

УВОД У ЕНЕРГЕТСКУ ЕЛЕКТРОНИКУ

- Енергетска електроника је део енергетике који се бави обликовањем или обрадом електричне енергије у смислу промене њених особина (званични начин је **претварањем електричне енергије**) - нпр, како добити енергију једносмерне струје из енергије наизменичне струје, или како добити енергије наизменичне струје из енергије једносмерне струје, и свим осталим видовима претварања. При томе потребно је **имати што мање губитке**.

- Електрична енергија је широко доступна у врло ограниченом скупу облика,
а. напајање из дистрибутивне мреже = $230V, 3 \times 400V / 50Hz$



- б. примарни извор електричне енергије једносмерне струје (батерије) = $1,5V, 9V$



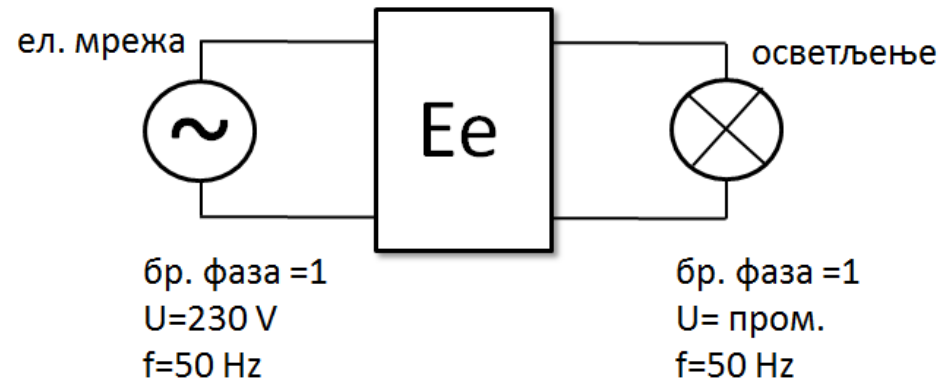
- с. секундарни извори електричне енергије једносмерне струје (акумулатори) = $6V, 12V, 24V, 48V$



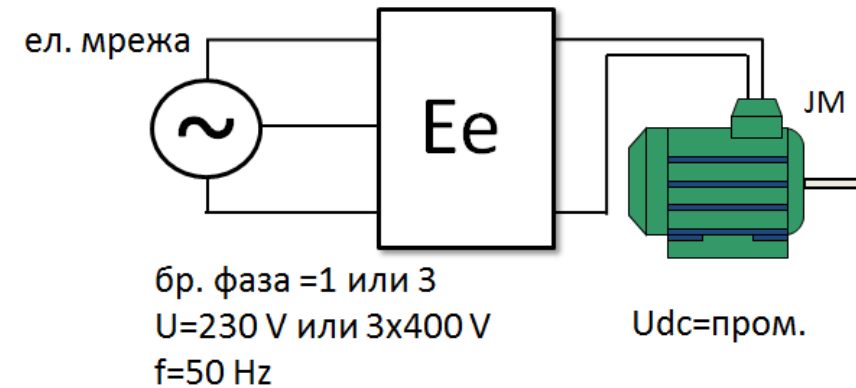
а потребна је у најразличитијим облицима.

- Примери претварања електричне енергије одговарајућим претварачима енергетске електронике (Ее):

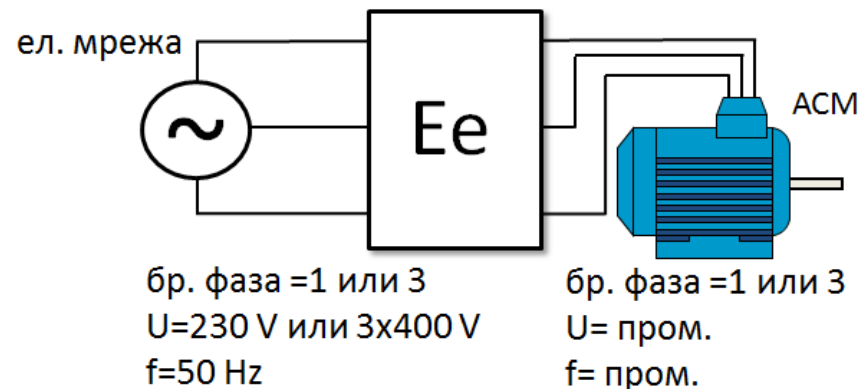
- променљиво осветљење



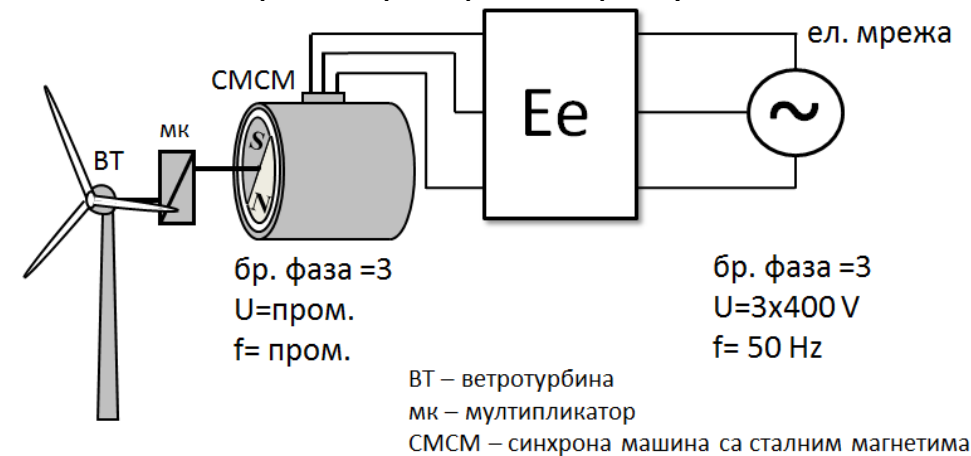
- погон машине једносмерне струје променљиве брзине обртања



- погон асинхроне машине променљиве брзине обртања

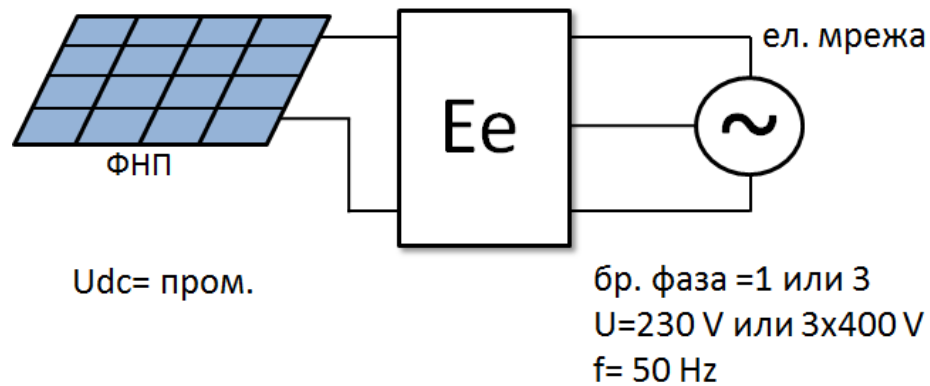


- повезивање ветрогенератора на мрежу



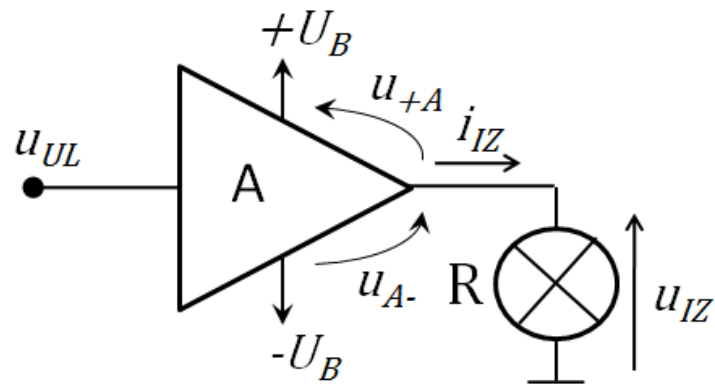
- Примери претварања електричне енергије одговарајућим претварачима енергетске електронике (Ее):

- повезивање фотонапонског панела на мрежу

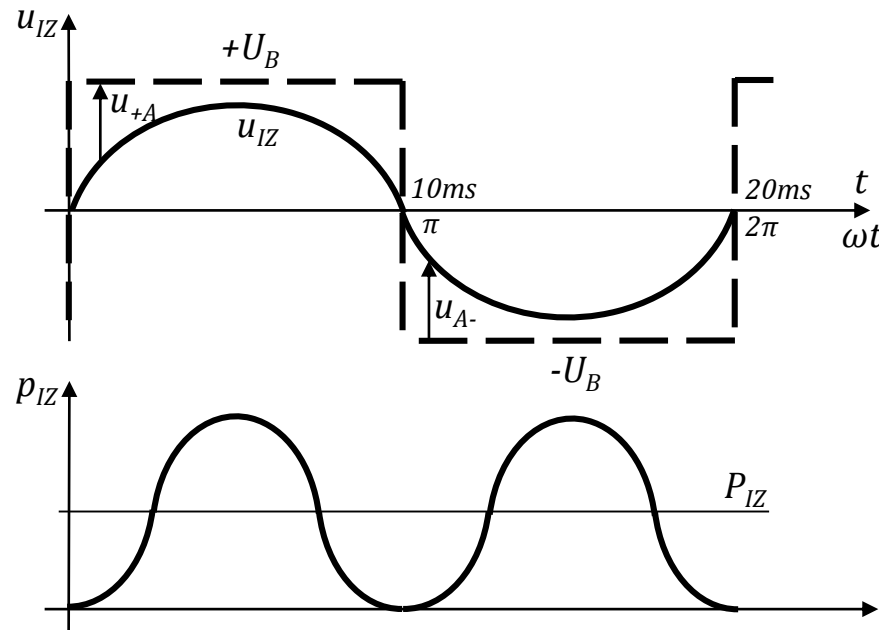
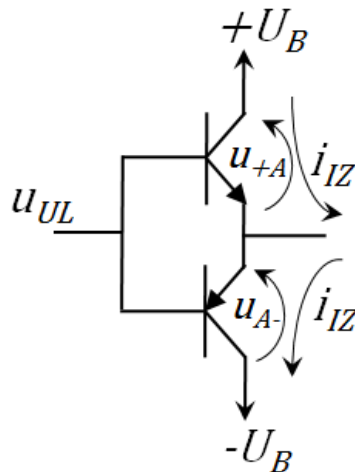


- Приступ у претварању енергије:

Супротан пример – линеаран појачавач



Линеарни појачавач А у свом излазном степену има спрегу комплементарних транзистора (тзв. *push-pull*) која ради као вентил у односу на излазну струју, i_{IZ} , тако да у позитивној полупериоди U_{UL} тече од $+U_B$ преко горњег транзистора ка излазу, а у негативној од $-U_B$ преко доњег транзистора ка излазу.



$$u_{IZ} = \sqrt{2} \cdot U_{IZ} \cdot \sin(\omega t)$$

$$i_{IZ} = \frac{u_{IZ}}{R}$$

$$u_{+A} = U_B - u_{IZ}$$

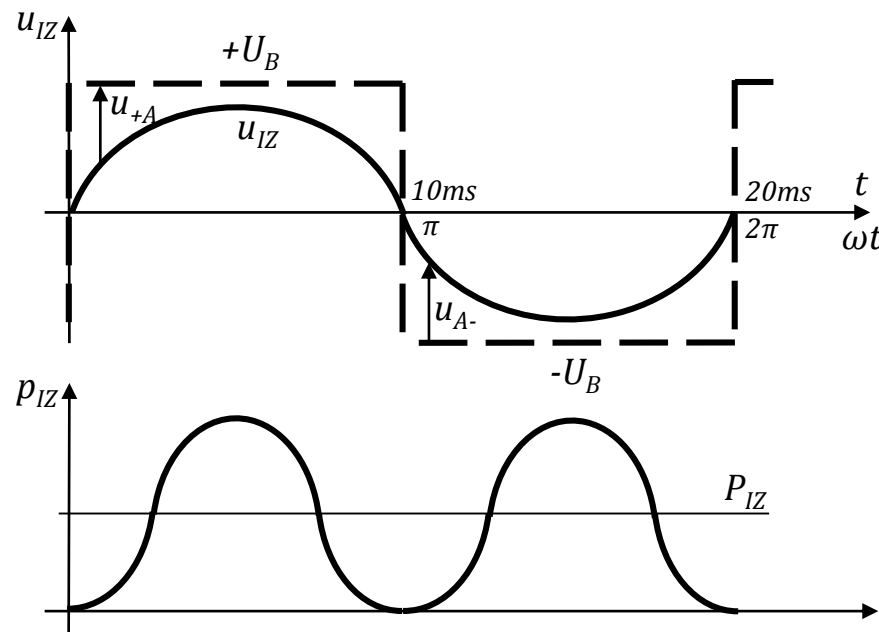
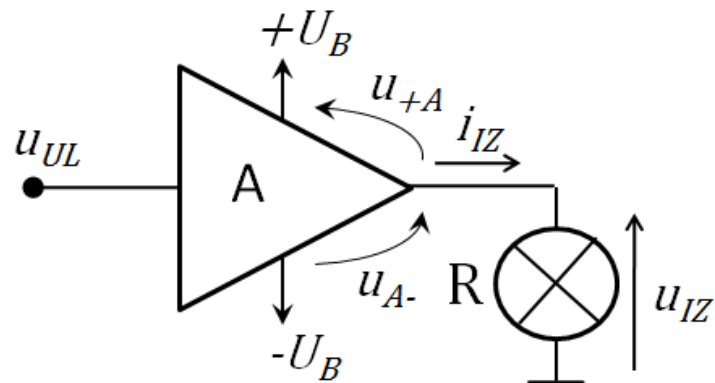
$$p_{IZ} = u_{IZ} \cdot i_{IZ}$$

- средња снага на потрошачу:

$$\begin{aligned} P_{IZ} &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} p_{IZ} \cdot d\omega t = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{u_{IZ}^2}{R} \cdot d\omega t = \frac{U_{IZ}^2}{\pi \cdot R} \int_0^{2\pi} (\sin(\omega t))^2 \cdot d\omega t = \\ &= \frac{U_{IZ}^2}{\pi \cdot R} \int_0^{2\pi} \frac{1 - \cos(2\omega t)}{2} \cdot d\omega t = \frac{U_{IZ}^2}{R} = U_{IZ} \cdot I_{IZ} \end{aligned}$$

- Приступ у претварању енергије:

Супротан пример – линеаран појачавач



$$u_{IZ} = \sqrt{2} \cdot U_{IZ} \cdot \sin(\omega t)$$

$$i_{IZ} = \frac{u_{IZ}}{R}$$

$$u_{+A} = U_B - u_{IZ}$$

$$p_{IZ} = u_{IZ} \cdot i_{IZ}$$

- тренутна снага губитака: $p_g = i_{IZ} \cdot u_{+A} + i_{IZ} \cdot u_{A-} = 2 \cdot i_{IZ} \cdot u_{+A} \Big|_0^\pi = 2 \cdot i_{IZ} \cdot (U_B - u_{IZ}) \Big|_0^\pi$

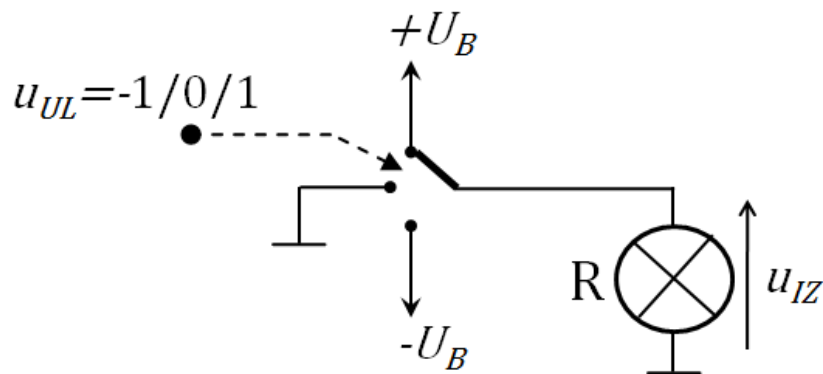
- средња снага губитака: $P_g = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} p_g \cdot d\omega t = \frac{U_B}{\pi} \int_0^\pi i_{IZ} \cdot d\omega t - P_{IZ} = \frac{\sqrt{2} \cdot U_{IZ} \cdot U_B}{\pi \cdot R} \int_0^\pi \sin(\omega t) \cdot d\omega t - P_{IZ} = \frac{2\sqrt{2} \cdot U_{IZ} \cdot U_B}{\pi \cdot R} - P_{IZ} = P_{UL} - P_{IZ}$

- степен корисног дејства: $\eta = \frac{P_{IZ}}{P_{UL}} = \frac{\pi \cdot U_{IZ}}{2\sqrt{2} \cdot U_B}$

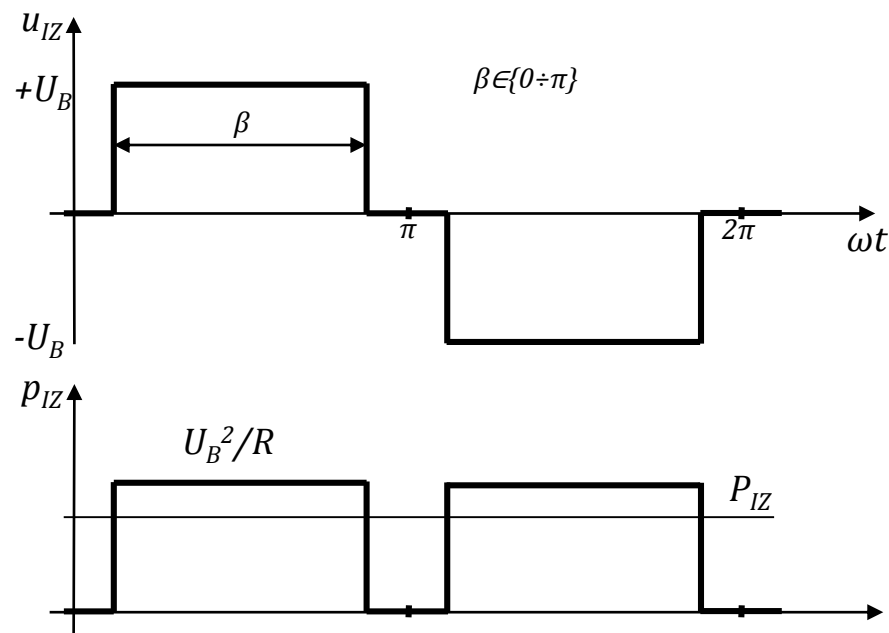
- нпр. за $U_{IZ} = 230V$ и $U_B = 350V$: $\eta = 0,73 = 73\%$

- Приступ у претварању енергије:

Прекидачки рад појачавача (транзистори раде у прекидачком режиму): $u_{UL} = \{-u_{ULmax}, 0, u_{ULmax}\}$



- Основни постулат:
Претварачи енергетске електронике раде у прекидачком режиму.



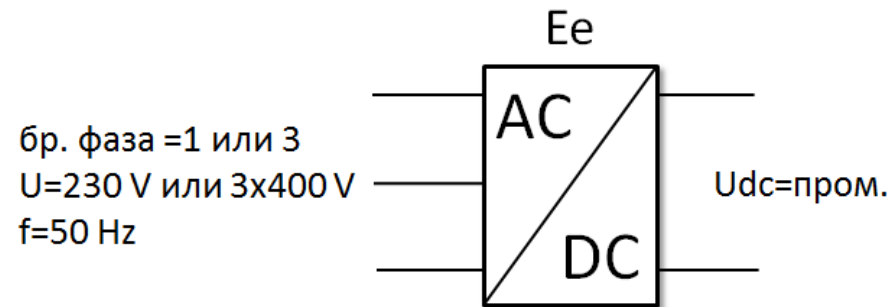
- ефективна вредност излазног напона:
$$U_{IZ} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_{IZ}^2(\omega t) \cdot d\omega t} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^{\beta} U_B^2 \cdot d\omega t} = U_B \cdot \sqrt{\frac{\beta}{\pi}}$$

- средња вредност излазне снаге:
$$P_{IZ} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} p_{IZ} \cdot d\omega t = \frac{1}{\pi} \int_0^{\beta} \frac{U_B^2}{R} \cdot d\omega t = \frac{U_B^2}{R} \cdot \frac{\beta}{\pi}$$

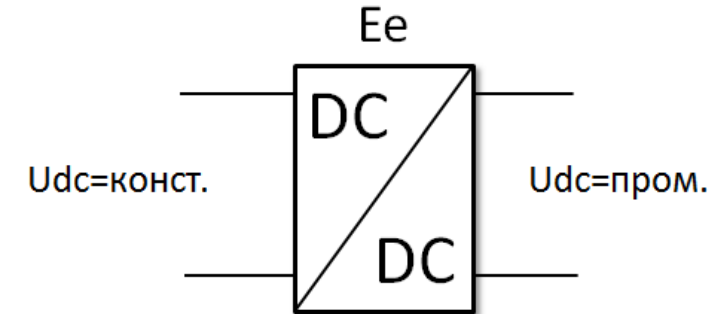
ОСНОВНЕ ПОДЕЛЕ ПРЕТВАРАЧА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕЛЕКТРОНИКЕ

- *према виду претварању енергије:*
(облику енергије коју има на улазу и енергије коју даје на свом излазу)

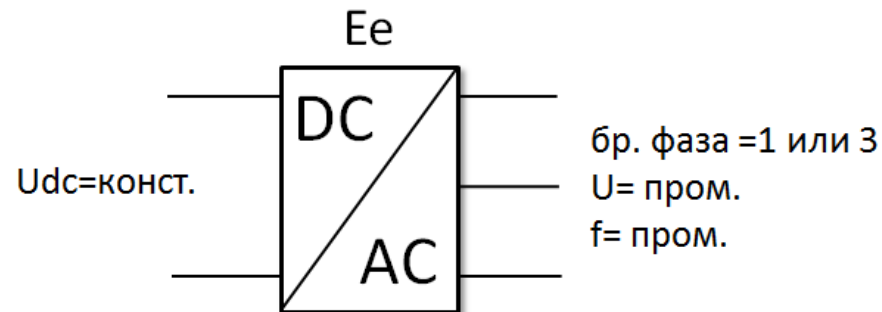
а. AC-DC претварачи / исправљачи



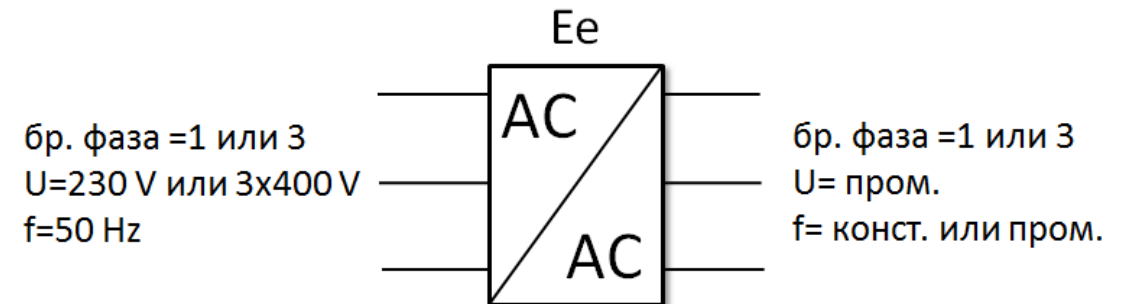
б. DC-DC претварачи / једносмерни претварачи (чопери)



в. DC-AC претварачи / претварачи учестаности (инвертори)



г. AC-AC претварачи / регулатори напона и матрични претварачи

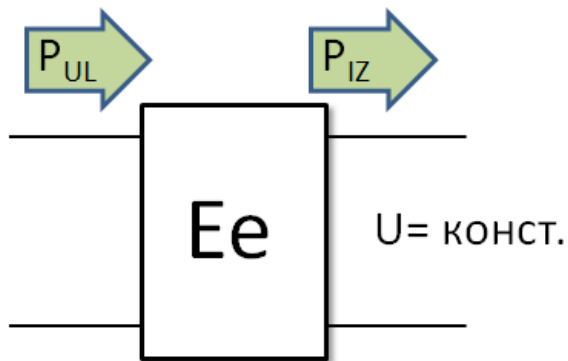


ОСНОВНЕ ПОДЕЛЕ ПРЕТВАРАЧА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕЛЕКТРОНИКЕ

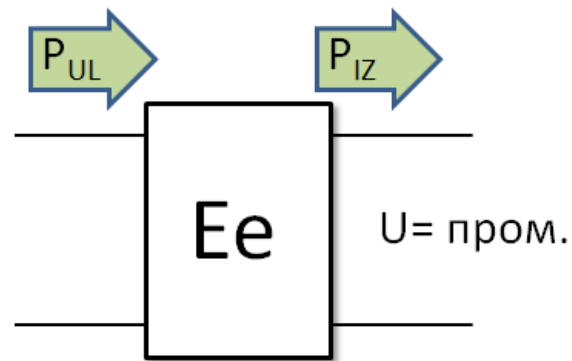
• *према управљивости:*

1. могућношћу да мења средњу (*DC* излаз) или ефективну вредност (*AC* излаз) излазне величине
2. према смеру тока енергије

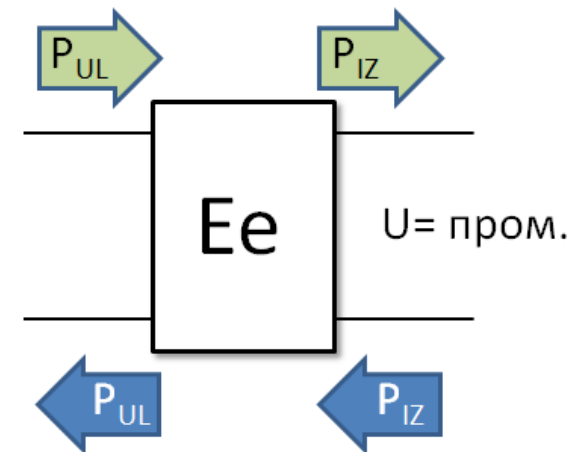
а. неуправљиви



б. полууправљиви

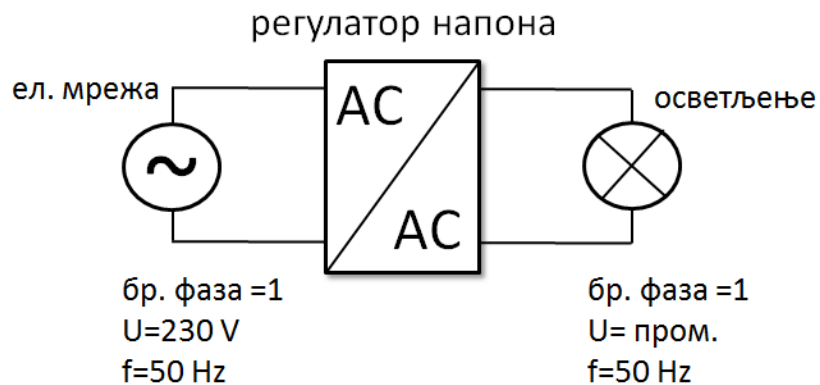


а. пуноуправљиви

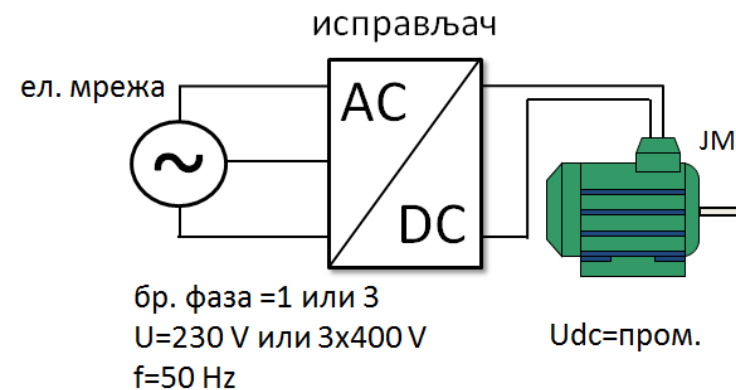


- Примери примене претварача енергетске електронике:

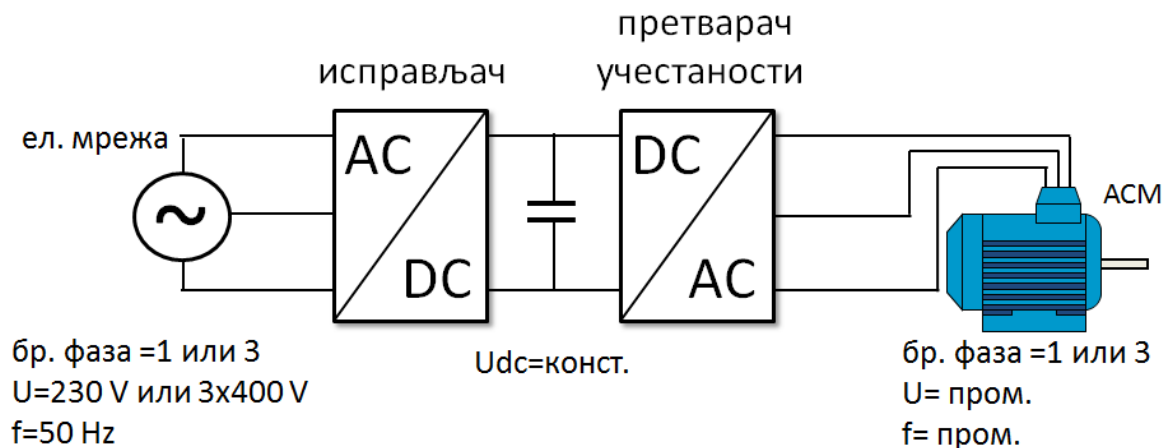
- променљиво осветљење



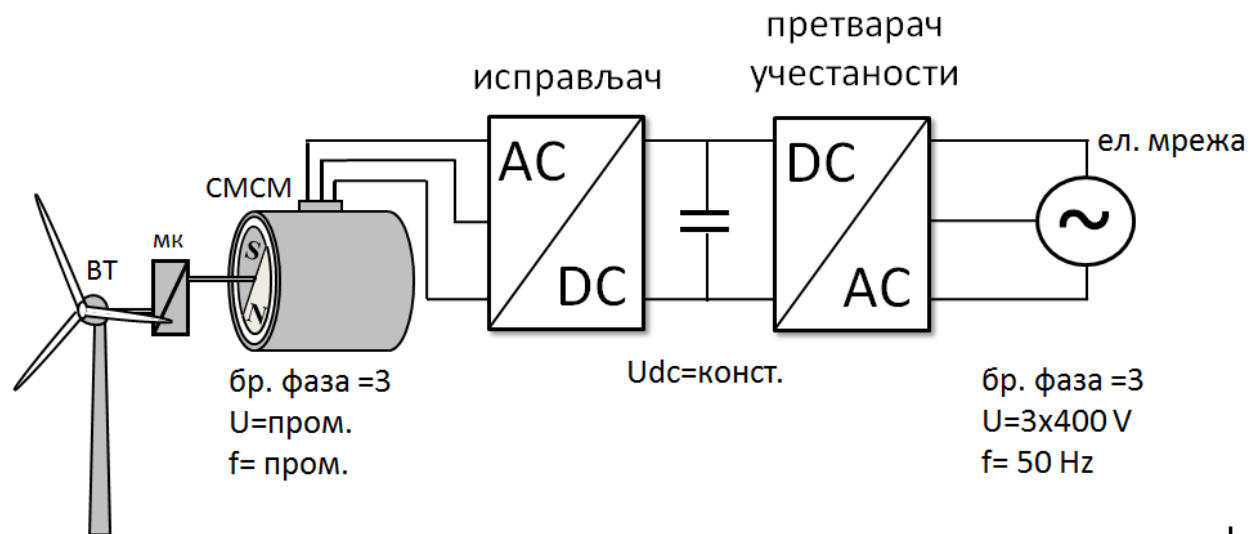
- погон машине једносмерне струје променљиве брзине обртања



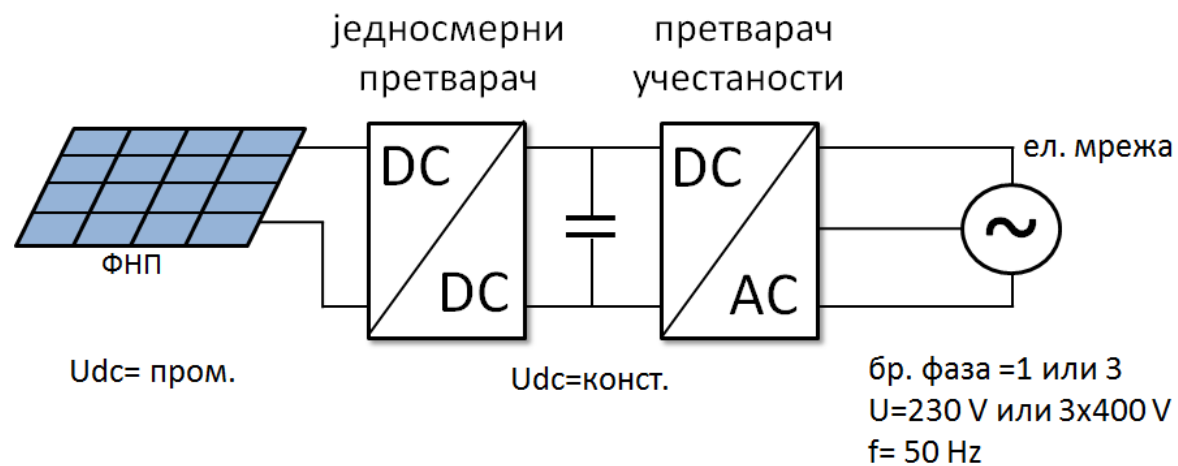
- погон асинхроне машине променљиве брзине обртања



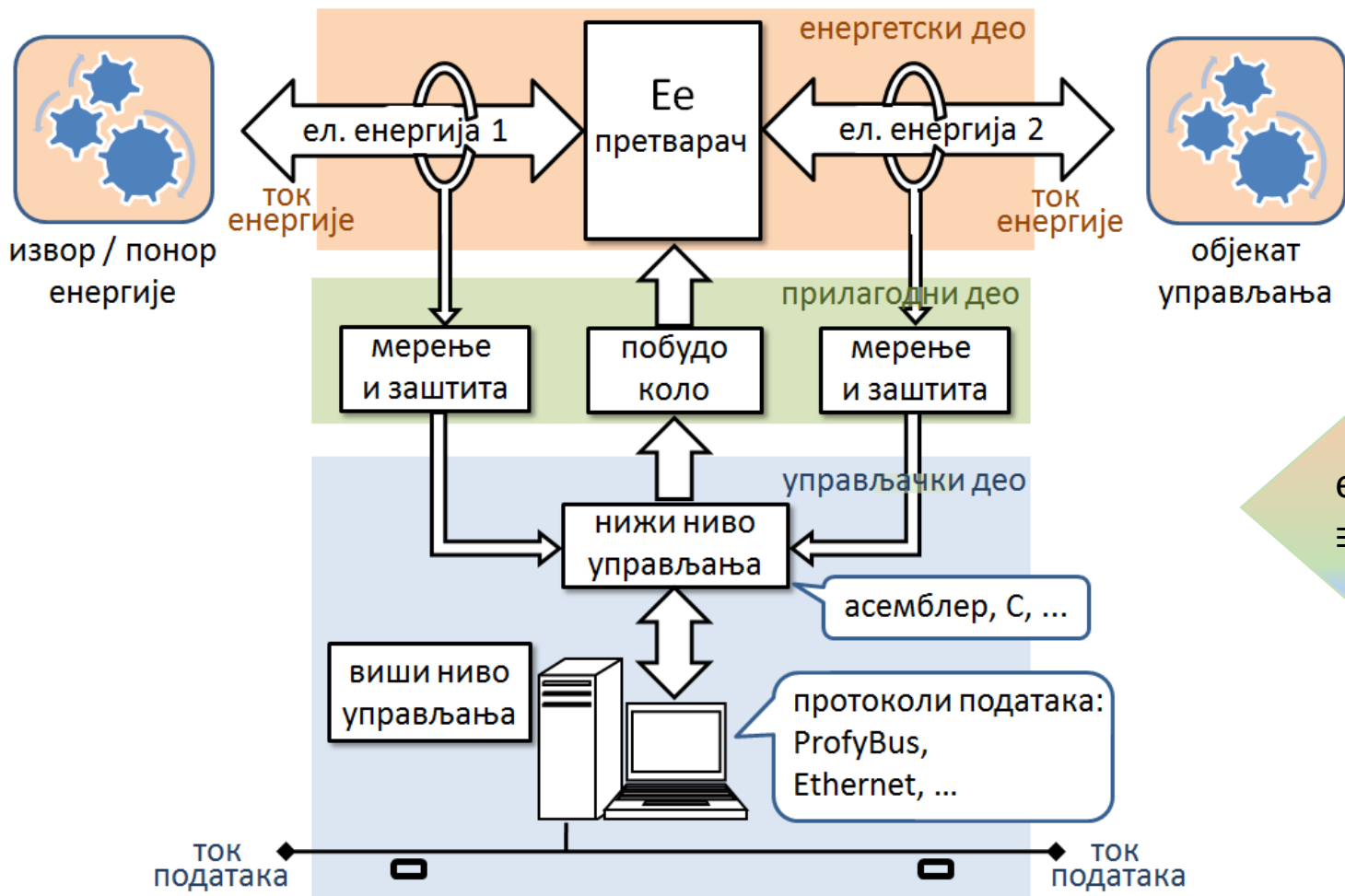
- повезивање ветрогенератора на мрежу



- повезивање фотонапонског панела на мрежу



- Поставка претварача енергетске електронике:



енергетска електроника $\equiv$
 $\equiv$ дигитална енергетика