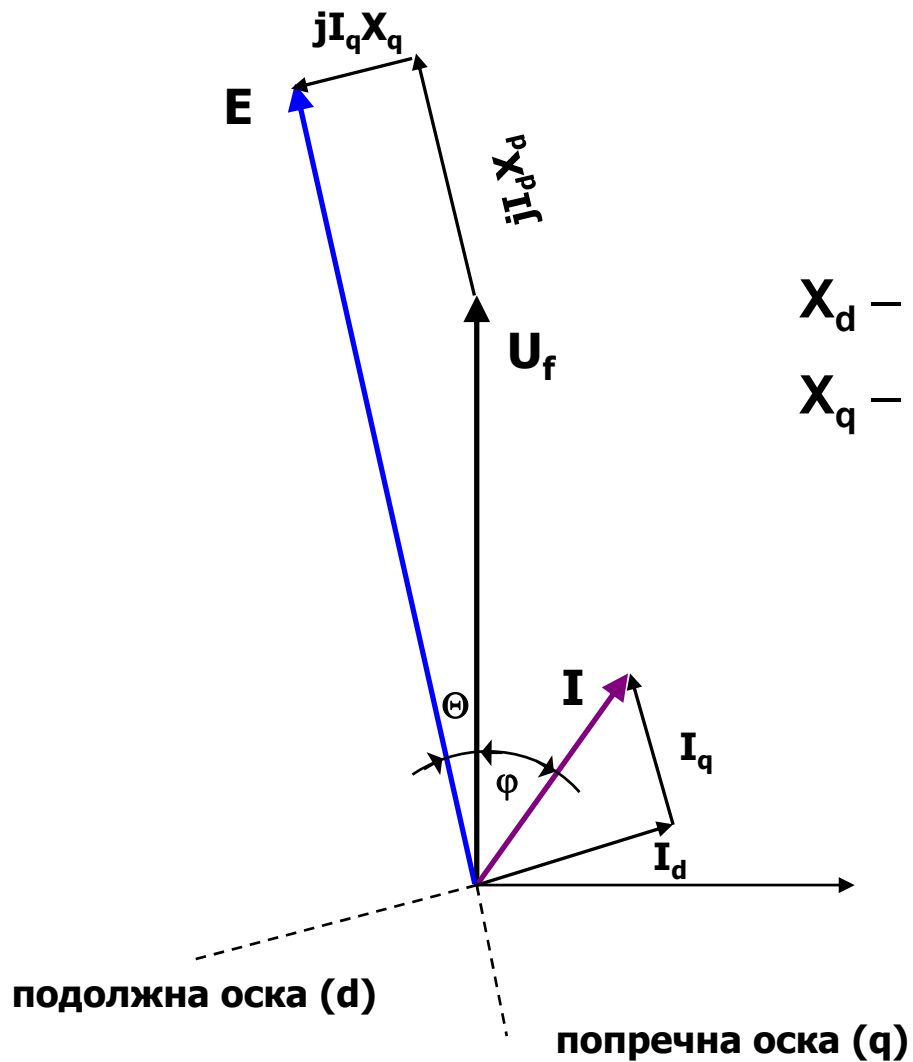
$$E_0 = U_f + [R_a + j(X_\sigma + X_a)]I$$

$$X_s = X_\sigma + X_a$$

$X_s$  – синхрона реактанса

Еднофазен модел:



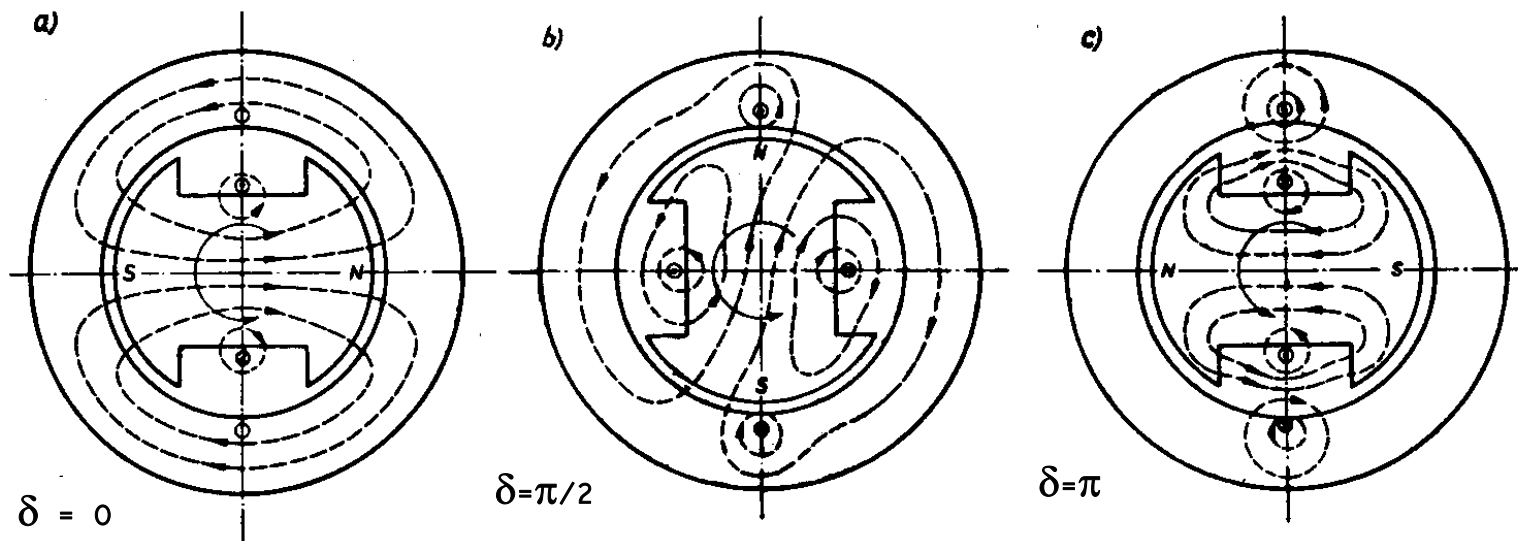


$X_d$  – синхрона реактанса по d – оска;  
 $X_q$  – синхрона реактанса по q – оска

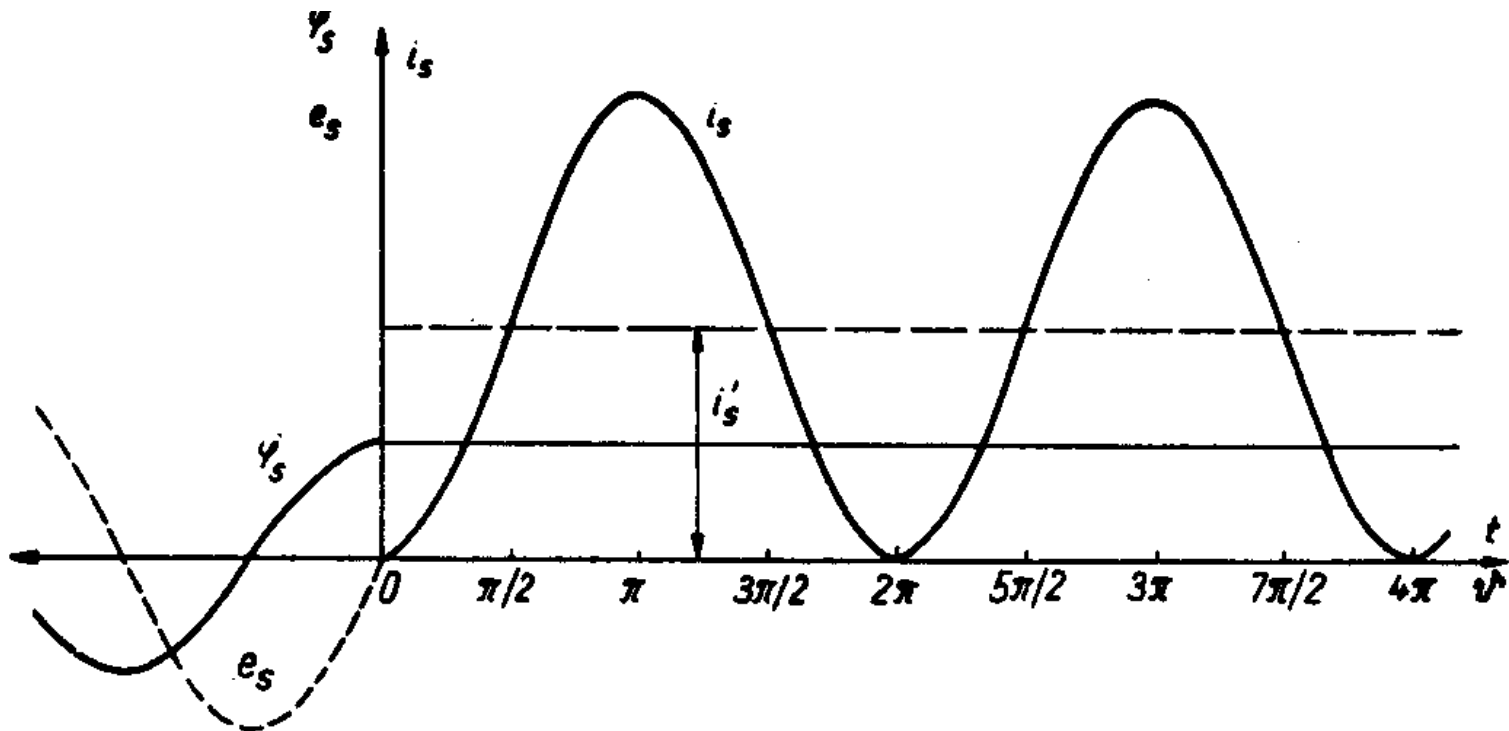
Векторски дијаграм на  
хидрогенератор

## Режим на куса врска

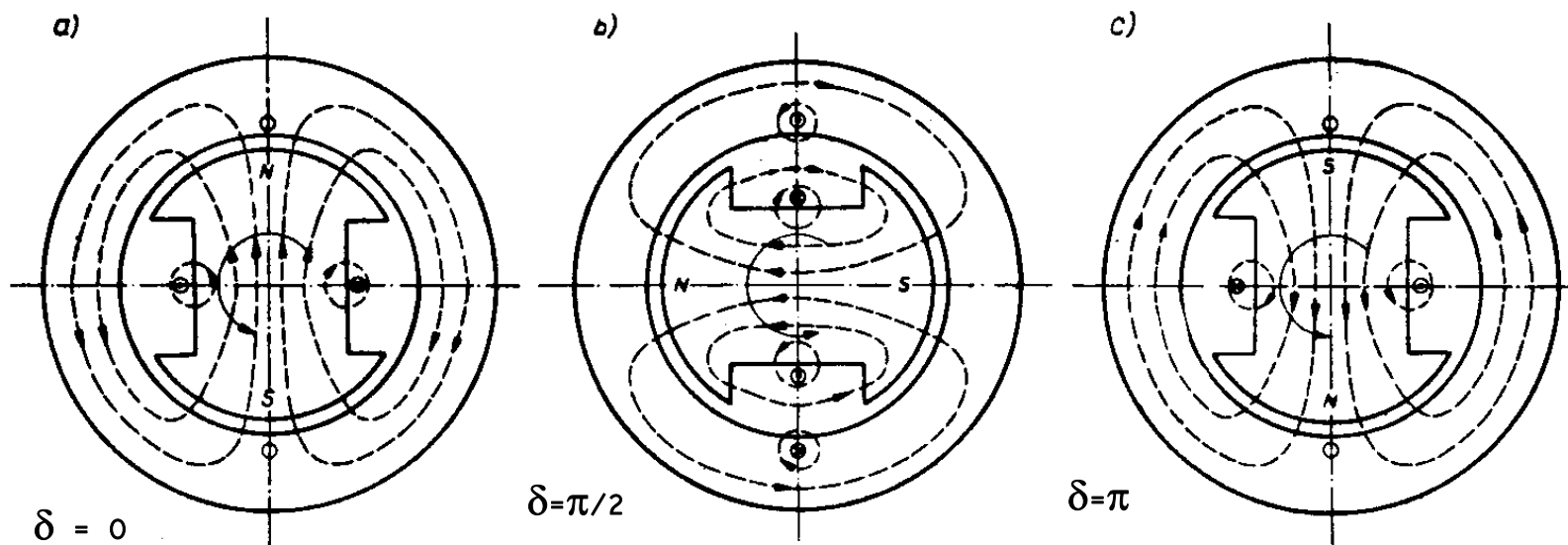
$$Ri + \frac{d\varphi}{dt} = e \quad \frac{d\varphi}{dt} = 0 \quad \Rightarrow \quad \varphi = \text{const.}$$



Магнетни флуксеви во синхрон генератор за време на куса врска ако кусата врска настанува во моментот кога флуксот зафатен со статорската намотка е максимален

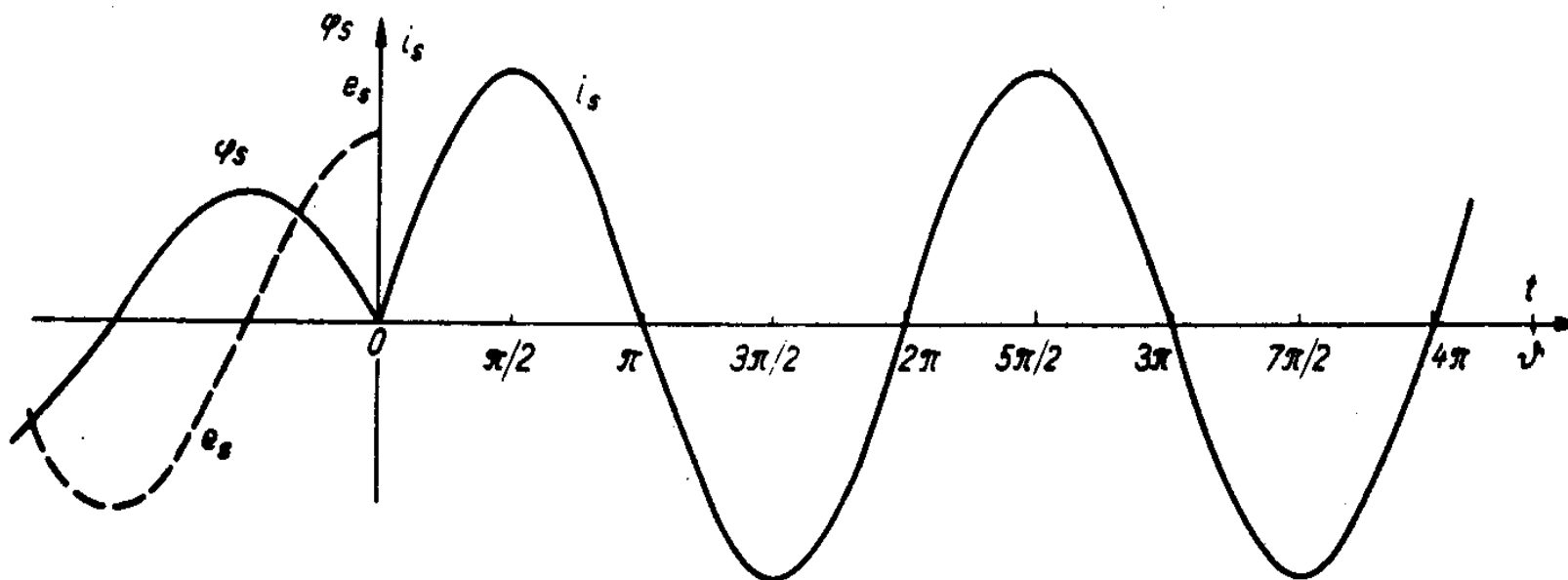


Струи во статорска намотка на синхрон генератор за време на куса врска ако кусата врска настанува во моментот кога флуксот зафатен со статорската намотка е максимален



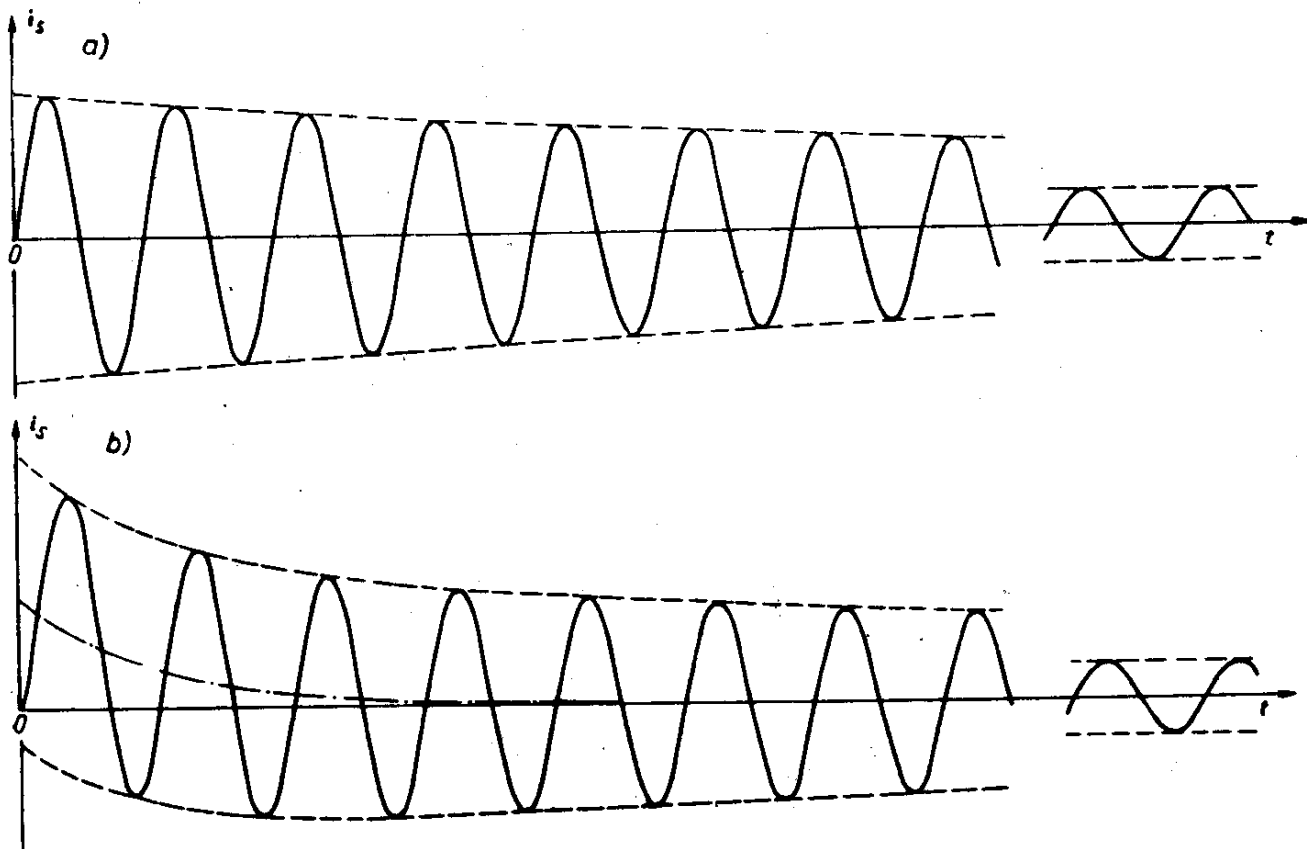
Магнетни флуксеви во синхрон генератор за време на куса  
врска ако кусата врска настанува во моментот кога флуксот  
зафатен со статорската намотка е еднаков на нула

## 2. Струи на куси врски



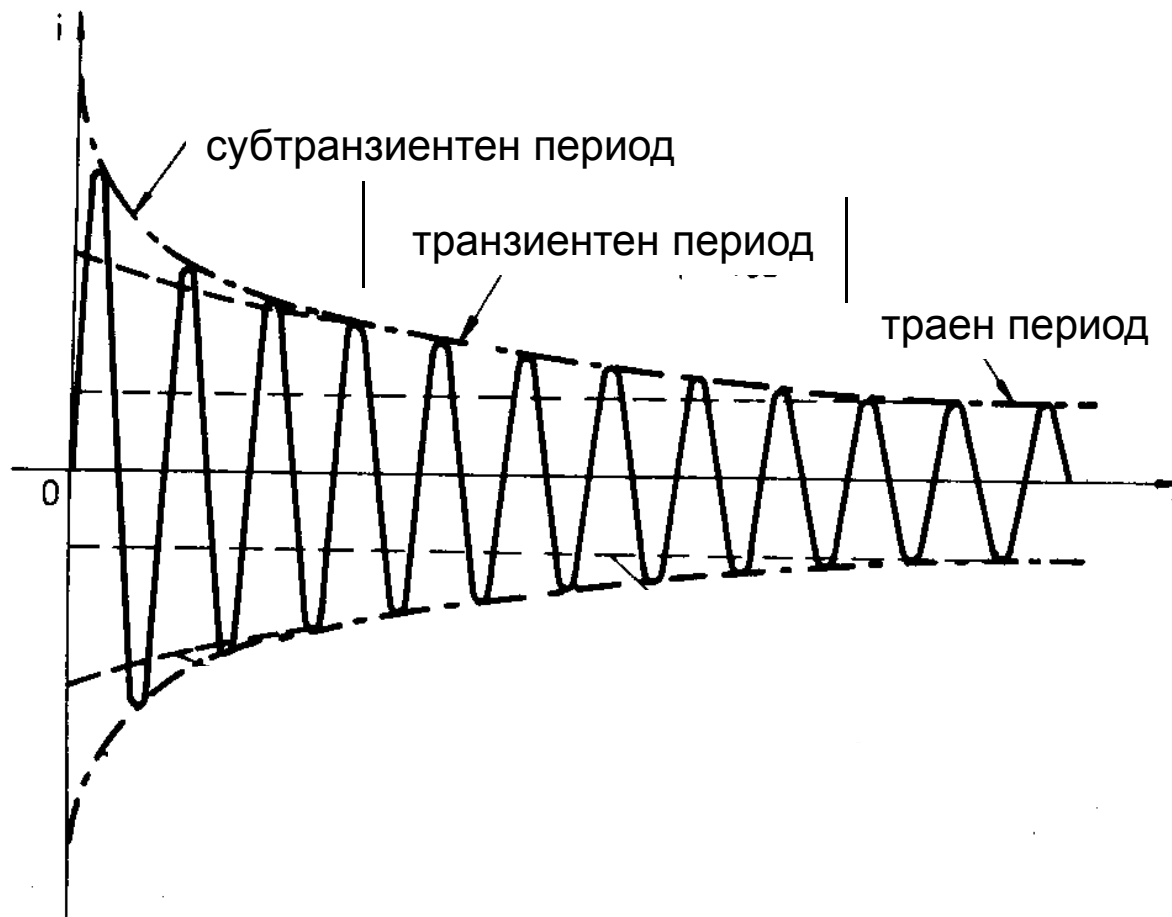
Струи во статорска намотка на синхрон генератор за време на куса врска ако кусата врска настанува во моментот кога флуксот зафатен со статорската намотка е еднаков на нула

## 2. Струи на куси врски



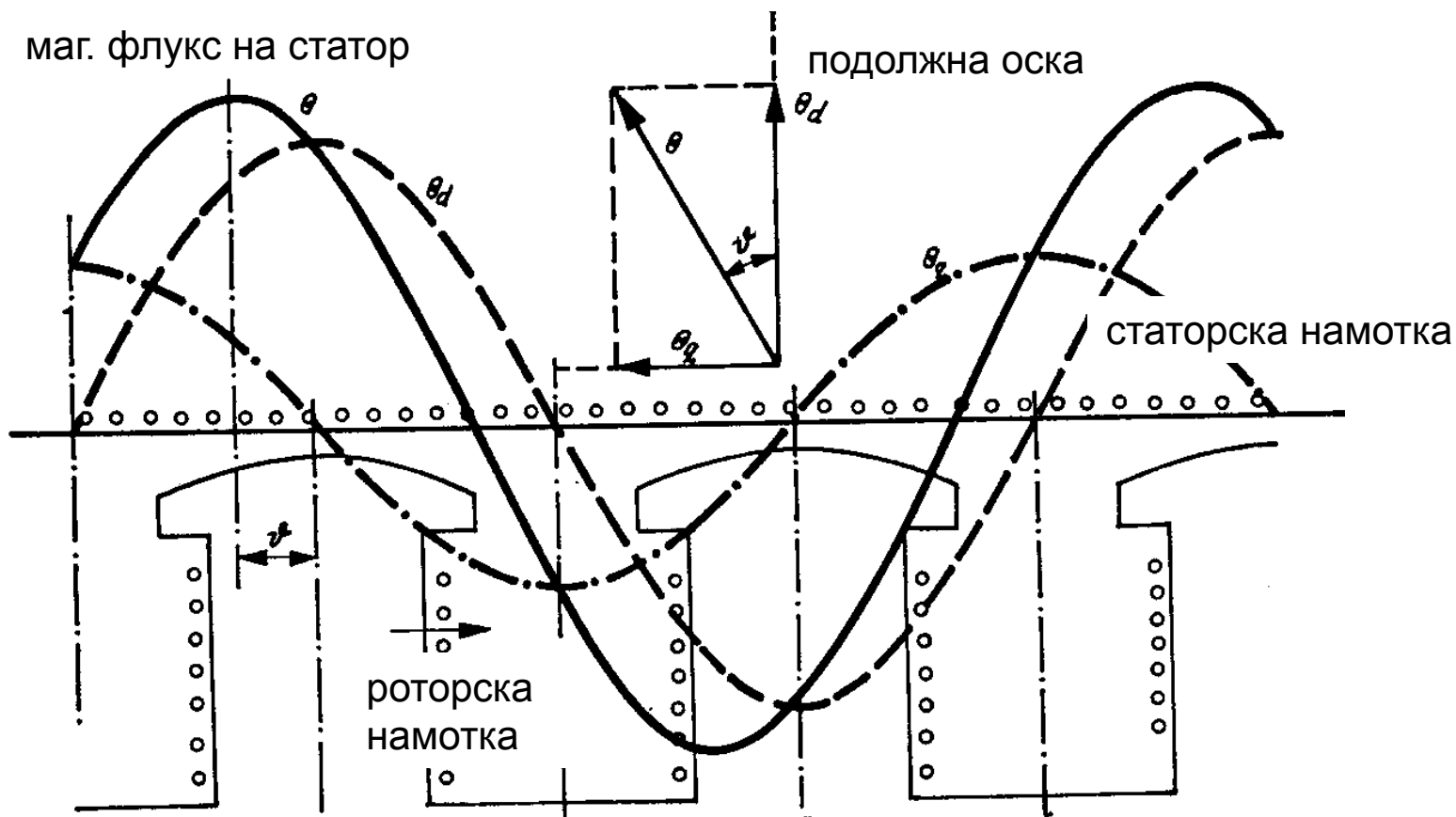
Пример на промена на струја на куса врска:

- a) кога нема еднонасочна компонента;
- б) кога се појавува еднонасочна компонента на струјата на куса врска



Карактеристични периоди на струја на куса врска

## Реактанси на синхрон генератор



Разложување на маг. флукс на статор на подолжна и попречна компонента

$$i_d = \frac{2}{3} \left[ i_R \cdot \cos \vartheta + i_S \cdot \cos(\vartheta - 120^\circ) + i_T \cdot \cos(\vartheta + 120^\circ) \right]$$

$$i_q = -\frac{2}{3} \left[ i_R \cdot \sin \vartheta + i_S \cdot \sin(\vartheta - 120^\circ) + i_T \cdot \sin(\vartheta + 120^\circ) \right]$$

$$i_0 = \frac{1}{3} (i_R + i_S + i_T)$$

$$X_d = \omega L_d = \omega \left( L_0 + M_0 + \frac{3}{2} L_1 \right)$$

$$X_q = \omega L_q = \omega \left( L_0 + M_0 - \frac{3}{2} L_1 \right)$$

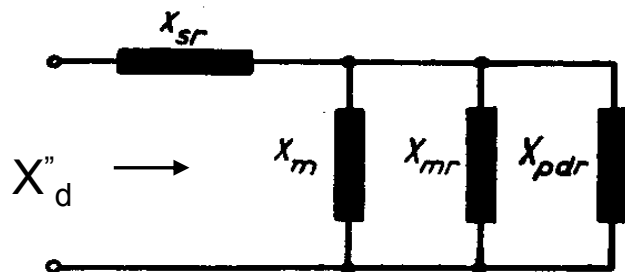
$$X_0 = \omega (L_0 - 2M_0)$$

$X_d$  - подолжна синхрона реактанса;

$X_q$  - попречна синхрона реактанса;

$X_0$  - нулта реактанса

## 2. Струи на куси врски

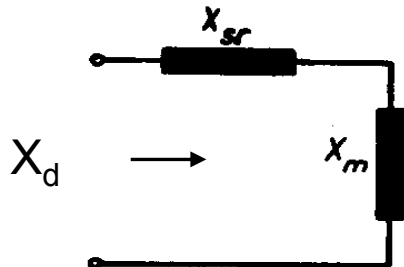
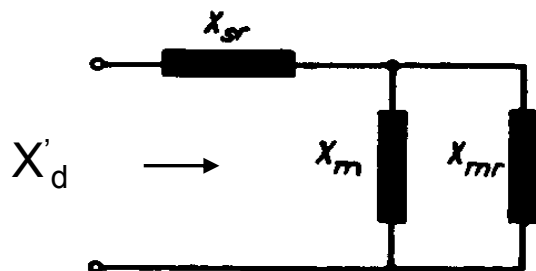


$X_{sr}$  - реактанса на растурање на статорска намотка;

$X_m$  - реактанса на меѓуиндуктивитет на статор и ротор;

$X_{mr}$  - реактанса на растурање на возбудна намотка;

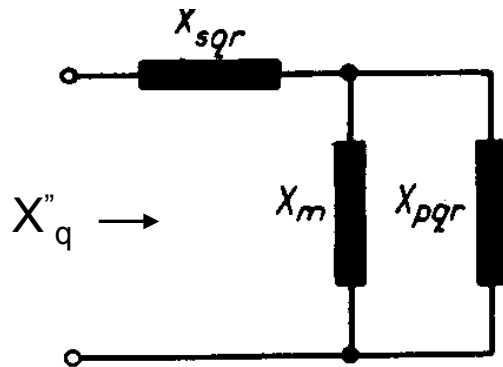
$X_{pdr}$  - реактанса на растурање на подолжниот дел од пригушна намотка



$$X''_d = X_{sr} + \left( \frac{1}{X_m} + \frac{1}{X_{mr}} + \frac{1}{X_{pdr}} \right)^{-1}$$

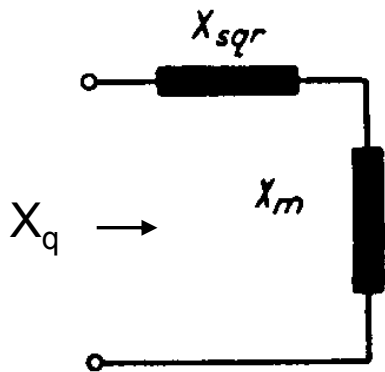
Еквивалентни шеми за одредување на подолжни реактанси на синхрон генератор

## 2. Струи на куси врски



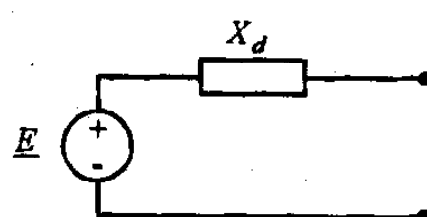
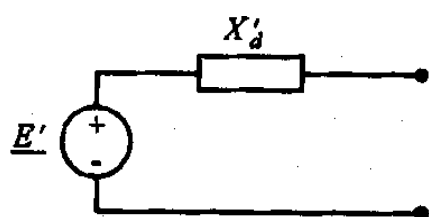
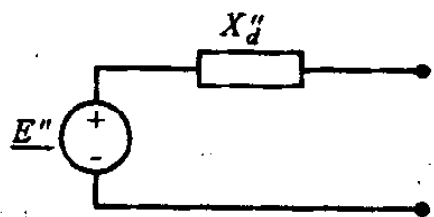
$X_{sqr}$  - реактанса на растурање на статорска намотка по попречна оска;

$X_{pqr}$  - реактанса на растурање на попречниот дел од пригушна намотка

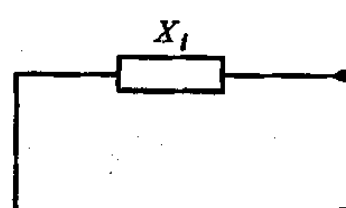
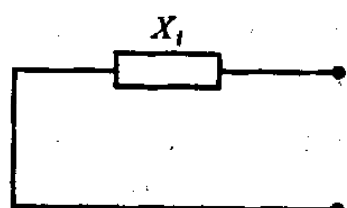
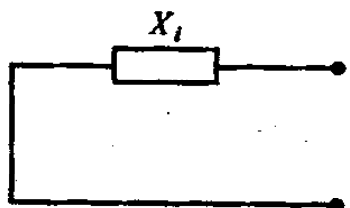


$$X''_q = X_{sqr} + \left( \frac{1}{X_m} + \frac{1}{X_{pqr}} \right)^{-1}$$

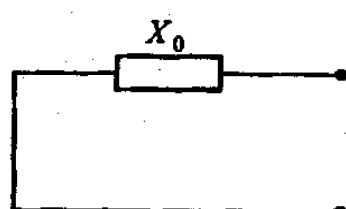
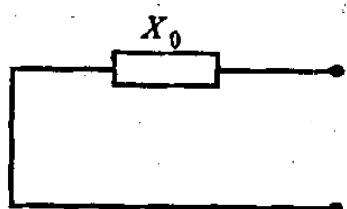
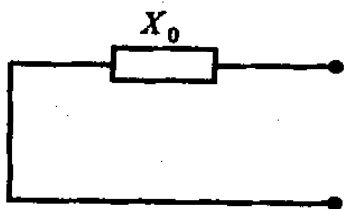
Еквивалентни шеми за одредување на подолжни реактанси на синхрон генератор



директен  
систем



инверзен  
систем



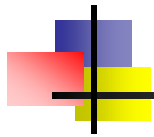
нулти  
систем

суптранзиентен  
период

транзиентен  
период

траен период

Еквивалентни шеми на генератор во директен, инверзен и нулти систем



## 2. Струи на куси врски

---