



ВЕТРЕНИ СЪОБЪРЪЖЕНИЯ И ИНСТАЛАЦИИ



Част 2

Изследване режимите на работа на празен ход, натоварване, преходен

1. Режим на работа на Г

- това са условията при които работи СГ и явленията, които те пораждат

Изследване режимите на работа на празен ход, натоварване, преходен

2. Режим на празен ход

а) условия

- индукторът е възбуден и се върти;
- статорната намотка е отворена ($I_1 = I_a = 0$);
- на изводите на намотката се появява $U_0 = E_0$;
- СГ не отдава електрическа енергия.

Изследване режимите на работа на празен ход, натоварване, преходен

2. Режим на празен ход

б) същност

- създава се общ магнитен поток
- в котвената намотка се индуцира е.д.н. E_0 :
$$E_0 = 4,44 \cdot f_1 \cdot w_1 \cdot k_{w1} \cdot \Phi_0;$$
- на изводите на намотката се появява $U_0 = E_0$;
- цялата механична енергия се превръща в загуби в стоманата.

Изследване режимите на работа на празен ход, натоварване, преходен



3. Режим на натоварване

а) условия

- към изводите на статорната намотка е включен товар с импеданс Z_T ;
- индукторът е възбуден;
- през консуматора протича ток I_a ;
- токът в трите фази на статорната намотка създава ВМП, с честота на въртене $n = n_1$.

Запомнете: Изменението на магнитния поток, дължащо се на промени в натоварването се нарича **реакция на котвата**.

Изследване режимите на работа на празен ход, натоварване, преходен



3. Режим на натоварване

б) същност

- при СГ с неявно изразени полюси, въздушната междина е равномерна, разпределението на силовите линии на магнитното поле - също;
- при СГ с явно изразени полюси, въздушната междина е не равномерна, разпределението на силовите линии на магнитното поле - също;
- реакцията на котвата е характерна за явнополюсните машини. В зависимост от вида на товара, тя може да бъде:
 - **при активен товар**: създават се върху вала допълнителни сили на натоварване
 - **при индуктивен товар**: размагнитват машината
 - **при капацитивен товар**: машината допълнително се намагнитва

Силова електроника, използвана при вятърните генератори

1. Общи положения

- генераторите могат да се включват в ел. мрежа:

- * **директно** – само чрез трансформатор

- * **индиректно** – с използване на силова електроника, която осигурява синхронизацията с мрежата. Главният недостатък на индиректното свързване е по-високата цена, защото генерираното напрежение най-напред се изправя, а след това се инвертира отново с честотата и фазата на енергийната система. Освен това наличието на инвертор и изправител сваля общата ефективност, а може да внесе и нежелани изкривявания в мрежата. По-сложната система е и по-уязвима от повреди

Силова електроника, използвана при вятърните генератори

1. Общи положения

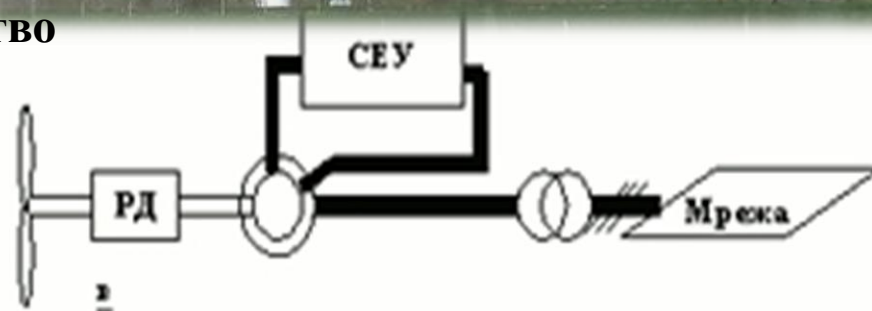
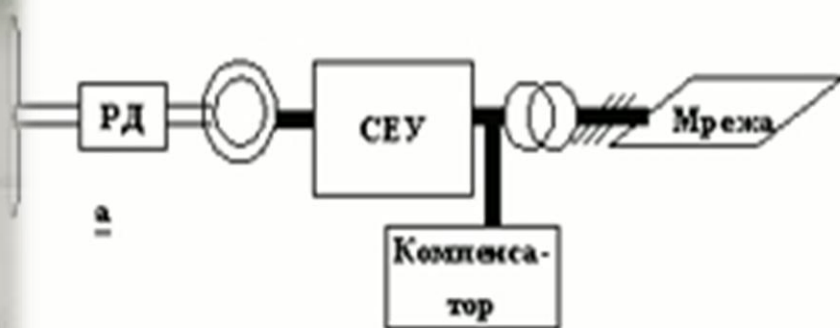
- за да се осигури оптимален коефициент ξ на използване на енергията на вятъра при изменение скоростта му, трябва ВК да работи с променлива честота на въртене
- индуктираното в генератора е.д.н. зависи от честота му на въртене. Това означава, че и напрежението ще се изменя в големи граници, а от там и мощността
- електроенергийната система изисква напрежението и честотата да бъдат с номинални стойности и да се изменят в определени граници ($\pm 5\%$)

Запомнете: Изпълненията на тези изисквания се изпълняват със средствата на силовата електроника – преобразуватели, инвертори и др.

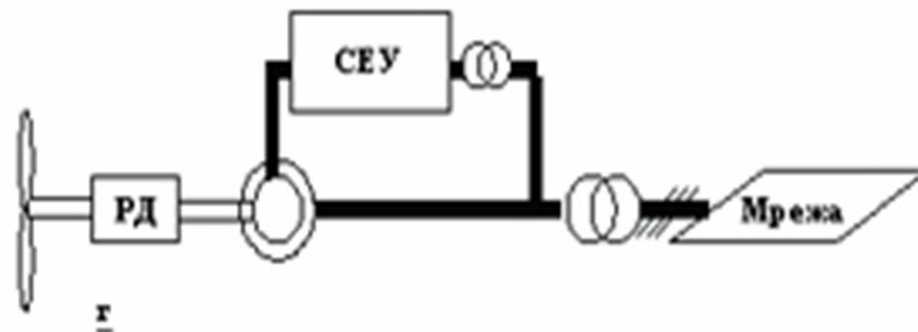
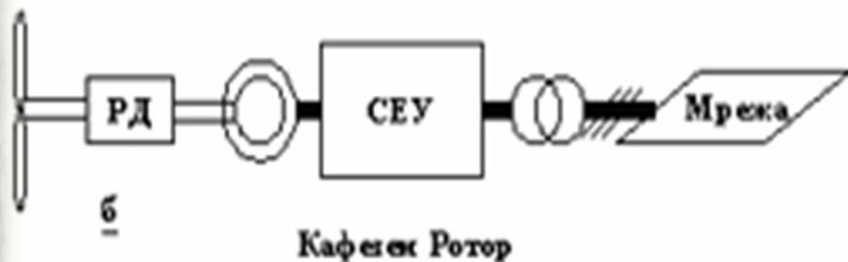
Силова електроника, използвана при вятърните генератори

2. Приложение на силовите електронни устройства във ветрогенераторите при използване на асинхронен генератор

СЕУ - силово електронно устройство

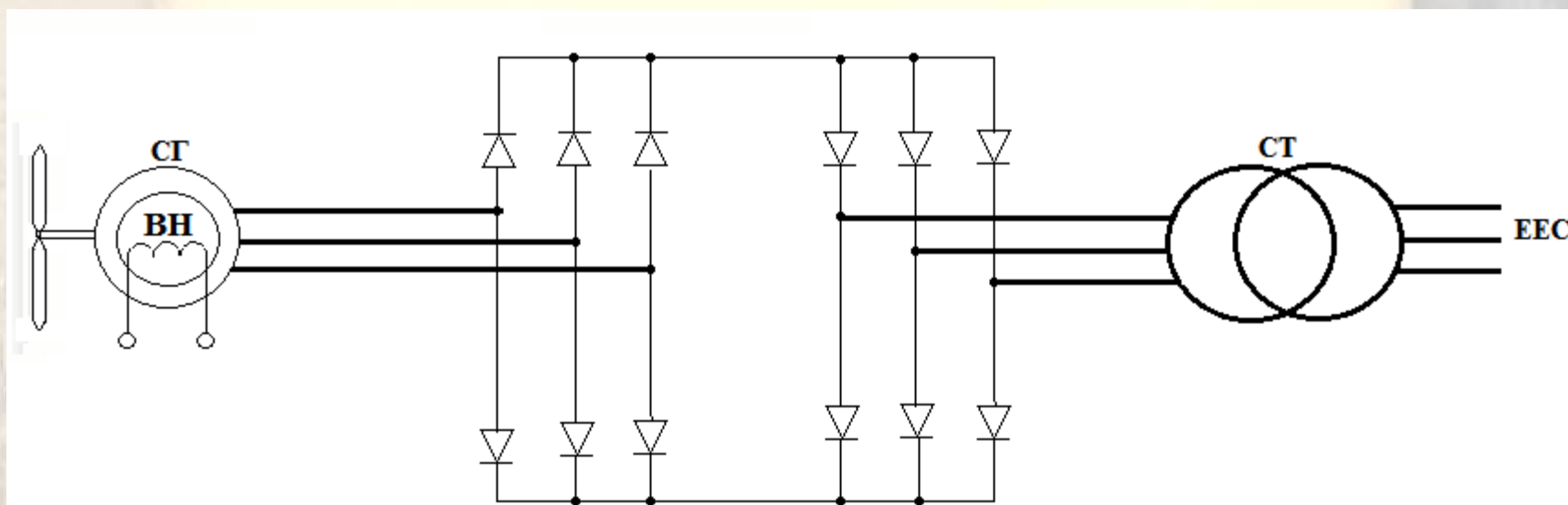
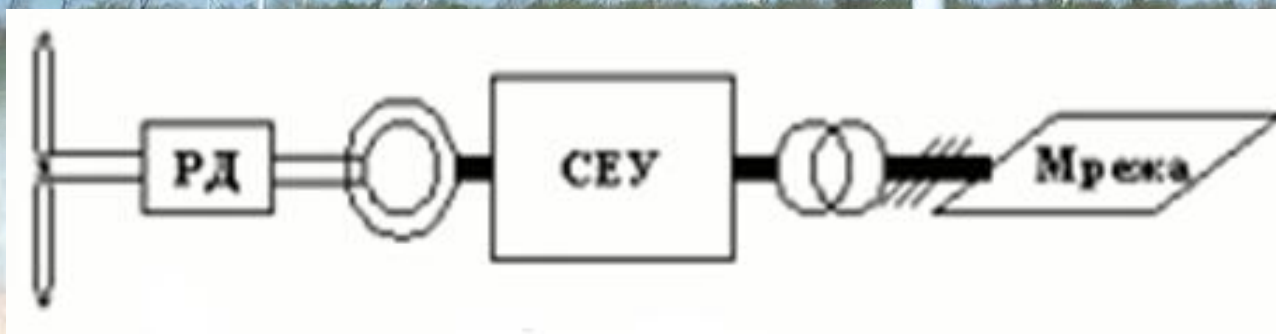


РД – редуктор



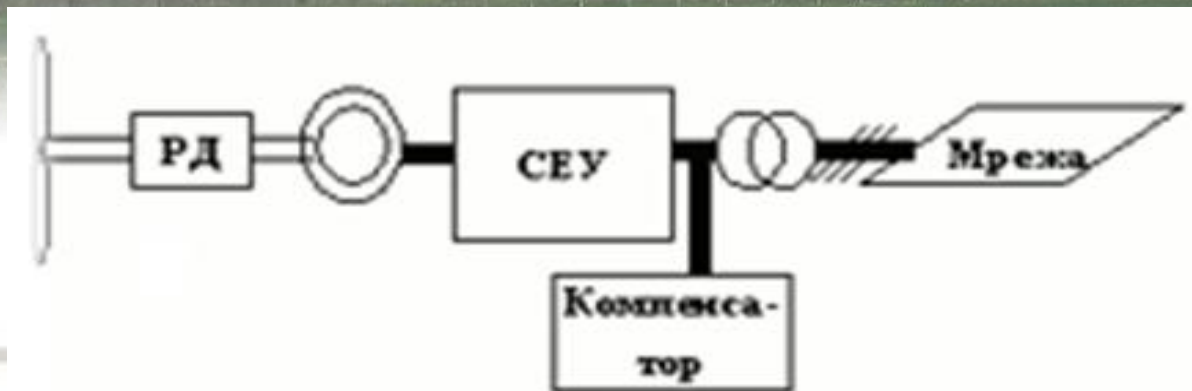
Силовая электроника, използвана при вятърните генератори

2. Приложение на силовите електронни устройства във ветрогенераторите при използване на асинхронен генератор



Силова електроника, използвана при вятърните генератори

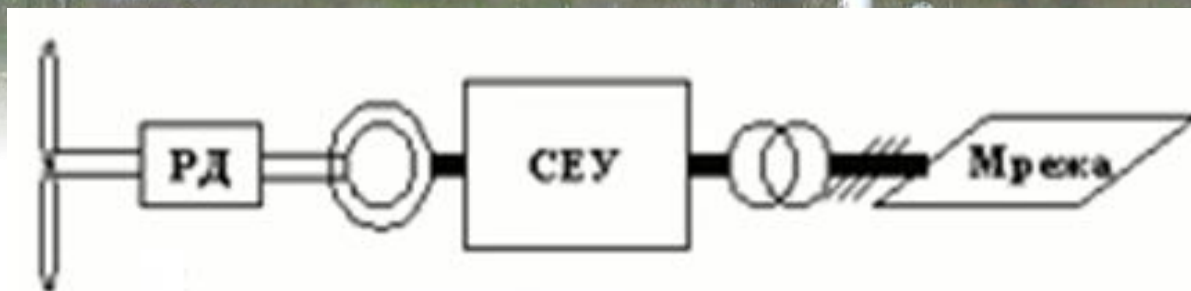
2. Приложение на силовите електронни устройства във ветрогенераторите при използване на асинхронен генератор



а) това е традиционна схема на асинхронен генератор с кафезен ротор, която се използва за регулиране на скоростта чрез надлъжно завъртане на лопатките, които обикновено са три на брой. Използва се компенсатор на реактивна мощност и система за плавен пуск (за улеснено свързване с мрежата).

Силова електроника, използвана при вятърните генератори

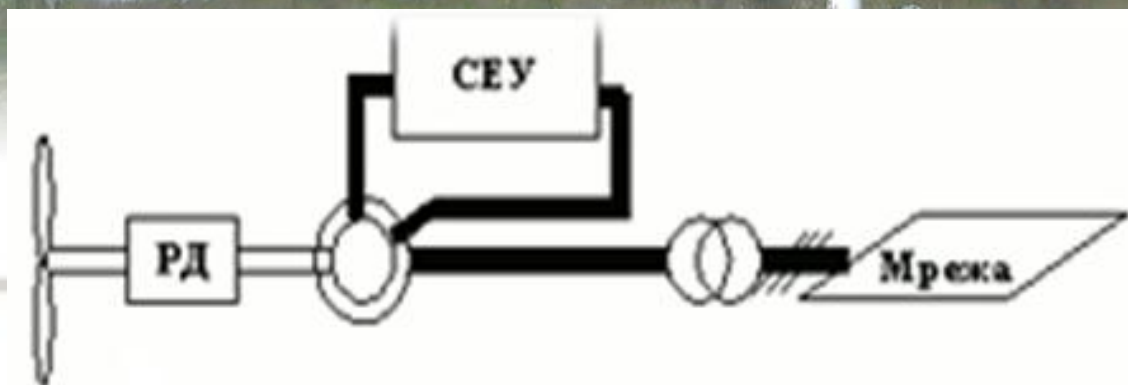
2. Приложение на силовите електронни устройства във ветрогенераторите при използване на асинхронен генератор



б) Това е втората схема на асинхронен генератор с кафезен ротор, в която компенсаторът и системата за плавен пуск са заменени от честотен преобразувател, работещ в широк честотен диапазон или от такъв, проектиран за не ветровит район. Този принцип използва по-маломощен честотен преобразувател (20-30% от номиналната мощност на генератора) в сравнение с принципа на широкия диапазон (приблизително 120%). От друга страна работата в широк диапазон позволява да се работи при всякакви скорости на вятъра.

Силова електроника, използвана при вятърните генератори

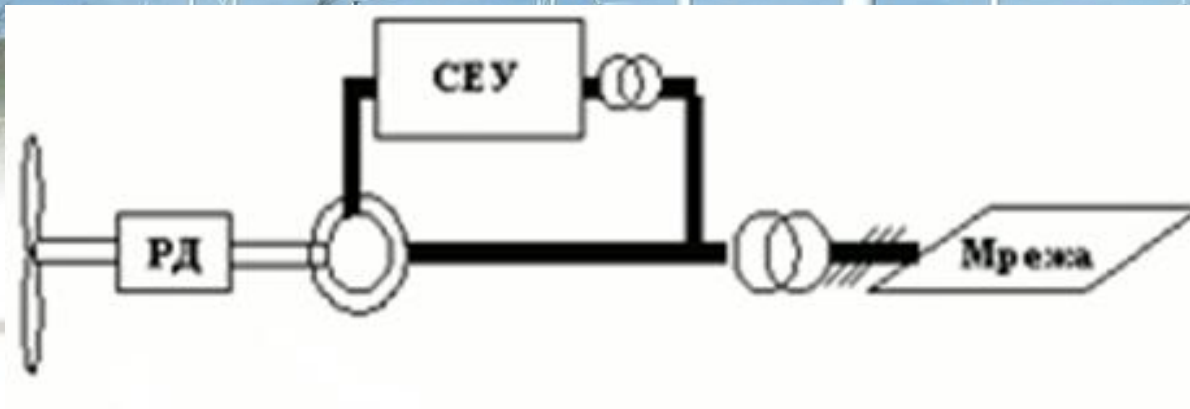
2. Приложение на силовите електронни устройства във ветрогенераторите при използване на асинхронен генератор



в) тази схема използва АГ с навит ротор. Чрез променливо външно роторно съпротивление, управлявано от силов електронен преобразувател, монтиран на оста на ротора е възможно да се контролира хлъзгането с около 10%. Управлението на хлъзгането означава и управление на изходната мощност на системата.

Силова електроника, използвана при вятърните генератори

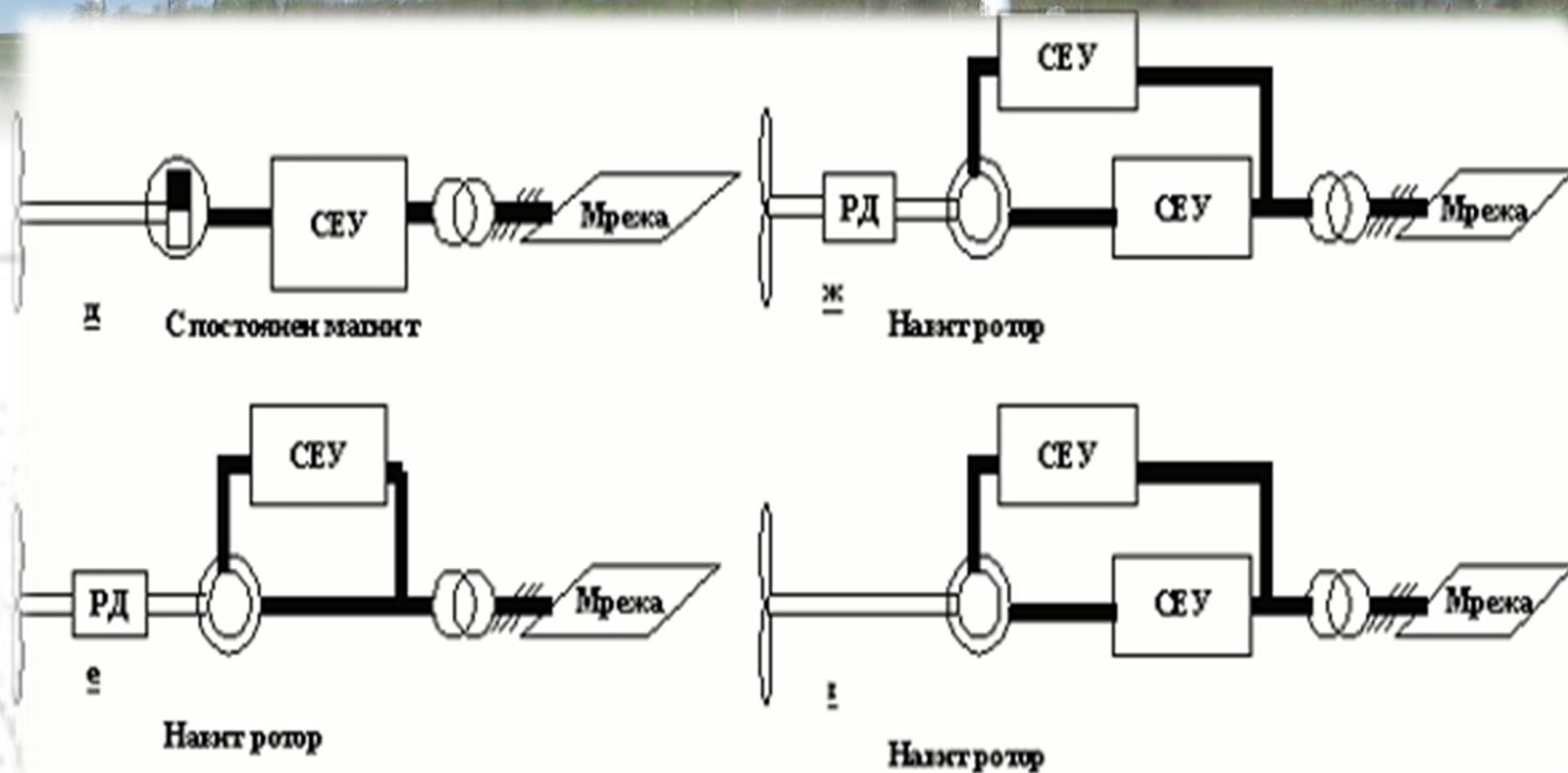
2. Приложение на силовите електронни устройства във ветрогенераторите при използване на асинхронен генератор



г) тази конфигурация използва асинхронен генератор с двойно захранване. Тук честотният преобразувател пряко управлява токовете в роторните намотки. По този начин се осъществява цялостно управление на изхода на генератора, използвайки силов преобразувател, проектиран за 20-30% от номиналната мощност на генератора. Тази схема се използва при големи промени в скоростта на вятъра и е по-евтина в сравнение с другите схеми.

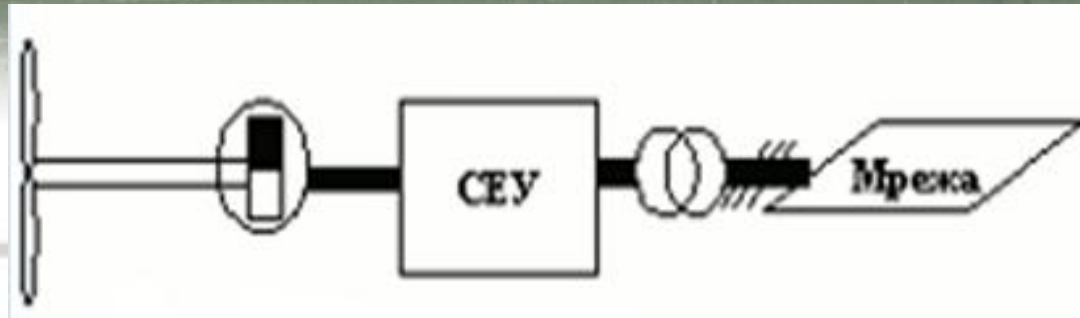
Силова електроника, използвана при вятърните генератори

3. Приложение на силовите електронни устройства във ветрогенераторите при използване на синхронен генератор (СГ)



Силова електроника, използвана при вятърните генератори

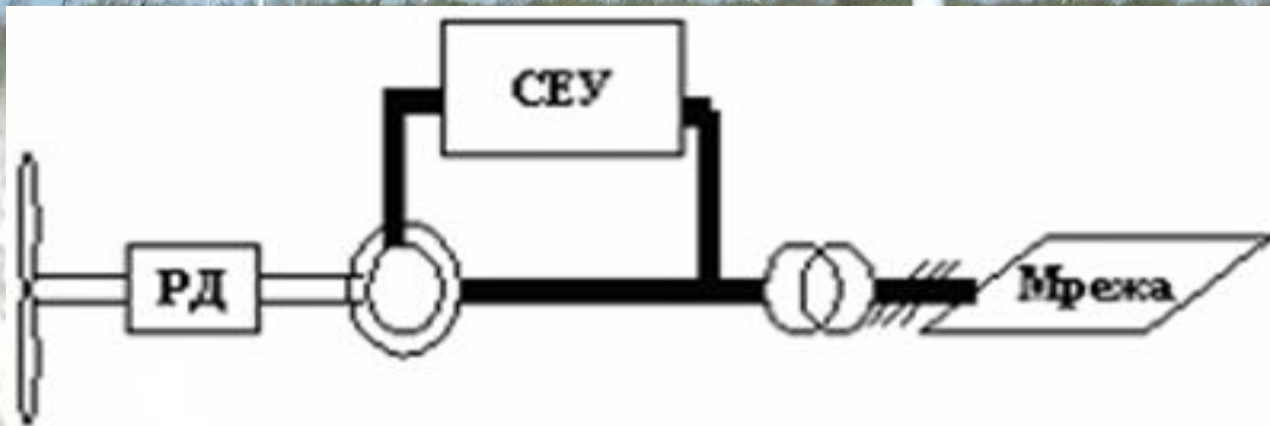
3. Приложение на силовите електронни устройства във ветрогенераторите при използване на синхронен генератор (СГ)



д) тази схема на СГ с постоянни магнити се използва във вятърни турбини, предназначени за единични домашни системи и за хибридни системи, с мощност между около 1kW до 20kW. С диоден изправител, се получава постоянно напрежение със стойност 21kV. Възнамерява се тази конфигурация да се комбинира с високоволтова постояннотокова мрежа (HVDC- grid).

Силова електроника, използвана при вятърните генератори

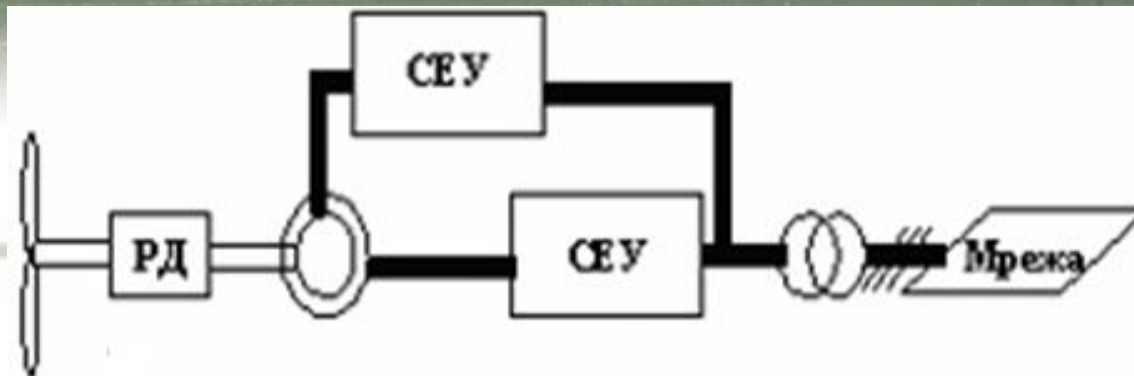
3. Приложение на силовите електронни устройства във ветрогенераторите при използване на синхронен генератор (СГ)



е) тази схема на СГ с навит ротор не се използва често при вятърните турбини. Тя е с външно възбуждане, което на фигурата е показано като изправител (СЕУ). По-сложна е при експлоатация в сравнение с останалите схеми.

Силова електроника, използвана при вятърните генератори

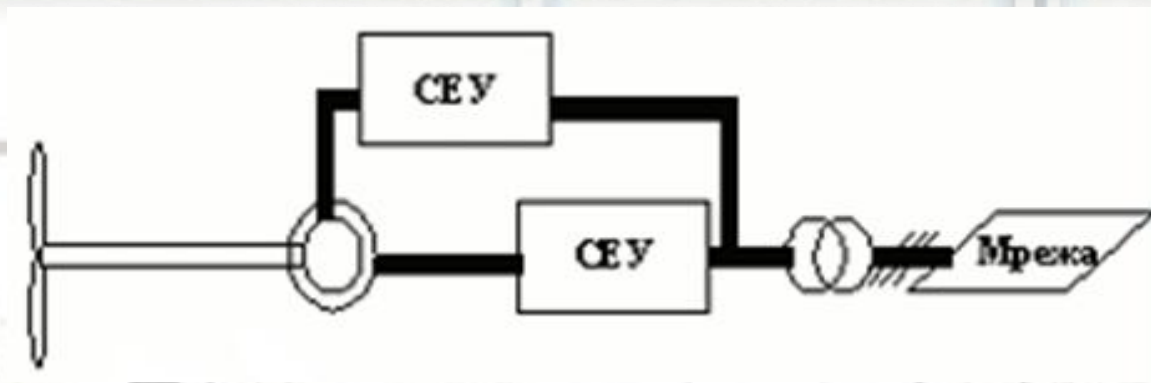
3. Приложение на силовите електронни устройства във ветрогенераторите при използване на синхронен генератор (СГ)



ж) тази схема на СГ с навит ротор се използва широко с вятърните турбини. В сравнение с предходната схема тя поддържа работа при променлива скорост на вятъра, ако мрежовият силов преобразувател е четири квадрантен честотен преобразувател.

Силова електроника, използвана при вятърните генератори

3. Приложение на силовите електронни устройства във ветрогенераторите при използване на синхронен генератор (СГ)



з) при тази схема се използва многополюсен СГ с навит ротор. Принципно тя не се различава от предходната схема, но поради многополюсния генератор отпада необходимостта от редуктор.

Конвертори - принцип на действие, предимства и недостатъци

1. Що е конвертиране?

- процес на регулиране на честотата и напрежението и фактора на мощността подавана към ел. система
- **конверторът** преобразува енергията от генератора и я подава в мрежата
- конверторът е тип DC/DC



Orion 24/12-5



Orion 24/12-17

Конвертори - принцип на действие, предимства и недостатъци

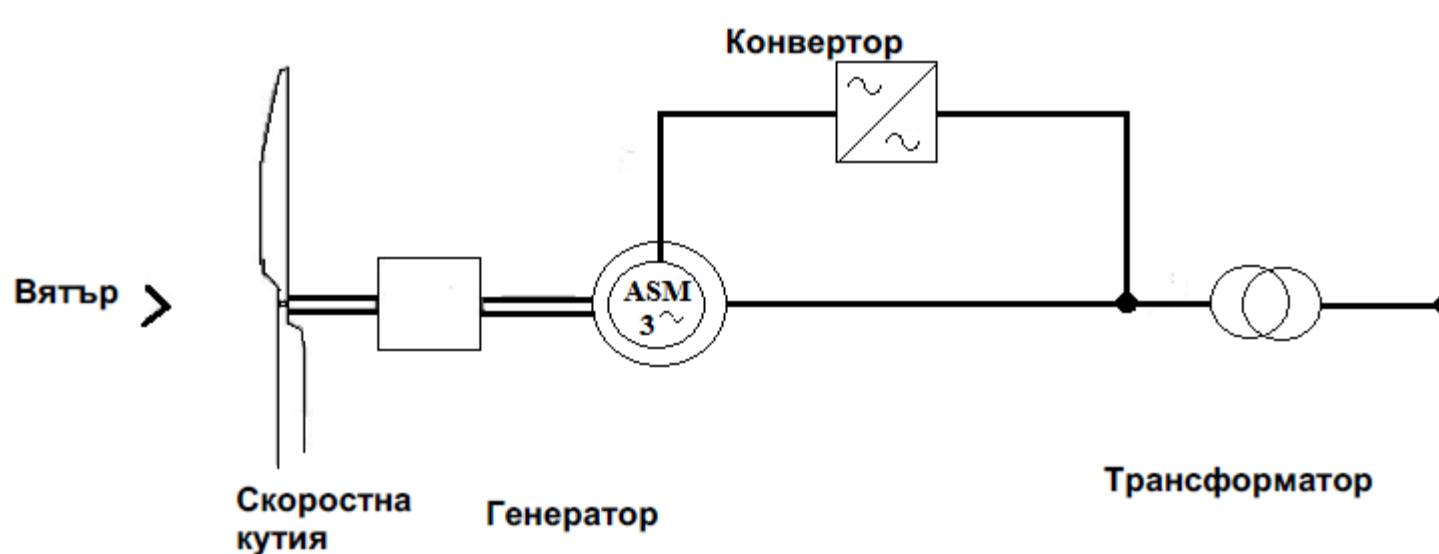


3. Особености на конвертирането

- поради невъзможността за регулиране на честотата и напрежението на АГ, връзката на *ел. генератор - системата* се осъществява посредством DC/DC конвектор. Той позволява корекция на фактора на мощността от 0,9 индуктивен до 0,95 капацитивен. По този начин пусковия фактор може да се ограничи около 1.
- конверторите позволяват работа на турбината с променлива скорост, което от своя страна осигурява постигане на максимална изходяща мощност.

Конвертори - принцип на действие, предимства и недостатъци

2. Схема на включване на генератора към ел. система



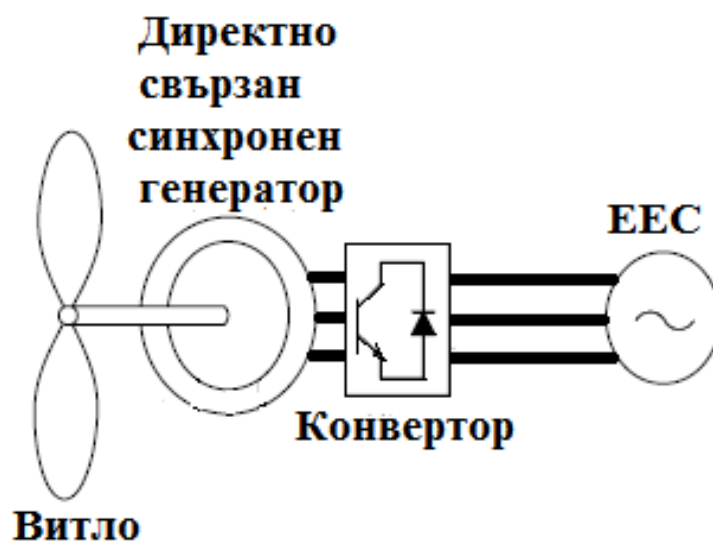
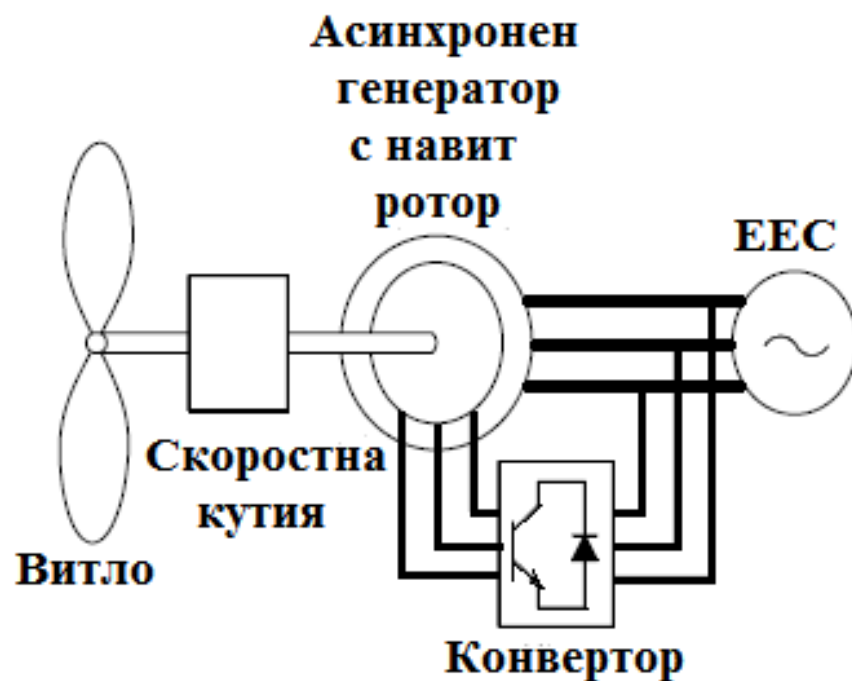
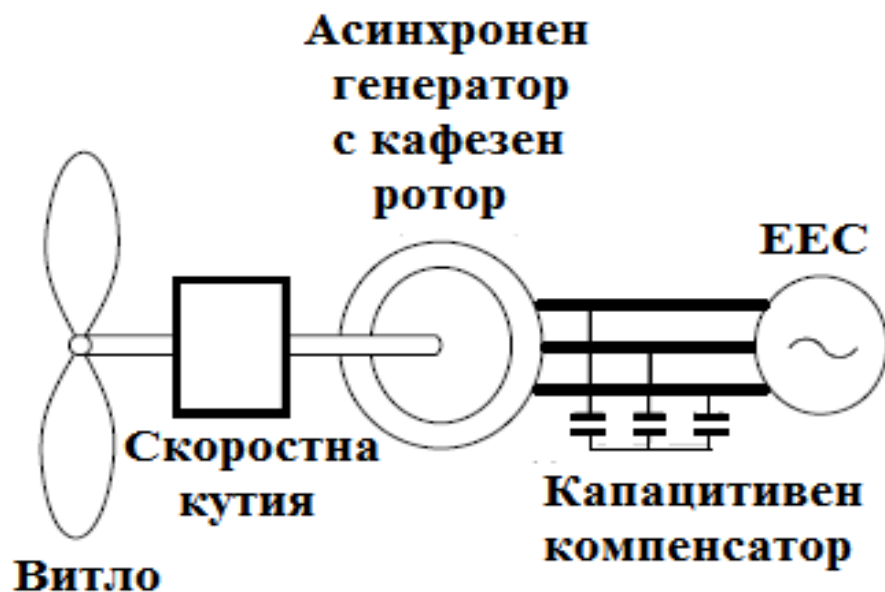
Принципна схема на включване на асинхронен генератор с навит ротор. (статорната намотка е директно свързана към ел. система, а роторната – посредством конвектор)

Конвертори - принцип на действие, предимства и недостатъци

3. Схема на включване на генератора към ел. система

- **при синхронните**, от страната на генератора може да има обикновен изправител, но тогава е необходимо да има също повишаващо стъпало на DC
- **при асинхронните генератори**, от страната на машината има задължително конвертор
- **при двойно захранвания генератор**, конвертора е свързан към ротора и е на 30% от мощността на цялата система. Така се спестяват средства от по-ниската цена, но е много трудно да се изпълнят новите изисквания към работата на ветроагрегатите. Затова напоследък двойно захранените асинхронни генератори не се използват, въпреки по-ниската си цена.

Конвертори - принцип на действие, предимства и недостатъци



Конвертори - принцип на действие, предимства и недостатъци



3. Перспективи

- промишлено разпространени са няколко типа вятърни агрегати, които се усъвършенстват технологично, основно в две посоки: ***размери на турбината*** и ***усъвършенстване на конверторите*** (електронните силови преобразуватели) за синхронна работа с ЕЕС
- развитието на конверторите е свързано с намаляване влиянието на промяната в скоростта на вятъра върху ефективността на турбината, подобряване качеството на произвежданата електроенергия и увеличаване диапазона на регулиране на напрежението при синхронната работа с ЕЕС

Системи за охлаждане. Принцип на работа и елементи на системите за охлаждане



1. Необходимост от охлаждането

- съвременните вятърни турбини са истински електроцентрали, състоящи се от голям брой компоненти и подсистеми
- гондолата съдържа най-важните елементи на вятърната турбина - електрически генератор, редуктор, спирачки, система за ориентиране на ротора, хидравлична и охлаждателна система и системи за управление и дистанционен контрол на турбината

Системи за охлаждане. Принцип на работа и елементи на системите за охлаждане



1. Необходимост от охлаждането

- предавката, генераторът и конверторът на вятърната турбина имат охладителни системи, независими една от друга
- всички системи са проектирани така, че дори при високи температури на околната среда да се достигнат оптималните работни температури
- температурата на някои лагери на предавката, маслото в предавката, намотките на генератора, лагерите на генератора и охладителната течност (антифриз/смес от гликол) се следи постоянно, а в някои участъци се дублира от контролната система

Системи за охлаждане. Принцип на работа и елементи на системите за охлаждане

2. Видове охлаждащи системи:

а) ОТВОРЕНА СИСТЕМА:

- *охлаждащ агент:* **ВЪЗДУХ**, взет чрез вентилатори
- *особености:*
 - * пречиства се чрез филтри;
 - * вкарва се в генератора, минава през въздушната междина и излиза от генератора;

Системи за охлаждане. Принцип на работа и елементи на системите за охлаждане

1. Видове охлаждащи системи:

б) ЗАТВОРЕНА СИСТЕМА:

- *охлаждащ агент*: ГАЗ (въздух, водород, масло)
- *особености*:
 - * охлаждащият агент циркулира в **затворен контур**;
 - * **в контура циркулира** едно и също количество;
 - * нагрятият агент се охлажда в друг контур, в който циркулира охлаждаща вода;
 - * двата контура не се смесват

Системи за охлаждане. Принцип на работа и елементи на системите за охлаждане

2. Видове охлаждане:

а) НЕПОСРЕДСТВЕНО ОХЛАЖДАНЕ:

- нарича се още **ДИРЕКТНО**;
- охлаждащият агент отнема с допир до източника на топлината му;
- нагрятият агент се охлажда в друг контур, в който циркулира охлаждаща вода;
- двата контура не се смесват.

Системи за охлаждане. Принцип на работа и елементи на системите за охлаждане

2. Видове охлаждане:

б) КОСВЕНО ОХЛАЖДАНЕ:

- нарича се още **ПОВЪРХНОСТНО**;
- охлаждащият агент няма пряк достъп до източника на топлина;
- намотките в генератора отдават топлината си на магнитопроводите;
- охлаждащият агент отнема топлината от магнитопроводите;

Принцип на работа и приложение на хидравличните системи при вятърни генератори



1. Предназначение

Хидравличната система осигурява налягане на маслото за работата на спирачките на ъгловото завъртане около вертикалната ос, спирачката на ротора и покрива на гондолата. Хидравличната ключалка на ротора, а също и покрива на гондолата се повдигат или затварят ръчно.

Принцип на работа и приложение на хидравличните системи при вятърни генератори



2. Елементи на хидравличната система

- хидравлично масло VG 32. (количество на маслото е приблизително 20 литра)
- хидравлична помпа (с номинална мощност 1,1 kW)
- термична защита, вградена (PT100)

Принцип на работа и приложение на хидравличните системи при ВГ



2. Работа на хидравличната система

Основната част на хидравличната инсталация е ротационно съединение за хидравлично масло под високо налягане, което позволява на хидравличното масло да премине от резервоара във въртящия се ротор и оттам да достигне устройствата за настройване на лопатките.

Изискванията към него са:

**да работи при* минимална поддръжка и да уплътнява сигурно статичната към подвижната част, както и сигурно да пренася хидравличното масло.

** лесно да се* монтира

**да издържа на* трудни климатични условия

** да има* дълъг живот

Системи на охлаждане

1. Охлаждане на предавката

- за охлаждане са използва кръгообразното движение на маслото в **масления въздушен охладител**
- чрез **двуфазна помпа** маслото се изтиква от предавката през комбиниран филтър (груб филтър 50 μm , фин филтър 10 μm) в охладителната верига (отделят твърдите частици от маслото)
- **контролната система** следи нивото на замърсяване на филтърните елементи (измерване на диференциалното налягане)

Системи на охлаждане

1. Охлаждане на предавката

- когато все още не е достигната оптимална работна температура, термичен байпас свързва веригата накъсо и връща предварително нагрятото масло обратно в редуктора
- веднага щом оптималната работна температура бъде превишена, активният маслен-въздушен охладител се включва и охлажда маслото. Всеки охладител е допълнително оборудван с вентилатор, който се включва или изключва в зависимост от температурата на маслото.
- охладеното масло се изпомпва през система от тръбопроводи вътре в предавката до части, които зависят силно от температурата.

Системи на охлаждане

3. Охлаждане на генератора

- топлината от генератора се отвежда чрез кръгообразно движение на охлаждаща вода
- топлината се пренася чрез вътрешен въздушен охладител до **охлаждащата вода**
- **ротационна помпа**, която се включва автоматично щом температурата на компонентите на генератора превишат зададената стойност, провежда затоплената вода до воден/въздушен охладител.
- **охладителят** е допълнително оборудван с вентилатор, който се включва или изключва в зависимост от температурата на водата.

Системи на охлаждане

4. Охлаждане на конвертора

- *главният конвертор* на вятърната турбина е вграден в шкафа на най-долната платформа на кулата
- охлажда се и с въздух, и с охлаждаща вода
- помпата изпомпва охлаждащата вода през вътрешната охладителна система на главния конвертор, където топлината се предава на водата
- загрялата охлаждаща вода преминава във *водния/въздушен охладител с вграден вентилатор* (вентилаторът се включва, когато температурата на компонентите на конвертора превиши зададена стойност и разсейва топлината в околната среда).

Принцип на работа и елементи на системите за охлаждане

1. Охлаждане на генератора

Статорът и роторът на генераторите могат да се охлаждат едновременно и по двата начина.

Например:

СТАТОРЪТ може да се охлажда:

- **намотката** - директно с вода или косвено с газ;
- **магнитопровода** - директно с газ;

РОТОРЪТ може да се охлажда:

- **намотката** - директно или косвено с газ;
- **магнитопровода** — директно или косвено с газ

Принцип на работа и елементи на системите за охлаждане

2. Охлаждане на конвектора



**Стандартен
топлообменен радиатор**

Осигурява допълнителна
вентилация.



**Радиатор термично разделен от
конвертора**

Намалява се топлината до 80%. С термичното разделяне на радиатора, топлината се извежда извън конвертора. Това осигурява по-добри работни условия за електронните компоненти и повишава надеждността на системата.

Принцип на работа и елементи на системите за охлаждане

2. Охлаждане на конвектора

Радиатор за охлаждане с течност



Това е система за охлаждане със затворен контур. Използва се за приложения, при които може да се развият много високи температури или в случаите, когато работната среда е неблагоприятна. Този тип радиатори гарантират доброто охлаждане и могат да се използват заедно с помпи за охлаждаща течност.

Работа на ветрогенераторите в автономни и хибридни системи

1. Общи сведения

Вятърно-соларна система съдържа:

- * слънчев и вятърен генератор
- * акумулаторна батерия
- * контролер и инвертор

За съхранение на енергията обикновено се използват **оловни, никелово-кадмиеви, или никелово-железни акумулиращи батерии**. Капацитетът на акумулатора трябва да е достатъчно голям, за да доставя електроенергия по всяко време. Обикновено са с капацитет, осигуряващ електрически ток за от 1 до 3 дни.

Контролерът следи за зареждането на акумулаторните батерии с постоянен ток, а инверторът преобразува постоянния ток от акумулаторните батерии в променлив ток (220V, 50Hz).

Работа на ветрогенераторите в автономни и хибридни системи

2. Автономни системи



- те не са свързани към системата за разпределение на електрическа енергия

- за времето, когато, нито вятърните генератори, нито фотоволтаиците произвеждат енергия (например в тиха нощ), повечето хибридни системи осигуряват електрическа енергия чрез акумулаторни батерии и/или генератор с конвенционално гориво за презареждане на акумулатора, което прави системата по-комплексна и независима. В същото време най-модерните варианти на системи от този род включват електронни контролери за автоматична работа на системата.

- вятърно-соларните хибридни системи позволят използването на по-малки и по-евтини компоненти, отколкото биха били необходими, ако системата зависи само от един източник на захранване.

Работа на ветрогенераторите в автономни и хибридни системи

2. Автономни системи



Номинална мощност	20 кВт
Изходно трифазно напрежение, честота	380В 50Hz
Входно еднофазно напрежение, честота	220В 50Hz
Диаметър на ротора	11 m
Количество на перките	3
Стартова скорост вятъра	3 м/с
Номинална скорост на вятъра	10 м/с
Ориентация според вятъра	автоматична
Защита от ураганни ветрове	автоматична
Височина на мачтата	16-19 m
Площ на сечението, на мачтата при основата	3.5 x 3.5 m
Площ на сечението, на мачтата при върха	0.5 x 0.5 m
Конструкция на мачтата	сглобяема
Максимални габарити на единия от елементите на мачтата	50 x 1600 x 3000 mm

Работа на ветрогенераторите в автономни и хибридни системи

2. Автономни системи



Работа на ветрогенераторите в автономни и хибридни системи

3. Смесено захранване на потребители

- при тях отново, приоритетно, се ползва енергията от възобновяеми източници, но когато по една или друга причина енергията в акумулаторните батерии се изчерпи, системата се превключва към захранване от електроразпределителната мрежа.
- управлението става чрез контролери, които следят за разряда на акумулатора до минимум 10,8V изключват акумулатора от инвертора и превключват на захранване от мрежата.
- хибридизацията гарантира, че ако някоя част от системата не работи (фотоволтаиците в облачни дни, или вятърните генератори при тихо време) по една или друга причина е осигурен **резервен вариант за производство на електроенергия.**

Работа на ветрогенераторите в автономни и хибридни системи



Работа на ветрогенераторите в автономни и хибридни системи

4. Конструктивни разработки



Конструктивните разработки при вятърните инсталации, предназначени за съвместна работа с фотоволтаици, са насочени към получаване на задоволителна производителност дори при невисоки скорости на вятъра. Те се изработват с прозрачни лопати, за да не засенчват фотоволтаиците.

Системи за управление, насочване и мониторинг на вятърните турбини

1. Особености

- вятърът е не замърсяващ и възобновяем източник на енергия
- има страхове, че използването му ще доведе до нарушаване целостта на естествените пейзажи и застрашаване на дивата природа, особено птиците
- крайбрежните ветропарковете улавят повече вятър и са по-ефективни, същевременно те остават в страни от ежедневието на хората
- Вят обикновено могат да генерират енергия само 85% от времето, произвеждайки 40% от потенциалния капацитет през цялата година. Тази цифра зависи от местоположението: в райони с по-силен вятър тя може да достигне 50%. На местата в Западна Европа, където съществуват условия за значително електропроизводство от вятърни паркове, е планирано изграждането на супер електрически мрежи.

Системи за управление, насочване и мониторинг на вятърните турбини



1. Особености

- управлението, мониторингът и поддръжката на ветроенергийните системи имат за цел осигуряването на оптимални работни параметри и максимално ниво на ефективност във всички експлоатационни условия
- повечето съвременни ветрогенератори се управляват напълно автоматично и разполагат с възможности за дистанционен мониторинг и контрол.

Системи за управление, насочване и мониторинг на вятърните турбини



2. Контрол и управление

- чрез различни видове **сензори** системата за контрол следи голям брой параметри, свързани с работата на ветрогенератора – скоростта и посоката на вятъра, скоростта на въртене на роторните лопатки и техния ъгъл, ориентацията на роторния кош спрямо вятъра, количеството произведена енергия и др.

- повечето съвременни турбини използват **анемометри** за измерване на скоростта на въздушния поток и **ветропоказатели**, съответно за определяне на посоката му. В някои от съоръженията тези два параметъра се измерват чрез ултразвукови сензори

- основно изискване в работата на системата е осигуряването на безопасност на компонентите на ветроенергийната централа, в условия на силни ветрове, турбуленция или проблеми от електрическата мрежа

Системи за управление, насочване и мониторинг на вятърните турбини



2. Контрол и управление

- при ветрогенераторите с вградена функция за управление на ъгъла на лопатите спрямо посоката на вятъра (pitch control), системата за контрол трябва да може да отчита дори и минималните промени в метеорологичните условия и да оптимизира работата на отделните компоненти

- при извънредни ситуации, като буря или скорост на вятъра над 25 м/с, се задейства аварийна система за спиране на генератора, при която роторните лопатки се обръщат с ръб към вятъра и застават в неутрална позиция

- на базата на измерения ъгъл на работните лопатки, системата, регулираща стъпката им (pitch drive) и системата за ориентация на ротора (azimuth drive), черпят информация от системата за контрол, за да осигурят експлоатация на ветрогенератора в работния обхват

Системи за управление, насочване и мониторинг на вятърните турбини



2. Контрол и управление

- системата за ориентация на ротора трябва от една страна да гарантира, че ще поддържа ротора в правилна позиция и от друга, че системата е разположена коректно спрямо вятъра и получава оптимално количество въздушен поток върху роторните перки
- в случай че системата не функционира правилно, аеродинамичният дисбаланс може да доведе до претоварване на механичните компоненти – роторната главина, основния вал, основните носещи елементи, редуктора, съединителя и генератора и всички други компоненти, при които съществува опасност от повишено износване при подобни натоварвания

Системи за управление, насочване и мониторинг на вятърните турбини



2. Контрол и управление

- с помощта на софтуерната система се следи скоростта на перките на турбините, ъгъла перките, както и параметрите на произвежданото електричество
- контролът и управлението се осъществяват в реално време като се използва комуникация по IP мрежа
- всяка турбина работи като автономна електроцентрала и е свързана в мрежа с останалите турбини в парка и главната контролна станция, управляваща производството на енергия

Системи за управление, насочване и мониторинг на вятърните турбини



2. Контрол и управление

- за анализ, проектиране и оптимизиране на вятърните паркове също се използват софтуерни решения
- софтуерът работи може да генерира алгоритми за оптимизиране на вятърния парк с цел увеличаване на енергията или редуциране на разходите за енергия в съответствие с екологичните и физичните изисквания. Може изцяло да моделира шума и да изчисли производството на енергия.

Системи за управление, насочване и мониторинг на вятърните турбини



3. Токови преобразователи

- токовите преобразуватели са важен елемент за вятърните турбини, като тяхната работа и селекция оказват пряко влияние върху цялостната ефективност
- по време на работа роторите и тялото — или корпуса — на големите вятърни турбини трябва да са обърнати по посока на вятъра или с „лице” към вятъра
- посоката на вятъра постоянно се променя, което означава, че корпусът и роторът трябва да маневрират активно с помощта на електромотори, стремейки се да са обърнати към вятъра

Системи за управление, насочване и мониторинг на вятърните турбини



3. Токови преобразователи

- допълнително за избягване на усукването на корпусът при малки и кратки промени в посоката на вятъра, се използват спирачки
- чрез токовите преобразуватели, се измерва постоянно **тока** произведен от конверторите на генератора
- качеството и времето за реакция на токовия контрол се определят от работата на токовите преобразуватели
- характерните предимства на токовите преобразуватели със затворена верига са високочестотен диапазон комбиниран с кратко време за реакция, оптимална линейност и много добра точност

Системи за управление, насочване и мониторинг на вятърните турбини



4. Центрове за дистанционно наблюдение

Като алтернатива на локалния технически мениджмънт, част от производителите на вятърни турбини предлагат на своите клиенти услугите на дистанционни центрове за наблюдение на експлоатираните мощности. В тези центрове се следи и анализира общото техническо състояние на турбините и при необходимост се уведомява местният екип по поддръжката.

Система за автономно автоматизирано управление на вятърни генератори

1. Дистанционно управление на вятърни турбини

- повечето големи вятърни турбини са оборудвани със съвременни системи за управление на работния процес и контрол на оборудването
- чрез тях, обслужващият персонал получава актуални данни за генерационния процес и други важни параметри, както и дистанционен достъп до управлението на турбината
- производствените данни се извличат автоматично от софтуерната система на вятърната турбина и се подават на съответния уеб сървър. Информационната връзка с ветрогенератора се осъществява чрез широколентов достъп, ISDN връзка, GSM и др.

Система за автономно автоматизирано управление на вятърни генератори

1. Дистанционно управление на вятърни турбини

- автоматичният контрол се осъществява на базата на различни сензори: за вибрации, температура, за измерване на нуждата от отопление на енергийния блок и смазочните течности през студените периоди и др. Някои модели разполагат и с датчици против обледеняване на пропелера.
- системата за контрол на състоянието осигурява трендови графики, честотни спектри, информация във времето и технически данни за вятърната турбина, които позволяват точен анализ на евентуалните откази
- сред средствата за контрол са и анемометърът и ветропоказателят на вятърната турбина, които следят промените в скоростта и посоката на вятъра и контролират оборудването според съответните стойности.

Система за автономно автоматизирано управление на вятърни генератори



1. Дистанционно управление на вятърни турбини

- системата за управление на вятърната турбина е подсигурана с UPS, в случай на отпадане на електрозахранването
- за защита от мълнии и последствията от тях се използват: **гръмоотвод** във всяка лопатка, **варистори** и **предпазители** в клемната кутия на генератора, върху съединителите на инвертора, **екранирани кабели на датчиците**, **заземяване на пилона**, **защита от свръхнапрежение** ОТКЪМ високоволтовата страна на трансформатора и други.

Система за автономно автоматизирано управление на вятърни генератори

2. Пускане а) особености

- ВА работят в неустановен режим с циклично натоварване, разтоварване, пускане и спиране
 - от пускането зависи производителността и безаварийната работа на ВА
 - ВА са предназначени за паралелна работа с ел. мрежа
 - ВА са оборудвани най-вече с асинхронни генератори
 - за да работят като генератори, трябва честотата на въртене на вала да е по-голяма от синхронната ($\omega > \omega_0$), което се постига при големи скорости на вятъра. Това означава че ВА имат:
 - * ВА имат малък пусков момент (при скорост на вятъра $3 \div 5 \text{ m/s}$)
 - * голям инерционен момент на колелото и генератора т.е. ВА имат „тежък пуск“

Система за автономно автоматизирано управление на вятърни генератори

2. Пускане а) особености

- асинхронната машина се пуска като двигател
- при достигане до скорост на вятъра близка до синхронната, автоматичното управление спира спирачката и включва статорната намотка към ел. мрежата

Запомнете: Водеща роля при пускането на ВА има асинхронния двигател, който трябва да осигури плавно развъртане без ударни натоварвания и приемливо за инерционната механична система ускорение

Система за автономно автоматизирано управление на вятърни генератори

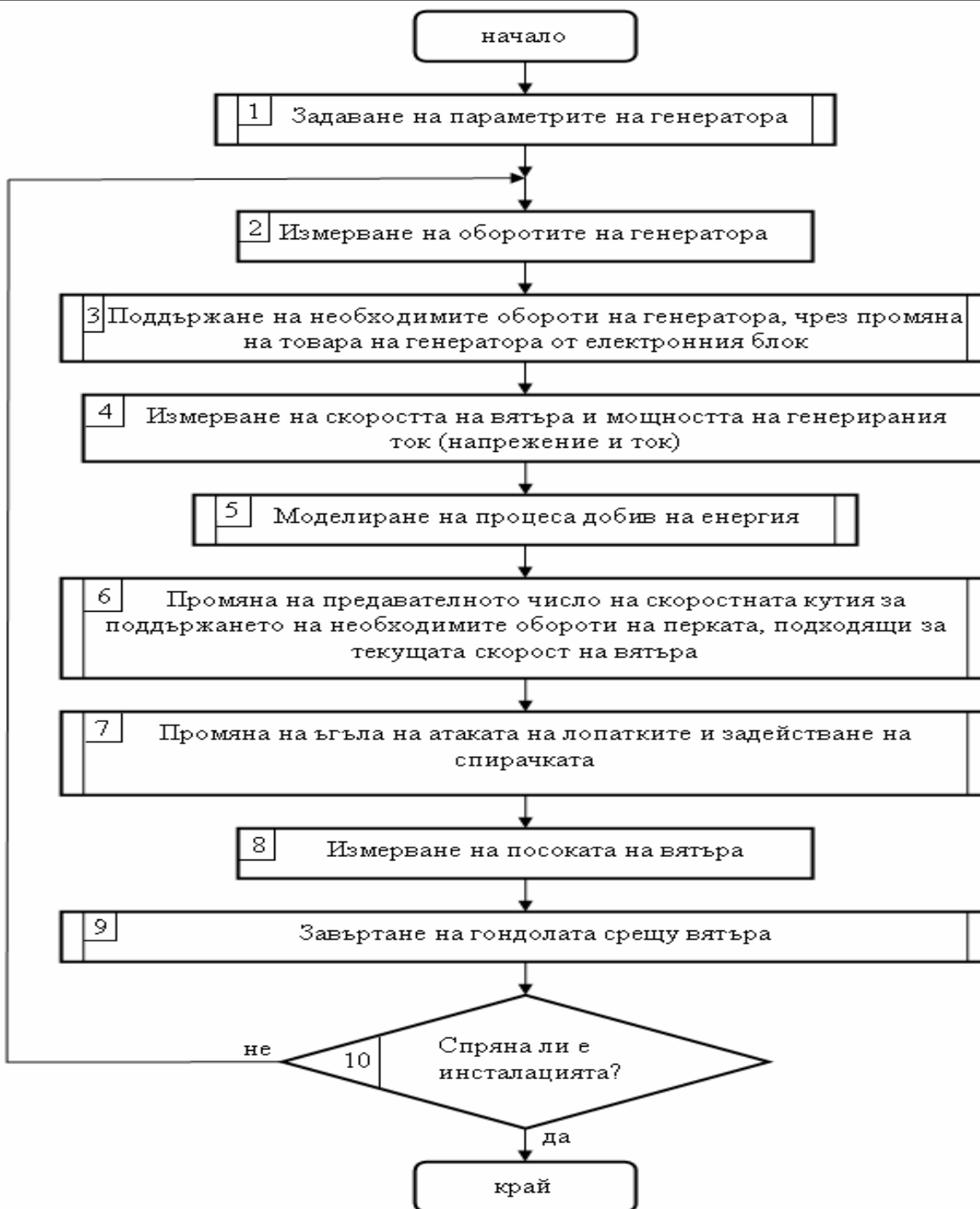
2. Пускане

б) управление на пускането

- електромагнитните процеси, възникващи от пускането до развъртане на асинхронния двигател, водят до създаване на големи знакопроменливи моменти, които влошават качеството и намаляват надеждността на системата
- управлението на тези процеси се осъществява с бързодействащи тиристорни комутатори
- ограничаването на ударните стойности на преходните моменти се осъществява на два етапа:
 - *към мрежата се включват само две фази от статорната намотка при максимума на линейното напрежение
 - * третата фаза се включва след $\pi/2(1+k\pi)$ по-късно, където $k=0,1,2,3\dots$

Извод: Така магн. поле остава практически непроменливо

Автоматизирано управление на вятърни турбини



Защити

1. Изисквания за защита и управление на ветропарковете

Във един голям ветропарк има много *зони подлежащи на защита*:

- *ветрогенераторната зона* обхваща вятърната турбина, генератор, управление турбина/генератор, защитен прекъсвач, повишаващ трансформатор 690V/34,5kV и измервателни трансформатори.

- *събирателния фидер*, към който са присъединени изводите от повишаващите трансформатори на ветрогенераторите от една ветрогенераторна група.

- *събирателни шини* обхваща събирателните шини в разпределителна уредба средно напрежение, към които са присъединени всички събирателни фидери от отделните групи ветрогенератори.

Всеки събирателен фидер е присъединен към събирателните шини посредством защитен прекъсвач.

Защити

1. Изисквания за защита и управление на ветропарковете

- *повишаващ трансформатор* средно/високо напрежение, първичната страна на който е свързана към събирателните шини, а вторичната към електроенергийната система
- *преносната линия ВН.*
- *устройствата, служещи за компенсиране на реактивната мощност,*

Защити

1. Изисквания за защита и управление на ветропарковете

- всяка защитена зона има едно или повече защитни релета, а понякога и друго защитно средство, като предпазители, зависещи от размера и разпределението на ветропарка
- генераторът, които обикновено е асинхронен и свързаните към него електронен конвертор и управление, са защитени с отделно защитно реле
 - повишаващият трансформатор обикновено има предпазител на страна средно напрежение, но ако е с по-голяма мощност от 1MW, също се защитава с отделно защитно реле
- общият фидер също е защитен от отделно защитно реле, а сборните шини се защитават от защитно реле за шини

Защити

2. Видове защиты

а) Ветрогенераторна зона:

- Мигновена максималнотокова защита за фазови повреди и повреди в неутралата на страна НН;
- Токова защита със зависимо от големината на тока времезакъснение, за защита на генератора от претоварване;
- Токова защита на нулева последователност за защита от несиметрия;
- Защита от ниско генераторно напрежение;
- Защита от високо генераторно напрежение;
- Защита от ниска честота на генераторното напрежение;
- Защита от висока честота на генераторното напрежение;
- Защита от висока температура на генератора;
- Защита от късо съединение в трансформатора с предпазители СН;
- Диференциална защита при трансформатори по-големи от 1MW;
- Резервна максималнотокова защита за трансформатора;
- Синхронизация

Защити

2. Видове защиты

б) Събирателен фидер:

- Мигновена максималнотокова защита за фазови повреди и повреди в неутралата на страна ниско напрежение;
- Максималнотокова защита на фазите и неутралата;
- Минималнонапреженова защита;
- Защита от пренапрежения;
- Защита от ниска честота;
- Защита от висока честота;
- Anti-islanding – изключване при отпадане на мрежовото напрежение ;
- Синхронизация;

Защити

2. Видове защиты

в) Събирателни шини:

в) Събирателни шини:

- Диференциална защита на шини;
- Защита от повреда в прекъсвача;
- Резервна максималнотокова защита;

г) Трансформатор високо напрежение:

- Диференциална защита на трансформатора;
- Диференциална токова защита на трансформатора, включена към тока на неутралата и фазния ток на първичната намотка;
- Газова защита;

Защити

2. Видове защиты

д) Преносна линия:

- Дистанционна или диференциална защита на линия;
- Резервна максималнотокова защита;
- Защита от повреда на прекъсвача

е) Кондензаторна батерия:

- Максималнотокова защита на фазите и неутралата;
- Защита от небалансиран ток;

Защити

3. Мълниезащита

- ВГ се разполагат на голяма височина
- лопатките им се правят от непроводими материали
- при овлажняването им те стават проводими и могат да превлекат мълнии
- по дължината на лопатките има опънат меден проводник, който да отведе мълнията към заземителната инсталация
- прието съпротивлението на заземителите да е 2Ω

Защити

4. Заземителни инсталации

- заземяващи проводници могат да бъдат: металните конструкции на сгради, производствени помещения; стоманени тръби; метални тръбопроводи и др. — всички те се използват за заземяване на трансформатора и уредбите НН и ВН
- фундаментът е най-тежкият елемент на ВГ, който е положен в земята и служи като естествен заземител
- прието съпротивлението на заземителите да е 2Ω

Система за мониторинг и контрол на вятърни паркове (SCADA системи)

1. Управление, мониторинг и поддръжка на ветроенергийни системи

Управлението, мониторингът и поддръжката на ветроенергийните системи имат за цел осигуряването на оптимални работни параметри и максимално ниво на ефективност във всички експлоатационни условия. Повечето съвременни ветрогенератори се управляват напълно автоматично и разполагат с възможности за дистанционен мониторинг и контрол.

Система за мониторинг и контрол на вятърни паркове (SCADA системи)

2. SCADA системи

- диспечерската система, която събира и натрупва данни за един процес и изпраща управляващи команди за процеса е част от по-голямата система за диспечерско управление и събиране на данни Supervisory Control And Data Acquisition или SCADA системи
- съкращението SCADA обикновено се отнася за централизирани системи следящи и управляващи изцяло състоянията на съоръженията, както и за комплекси разположени върху големи площи

Система за мониторинг и контрол на вятърни паркове (SCADA системи)

2. SCADA системи

- повечето управляващи действия се извършват в автоматичен режим от програмируеми логически **контролери** или от отдалечени терминали, предаващи телеметрични данни към системата и/или променящи състоянието на обектите на основата на управляващи съобщения получени от системата

- SCADA системата може да позволява на операторите да променят работните точки при настройката на потока, както и да алармират за кризисни състояния (намаляване на разхода, спад в температурата) чрез тяхната визуализация на екран или регистриране

Система за мониторинг и контрол на вятърни паркове (SCADA системи)

2. SCADA системи

- SCADA системата като цяло следи общото състояние и функциониране технологичния режим
- събирането на данни включва метрични зачитания и отчети за състоянието на оборудването, свързано със SCADA в съответствие с изискванията. След това данните се форматират по такъв начин, че операторът в диспечерската централа, имащ достъп до интерфейса, може да вземе диспечерски решения, настройващи или променящи нормалните контролни точки.

Система за мониторинг и контрол на вятърни паркове (SCADA системи)

2. Мониторинг на техническото състояние

- най-новите тенденции в управлението и поддръжката на вятърните турбини включват използването на системи за наблюдение състоянието на оборудването, включващо: включва измерване на физическите параметри и анализ на специфичните характеристики на отделните компоненти (Данните могат да бъдат получени чрез вибрационен анализ, анализ на маслото, инфрачервена термография, ултразвукова дефектоскопия и др.
- системата за управление записва всички получени данни и паралелно с това ги сравнява със зададените спецификации за всеки етап
- при регистриране на отклонения се осъществяват съответните корекции съгласно предварително интегрираните в системата алгоритми.

Система за мониторинг и контрол на вятърни паркове (SCADA системи)

2. Мониторинг на техническото състояние

- в случай че системата не може да коригира отклонението самостоятелно, то тя генерира съобщение за грешка и го изпраща до дежурния оператор:

- * ако повредата или отклонението от стандартните експлоатационни условия застрашава сигурността на вятърния генератор, системата е в състояние и да преустанови изцяло работата му

- * операторът анализира получените данни и при нужда променя настройките или предприема други действия.

Система за мониторинг и контрол на вятърни паркове (SCADA системи)

3. Възможности за дистанционен контрол

- постоянно нараства броя на ВТ във всеки нов проект, както и огромната територия, която може да заема паркът
 - необходима е ефективност в отчитането, анализа и решаването на ежедневните проблеми
 - чрез използването на технологична платформа **SCADA** системите решават тези проблеми, която поддържа отчитането на данни, актуализации на аларми и различни статуси, достъпни през Интернет или GSM (кодовете за грешка могат да бъдат изпращани на мобилните телефони на оперативните екипи по поддръжка, с подробна информация за отчитане на грешките)
 - отчитането на измервателните уреди и програмата за прогнозна поддръжка може да се извършва на километри разстояние от площадката

Система за мониторинг и контрол на вятърни паркове (SCADA системи)

4. Качество на маслото

- маслото е ключов компонент във вятърните системи, защото неправилното смазване може да понижи ефективността и да предизвика механични неизправности
- износването на лагерите и предавките най-често е в резултат от неправилно смазване и може да доведе до по-сериозни проблеми в задвижването на турбината
- следи се за качеството на маслото и наличието на замърсители
- високите нива на влага могат да доведат до прегряване, корозия или фатална неизправност на компонентите

Система за мониторинг и контрол на вятърни паркове (SCADA системи)

5. Мониторинг на деформациите

- наблюдението на деформациите е обичайна техника за определяне на здравето на структурата при вятърните турбини и най-вече на роторните перки
- измерванията се правят с датчици за измерване на деформациите, които могат да се поставят на всяко място на перката
- препоръчително е датчиците да се поставят в конфигурация, която оптимално да показва модела на напрежение на перката и да се вземат предвид посоките на шарнирно окачване
- някои производители вграждат фиброоптични датчици в перките, за да опростят връзките от перката до устройството за запис на данни и по този начин постигат минимално влошаване на сигнала при големи разстояния.

Използвани системи за контрол и диагностика – мониторинг на вибрации

1. Анализ на вибрациите

- анализът на вибрациите е важен аспект при наблюдението на Вят, тъй като спомага за определяне на състоянието на ротиращите компоненти
 - ротиращите компоненти са: **основният вал, предавателният механизъм, съединителят и генераторът**
 - промените в амплитудата на вибрацията носят информация, която опитните анализатори могат да използват, за да определят какво се случва с машината
- някои от производителите фабрично разполагат върху Вят датчици за вибрации, които отчитат данни в аксиални и радиални посоки

Използвани системи за контрол и диагностика – мониторинг на вибрации



2. Видове датчици, използвани за отчитане на вибрациите

В зависимост от приложимия честотен диапазон, се използват:

- *позиционни датчици* (нисък диапазон)
- *датчици за скорост* (среден диапазон)
- *акселометри* (висок диапазон) за извършване на това измерване

Използвани системи за контрол и диагностика – мониторинг на вибрации

3. Монтаж на датчиците за отчитане на вибрациите

Датчиците за вибрации се монтират на наблюдаваните компоненти и изпращат аналогов сигнал, който е пропорционален на моментното локално движение. От събраните данни може да се направи анализ на хармониците, който дава подробна информация за представянето на компонентите и позволява по-лесна диагностика.



Използвани системи за контрол и диагностика – мониторинг на вибрации



Използвани системи за контрол и диагностика – мониторинг на вибрации

4. Особености

Освен в задвижващите механизми, могат да се наблюдават вибрациите и в структурата на турбината:

- * *в основата на конструкцията*

- * *в гондолата*

Така се получава информация по отношение на структурното огъване и аеродинамичния ефект на вятъра.

***Запомнете:** От данните на тези датчици може да се определи дали някой от наблюдаваните компоненти има проблеми преди да се повреди.*

Използвани системи за контрол и диагностика - температура, обороти

1. Акустичен анализ

- измерванията на шума на вятърните турбини са широко използвани, за да гарантира, че вятърната система отговаря на стандарти като IEC 61400-11:2002 на Международната електротехническа комисия
- наблюдението на акустиката за откриването на възможни неизправности използва микрофони, за да измери шума от турбината както отвътре, така и отвън
 - при вътрешното наблюдение измерването се фокусира върху предавателния механизъм и основния лагер, докато цялостният шум от турбината се наблюдава външно
 - за анализа на резултатите специалистите използват специален софтуер

Използвани системи за контрол и диагностика - температура, обороти

2. Температурен анализ

- температурата е друга физична величина, която може да се използва за превантивна поддръжка
- измерва се чрез различни датчици: *термодвойки* или *съпротивителни сензори* (RTD)
- следят се: *външната* и *вътрешната температура* на турбината, температурата на отделни компоненти като ротора и статора на генератора.
- чрез мачти в големите ветропаркове по-всеобхватно се наблюдават на работните характеристики на вятърния парк
- ако ветроенергийната система не функционира в съответствие със заложените в проекта характеристики, трябва да се установи дали това е поради лошо механично представяне или заради по-ниски от очакваните вятърни ресурси. Това се следи с постоянните метеорологични мачти, които се монтират още преди изграждането на вятърния парк

Използвани системи за контрол и диагностика - температура, обороти

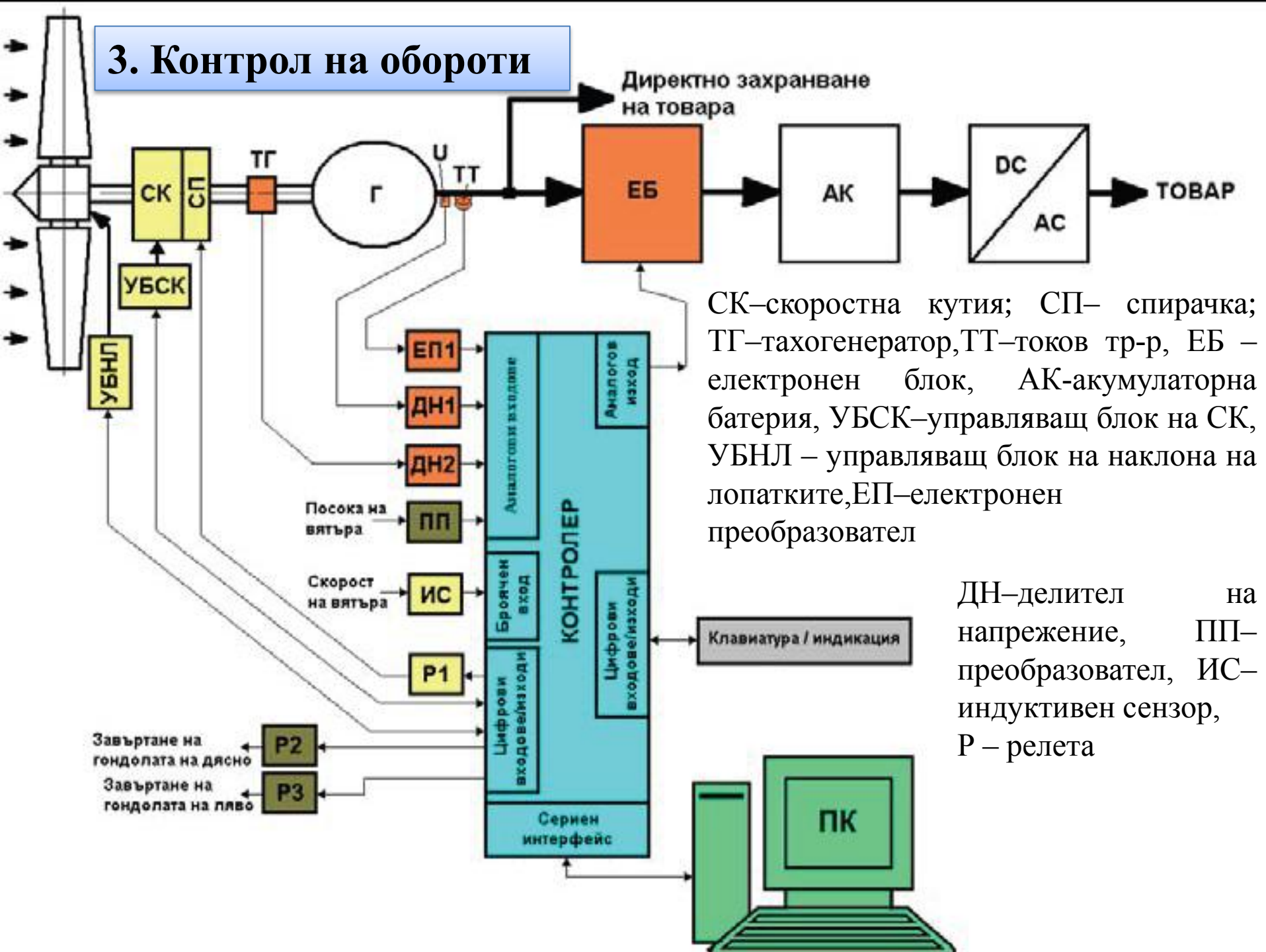
3. Контрол на обороти

- повечето съвременни вятърни турбини работят с променливи обороти на ротора
- променливата скорост предлага редица предимства, сред които подобряване на съвместимостта им с електроенергийната система, редуция на товара, енергоспестяване и др. (за централите с мощност над 1 MW е задължително да поддържат различни обороти на въртене, макар и в тесен работен интервал)

-технически решения:

* системите с директно задвижване, например, предлагат възможност за работа в широк честотен работен интервал. Турбината се свързва към генератора чрез зъбна предавка, а към ел. мрежа - през електрически преобразувател за преобразуване на честотата до мрежовата. Като генератори се използват синхронни или асинхронни генератори.

3. Контрол на обороти



Особености при работа на ветрогенераторите в хибридни системи

3. Контрол на обороти

- оборотите на генератора се следят с тахогенератор ТГ, който произвежда постоянен ток с напрежение, пропорционално на оборотите
- чрез ДН1 се съгласува сигнала от ТГ с аналоговия сигнал на системата
- в зависимост от отклонението на оборотите се увеличава или намалява ел. товар на генератора
- ако получената енергия е повече от консумацията, излищъка се подава в АБ чрез електронния блок (ЕБ)

Особености при работа на ветрогенераторите в хибридни системи

3. Контрол на обороти

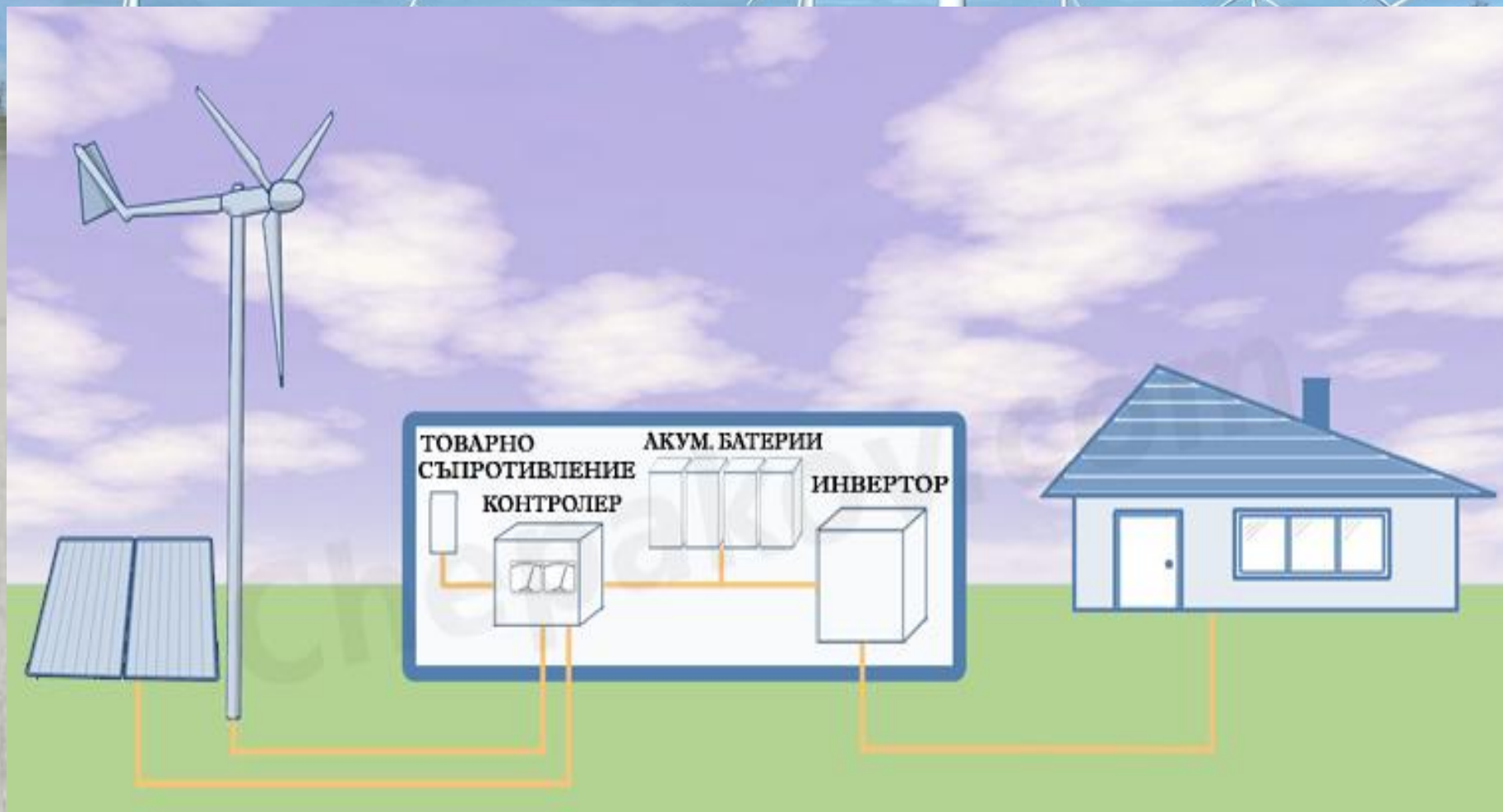
- за добиването на максимална мощност се контролират: скоростта на вятъра (ИС) и текущата мощност на генерирувания ток
- за да се определи моментната стойност на мощността се следи токът и напрежението на изхода на генератора
- максималната мощност зависи от съотношението скорост на вятъра/обороти на перката
- моделът за изменение се подава чрез УБСК на скоростната кутия

Особености при работа на ветрогенераторите в хибридни системи

2. Хибридни вятърно-соларни системи

- те съчетават предимствата на ВГ и фотоволтаиците (соларните панели)
- успешно комбинират двата вида енергии: вятърната и соларната:
 - * през лятото, когато вятърът е по-слаб, доминиращият източник са фотоволтаиците
 - * през зимата, когато слънчевата светлина е по-ограничена, водещият източник е ветрогенератора
- поради различния интензитет на вятърната и слънчевата енергия в денонощието и през годината, хибридните системи са по-подходящи за производството на електроенергия

Особености при работа на ветрогенераторите в хибридни системи



Особености при работа на ветрогенераторите в хибридни системи



- разработен е прототип, по чиито перки са закрепени фотоволтаични панели, така че да може да генерира енергия и от вятъра, и от слънцето

приложение: където има много вятър и слънце

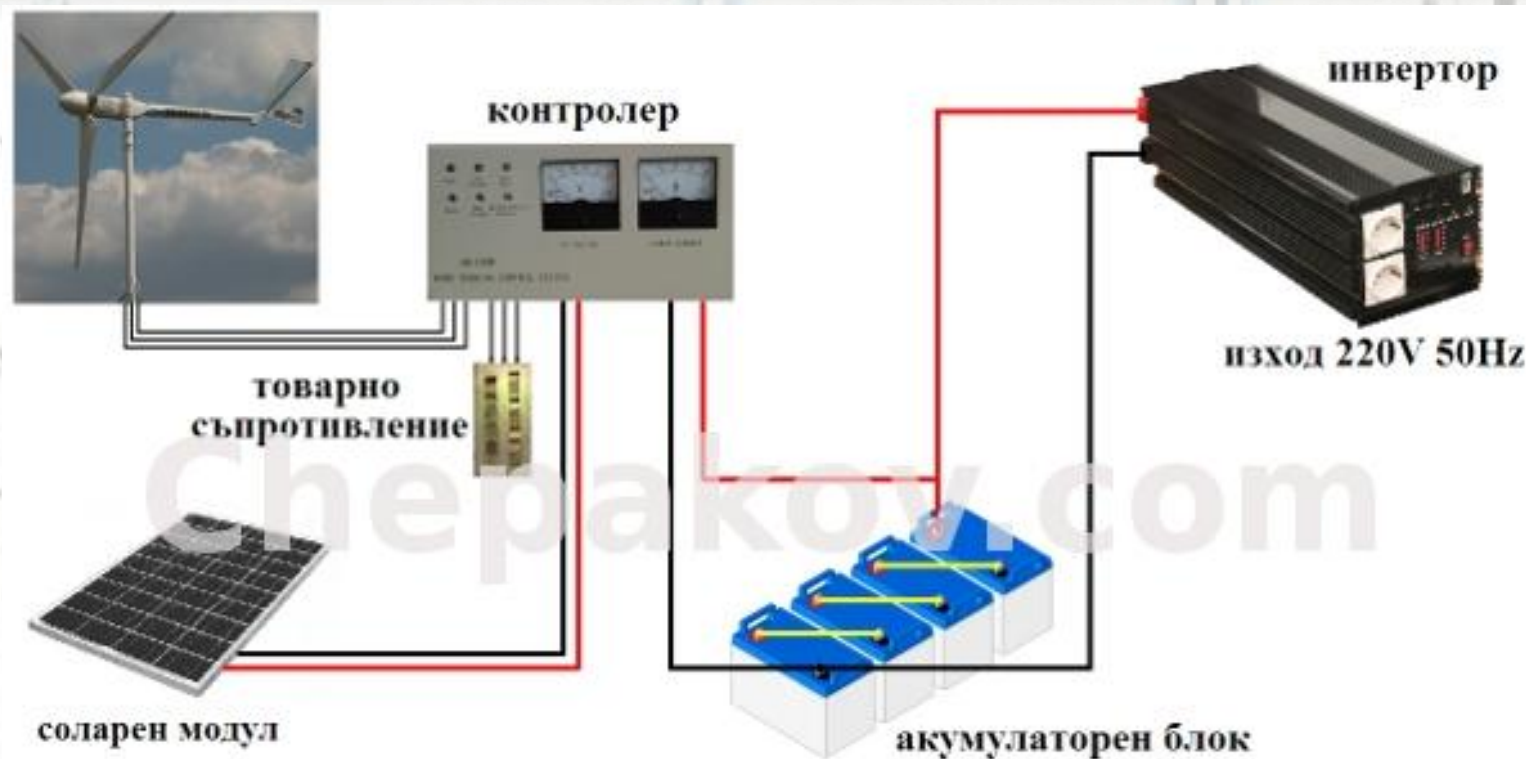
Особености при работа на ветрогенераторите в хибридни системи

2. Елементи на хибридните вятърно-соларната система

- **ветрогенератор**
- **фотоволтаични соларни модули (фотоволтаици, соларни панели)** – свързани последователно и/или успоредно. Ориентацията и наклона на фотоволтаичните панели са двата основни параметра. Важно е да се избегне засенчването им от околни обекти.
- **вятърен и соларен контролери** - управляват зареждането на АБ, работата на ветрогенератора и фотоволтаичните модули.
- **акумулаторни батерии (АБ)** - може да са една или няколко, свързани така, че да осигурят необходимите волтаж и капацитет на системата. Оптимално техният капацитет трябва да съответства на потребляемата и генерирана мощности.
- **инвертор** - преобразува DC напрежението, подадено от фотоволтаиците и вятърния генератор към батериите, в AC 220V, 50Hz

Особености при работа на ветрогенераторите в хибридни системи

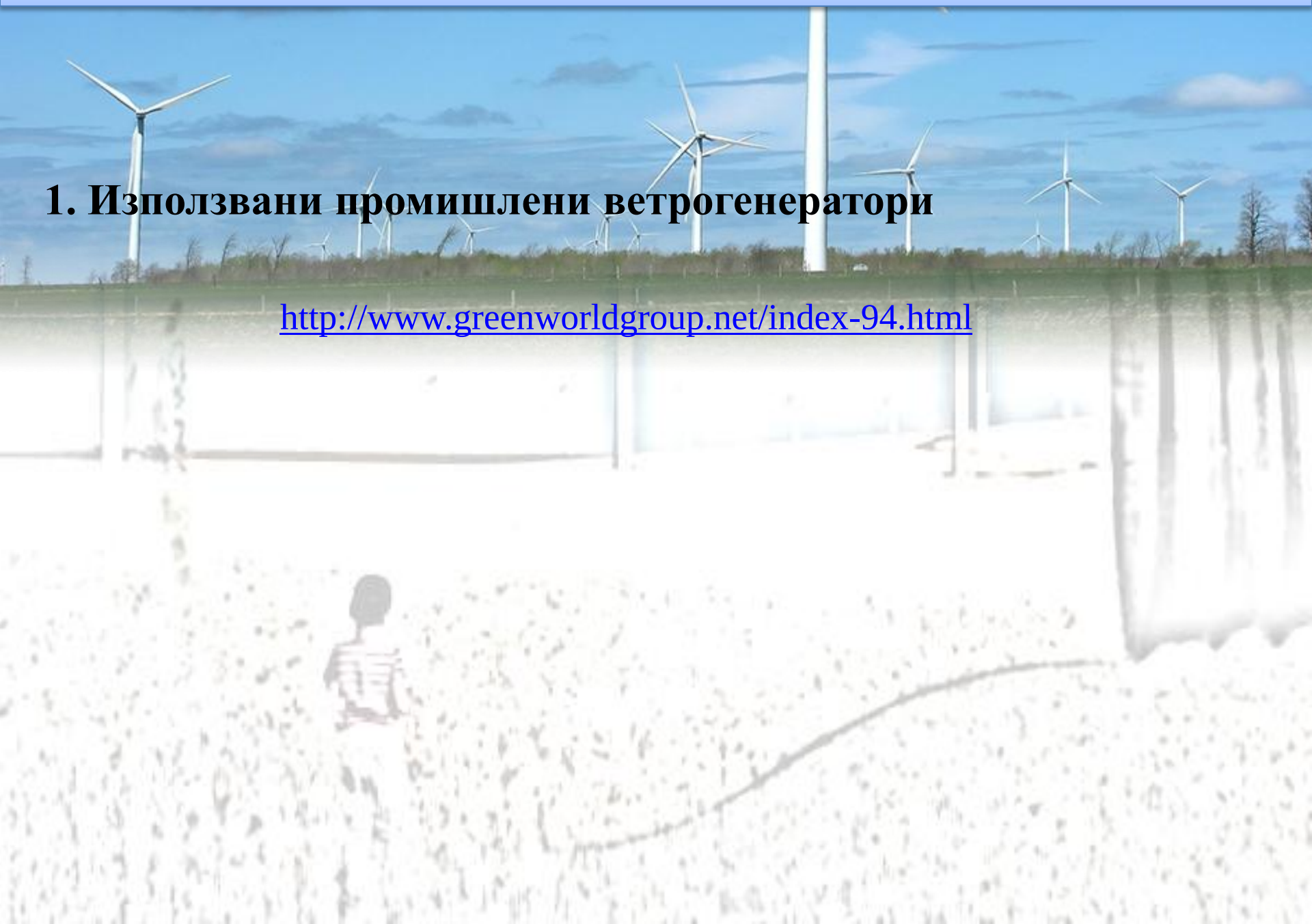
3. Схема на свързване



Нови видове вятърни турбини за ветрогенератори

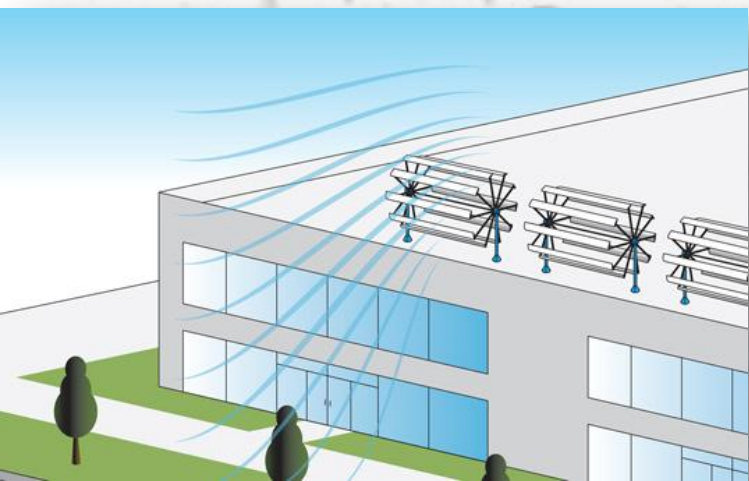
1. Използвани промишлени ветрогенератори

<http://www.greenworldgroup.net/index-94.html>



Нови видове вятърни турбини за ветрогенератори

2. Нови видове турбини



- малките мощни вятърни генератори **AeroCam** се компактни
- движението на аеродинамичните им лопатки може да бъде оприличено на движението на водно колело, като се нагаждат към посоката на въздушната струя при въртенето на турбината около хоризонталната си ос
- малките размери снижават разходите за производство, транспорт, инсталиране и последваща поддръжка на съоръженията
- **приложение:** в неелектрифицирани райони, в градски условия и за уплътняване на съществуващите вятърни паркове, където традиционните турбини заемат огромни терени

Нови видове вятърни турбини за ветрогенератори

2. Нови видове турбини



- малки модулни вятърни турбини, които са изключително безшумни
- не се монтират на кули
- интегрират се в градската среда и се възползват от ускорените въздушни течения, възникващи в следствие на обтекаемостта на сградите
- инсталирането им не води до структурно натоварване на сградите
- всеки модул тежи около 90 килограма и има височина и ширина от 1,20 метра
- турбините са нискоскоростни, но имат и допълнително монтиран предпазител за птици

Нови видове вятърни турбини за ветрогенератори

2. Нови видове турбини



„Лещовите“ турбини като дизайн представляват един обръч с диаметър около 110 метра, в средата на който е разположен дифузор, така че сърцевината функционира подобно на лупа. Перките вътре се въртят бързо в рамките на дифузора, толкова бързо, че биха могли да увеличат производството на енергия два или три пъти. Една такава “леща” трябва да бъде в състояние да захрани цяло домакинство.

Техника на безопасност при експлоатация и поддръжка на генератори



1. Общи сведения

- използването на вятърните паркове за генериране на чиста и възобновяема енергия и експлоатацията им създават висока степен на риск
- предвид на това, прилагането и спазването на правила и стандарти за безопасност имат първостепенно значение
- важна роля заемат съществуващите вече добри европейски практики и нормативната уредба

Техника на безопасност при експлоатация и поддръжка на генератори

2. Рискове при експлоатация



- съществуващите рискове най условно могат да бъдат разделени на две основни групи:
 - * по време на изграждането на ветрогенераторен парк
 - * рисковете по време на експлоатацията
- преди започването на всякакви дейности на кулата следва да бъде разработен план за безопасност, както и да бъдат очертани общите рискове

Техника на безопасност при експлоатация и поддръжка на генератори

3. Опасности

- при изграждането на кулата:

- * производителите трябва да поставят обезопасена стълба на известно разстояние от стената на турбината с цел предпазване от падане и за почивка на монтажниците

- * задължително е да се носят колани - удобни, леки и да имат няколко точки за закрепване по време на дългите работни дни

- * екипите следва да използват хидратиращи системи, които да са прикрепени към коланите

- * задължително е да са инсталирани мълниезащити на всяка вятърна турбина, а специалните системи за мониторинг и контрол да спират турбините, когато се достигнат критични температури на компонентите



Техника на безопасност при експлоатация и поддръжка на генератори

3. Опасности

- при изграждането на кулата:

* проблемите, свързани с изискванията за безопасност, могат да бъдат решени, като се осигури нужното разстояние между ветрогенераторите и хората (най-често това безопасно разстояние се определя като се използва отношението между височината на турбината за намаляване на риска от нараняване или повреда, в случай на изхвърляне на лед)

* снабдяване със спасителна техника, която да може да се използва бързо и лесно. Работниците следва да получат предварителен инструктаж за безопасност, за да придобият практически опит.



Техника на безопасност при експлоатация и поддръжка на генератори

3. Опасности



- при експлоатацията (или при ремонтните дейности):

- * необходимо е специализирано оборудване за защита срещу падане при извършване на ремонтни дейности (вакуумна котва), в случай, че няма постоянна котва, за защита от падане на изпуснати предмети

- * техниците по поддръжката задължително трябва да разполагат със защитни каски

- * възприето е, производителите да поставят стълбите на известно разстояние от стената на турбината от мерки за сигурност за обслужващия персонал при възникване на извънредни ситуации, като падане или с цел да може да се използва като опора

Техника на безопасност при експлоатация и поддръжка на генератори

3. Опасности



- при експлоатацията (или при ремонтните дейности):

- * шума, генериран от работата на ветрогенераторите, влияе върху здравето на хората
- * необходимо е повечето ротори да са разположени срещу вятъра
- * кулите и кабините на вятърните турбини трябва да са аеродинамични, а самите турбини да са звукоизолирани с монтирани буфери за заглушаване на звука
- * поддръжката и ремонтът на контролните механизми на перките се изразява в достъп до центъра на перките от външната страна на кабината
- * по време на обслужването, машината да бъде спряна напълно от спирачна система. В допълнение към механичната спирачка, роторът да може да бъде заключен, с цел предотвратяване на каквото и да е движение на механични части.

Техника на безопасност при експлоатация и поддръжка на генератори

4. Стандарти за безопасност

Основните изисквания за безопасността на вятърните турбини са въведени от международния стандарт IEC 61400. Този стандарт осигурява подходящо ниво на защита срещу всякакви рискове по време на работа. Стандартът важи за всички подсистеми на вятърни турбини, като контрол и защита на механизми, вътрешни електрически системи и механични системи и се отнася и за големи вятърни турбини и за малки турбини и са свързани със здравето и безопасността на хората, които работят при изграждането и експлоатацията на вятърните турбини.



Мерки за безопасност при работа с електрически и неелектрически механизми и системи



1. Изисквания към персонала

- да има образование и стаж, изисквани за заеманата длъжност;
- да е медицински освидетелстван съгласно нормативните актове за задължителни предварителни и периодични медицински прегледи на работниците и служителите;
- да притежава квалификационна група за безопасност при работа по неелектрически уредби и мрежи, изисквана по този правилник.

Запомнете: За придобиване на квалификационна група лицето трябва да притежава изискваните за съответната квалификационна група образование и стаж в неелектрически уредби и мрежи, да е преминало обучение и успешно да е положило изпит.

Мерки за безопасност при работа с електрически и неелектрически механизми и системи



2. Обучение по безопасност

- на подготовка и обучение подлежат всички работещи в системата на ветропарковете
- обучението е по стандарти и правила за безопасна работа
- правилата за безопасна работа трябва да се спазват ежедневно при работа с ветрогенератори
- обучението е ежегодно и завършва с изпит за правоспособност
- **инструктажите по безопасност, хигиена на труда и противопожарна охрана** на работещите в неелектрически уредби и мрежи се извършват съгласно общите изисквания на Наредба № 3 от 1996 г. за инструктажа на работниците и служителите по безопасност, хигиена на труда и противопожарна охрана

Мерки за безопасност при работа с електрически и неелектрически механизми и системи

3. Организационни мерки

а) общи сведения

- определяне на лицата, които отговарят за безопасно извършване на определена работа;
- издаване на наряд или нареждане за възлагане извършването на определената работа и оформяне на предвидените по тях процедури
- организационните мерки за осигуряване на безопасност при работа се определят и изпълняват с документиране в дневници, наряди, бланки за превключване и др., по определени образци
 - * нареждането има еднократен характер и действа в продължение на работния ден на изпълнителя
 - * наряд – писмено нареждане за работа

Мерки за безопасност при работа с електрически и неелектрически механизми и системи

3. Организационни мерки б) лица, отговорни по ТБ

- издаващият наряд или нареждане;
- отговорният ръководител на работата;
- издаващият разрешение за подготовка и започване на работа;
- извършващият подготовка/обезопасяване на работното място (обезопасяващ)
- допускащият до работа;
- изпълнителят на работата;
- наблюдаващият;
- членовете на бригадата.

Мерки за безопасност при работа с електрически и неелектрически механизми и системи



3. Организационни мерки

в) подготовка на работното място

- при подготовката на работното място се забраняват изменения на мерките за безопасност, предвидени в наряда
- при възникнало съмнение в предвидените мерки за безопасност извършващият подготовката прекратява подготовката до отстраняване на възникналите съмнения, включително и до издаването на нов наряд

Мерки за безопасност при работа с електрически и неелектрически механизми и системи



3. Организационни мерки

г) завършване на работа

- почистване и прибиране на материалите и инструментите подписва се в наряда и го предава на отговорния ръководител
- след оглед на работното място и отстраняване на нередностите, ако има такива се свалят временните ограждения, табели, знаци, заглушки и др., нарежда извеждане на бригадата и закрива наряда
- отговорният ръководител съобщава на оперативния персонал за завършване на работата и закриването на наряда, като съобщението се записва в оперативния дневник;
- отговорният ръководител проверява наряда и го съхранява в папките за закрити наряди

Мерки за безопасност при работа с електрически и неелектрически механизми и системи

4. Технически мерки

Техническите мерки за безопасност при работа с пълно или частично изключване/спиране се изпълняват в следната последователност:

- спиране/изключване на енергийния носител;
- застопоряване на спирателната (изолиращата) арматура;
- поставяне на знаци, табели и ограждения на работното място;
- проверка за отсъствие на вредности и потенциални опасности на работното място

Мерки за безопасност при работа с електрически и неелектрически механизми и системи

5. Използване на асансьори за осигуряване на безопасна работа

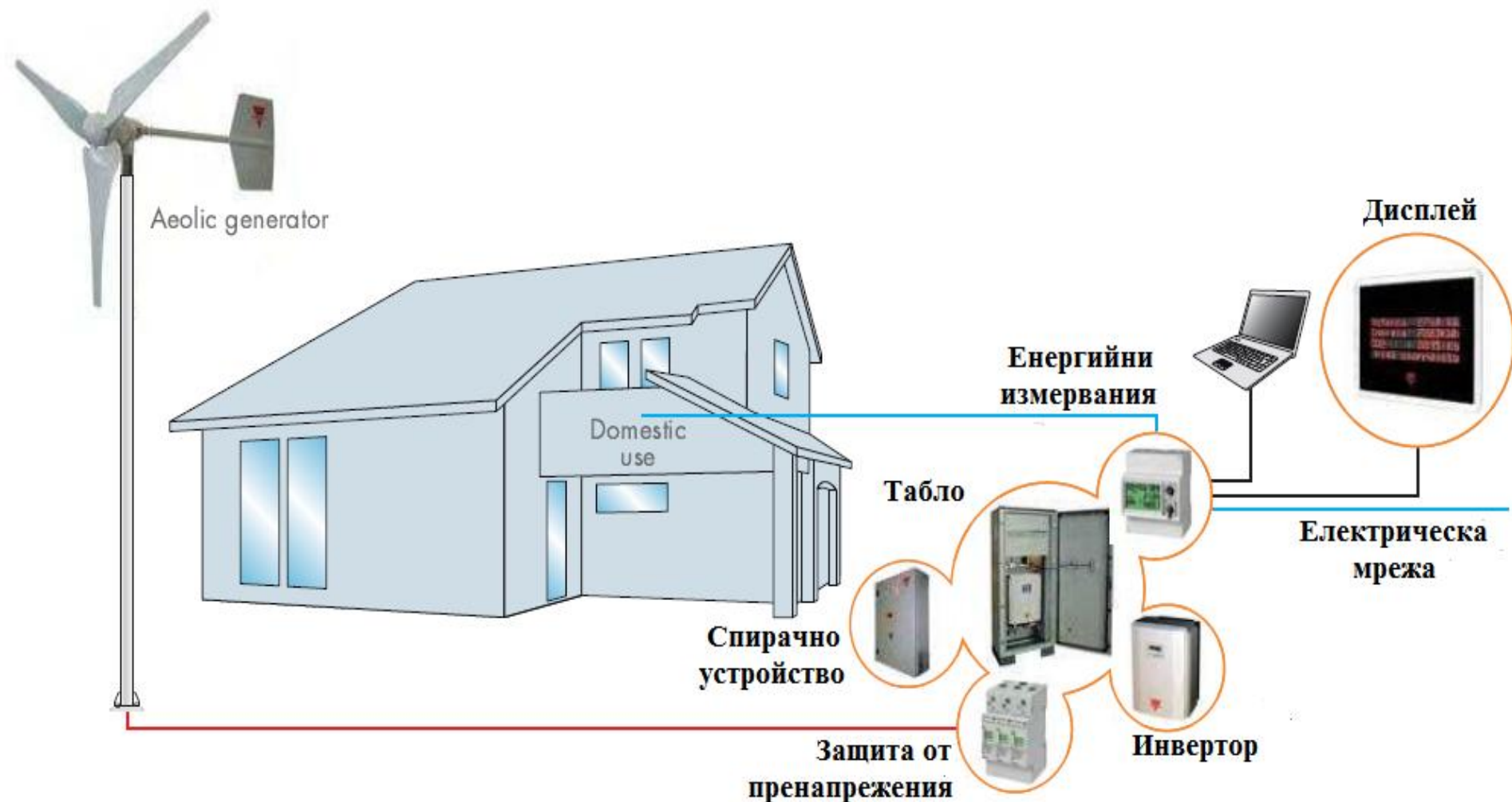
- основните рискове, свързани с работа на височина при монтиране или експлоатация на вятърна турбина, произлизат от преки рискове от падане от височина и от падащи предмети
- това създава електрически и механични опасности, както и рисковете при липсата на ефективно реагиране при извънредни ситуации, свързани с работата на височина (някои от които могат да доведат и до смърт)
- чрез използването на асансьори се решават въпроси свързани контролиране на работа на височина
- паралелно с превръщането на асансьорите в стандартно технологично средство за достъп, тяхното инсталиране може да доведе до други рискове, свързани с електрическата и пожарната безопасност

Работа на ветрогенераторите в автономни системи и в електроенергийната система

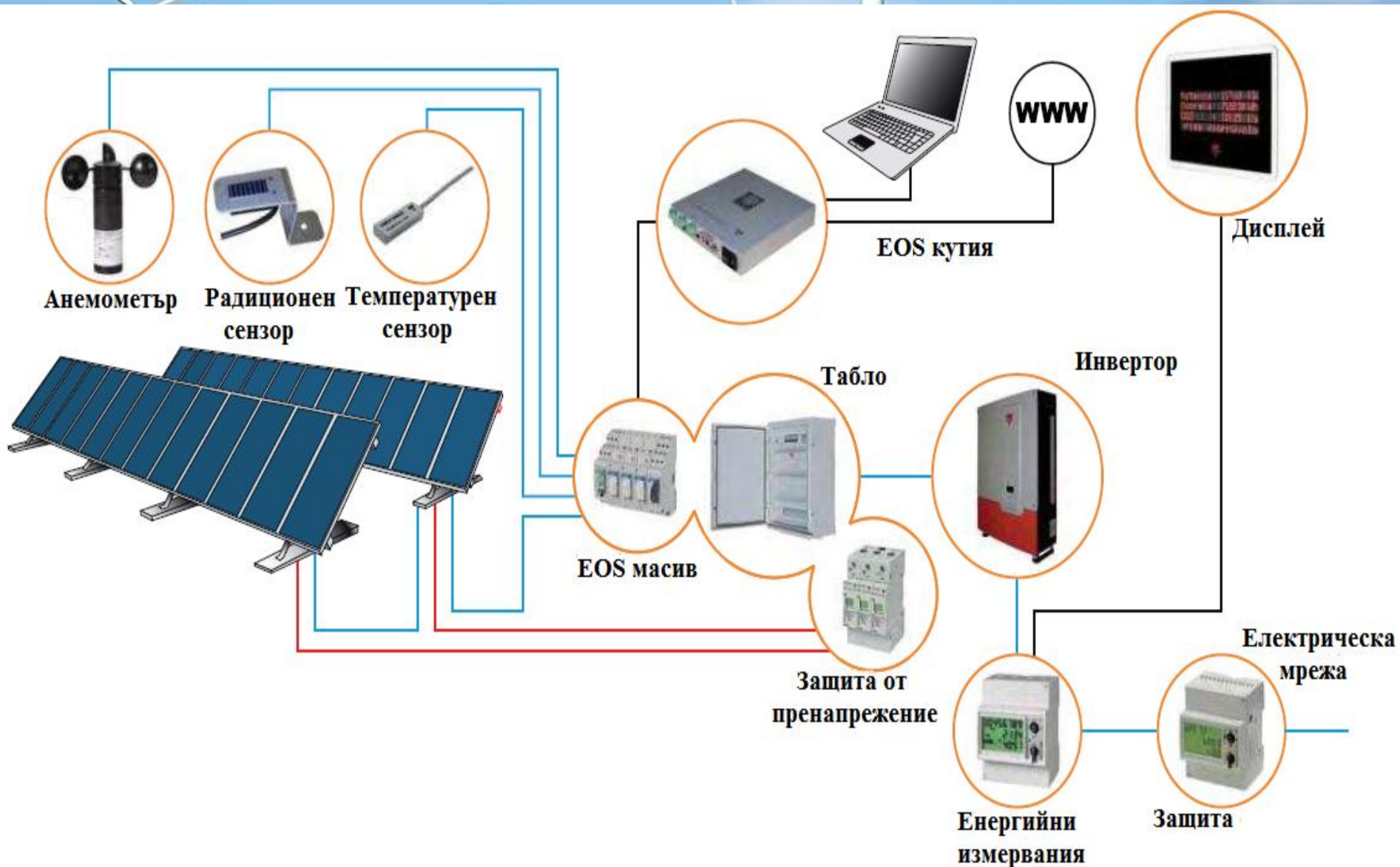
1.



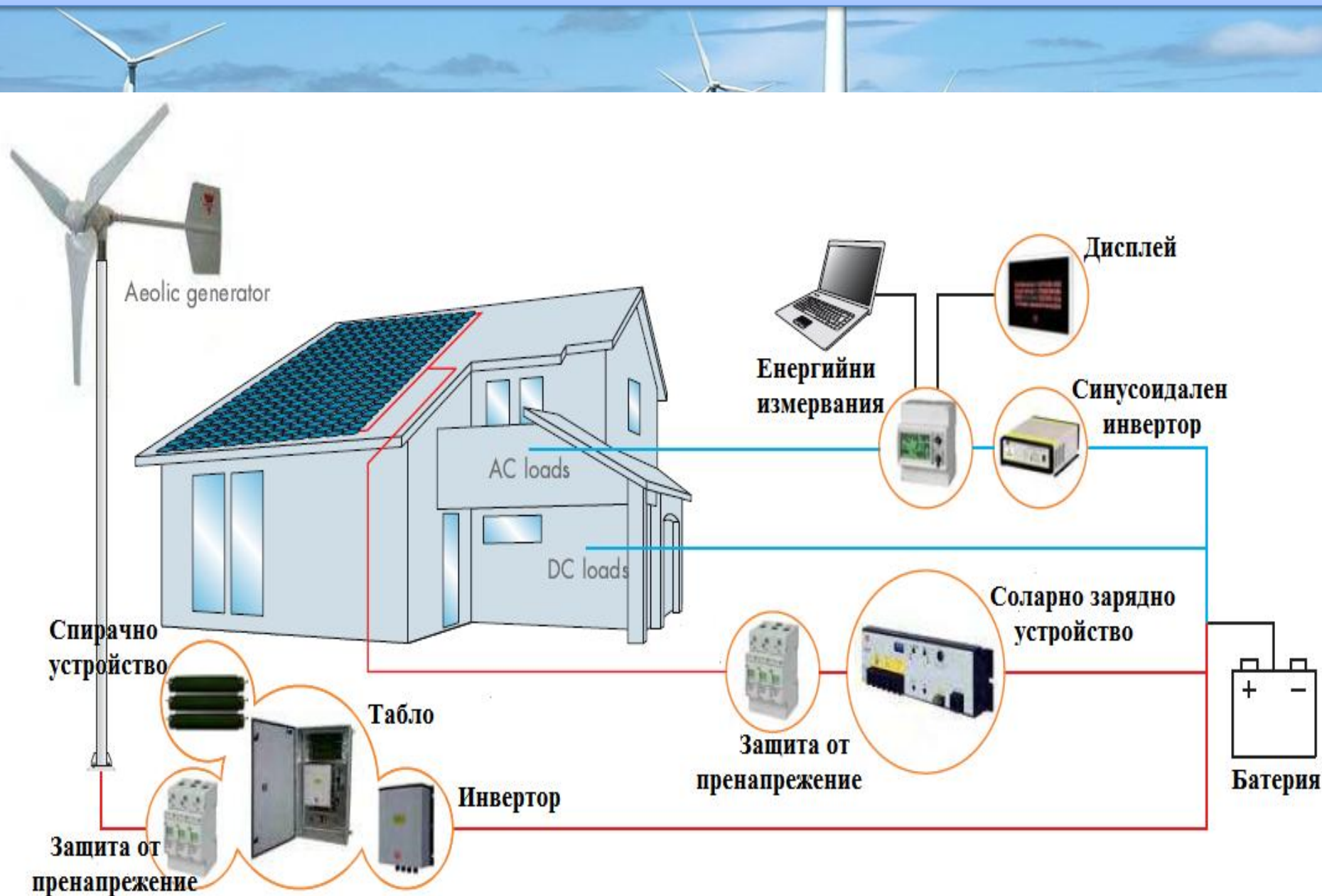
Работа на ветрогенераторите в автономни системи и в електроенергийната система



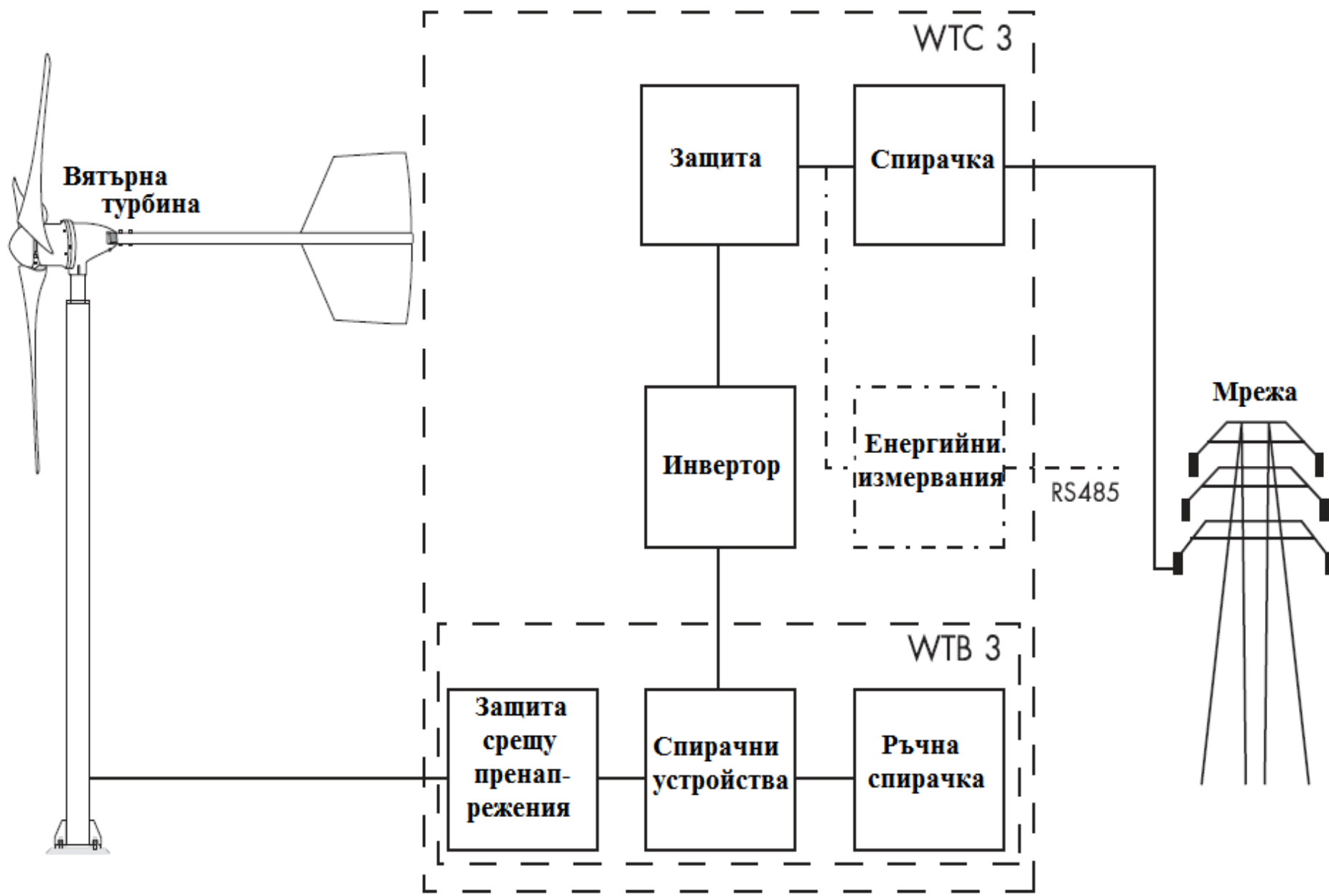
Работа на ветрогенераторите в автономни системи и в електроенергийната система



Работа на ветрогенераторите в автономни системи и в електроенергийната система



Работа на ветрогенераторите в автономни системи и в електроенергийната система



<http://www.biznesa.com/modules/icontent/index.php?page=358>

1. Етапи при изграждане на автономните системи

- етап на предварително оразмеряване според специфичните изисквания на клиента за захранваща мощност, работна площ и др
- определяне на оптималната топология (схема) на автономната система.
- определяне на оптимален ценови вариант
- изграждане на поддържаща конструкция, включващо стриктно спазване на монтажните изисквания
- монтиране на генератори
- присъединяване на проводници и апаратура, спазвайки мерките за безопасност при монтаж и експлоатация
- обучение за работа със системата
- поддръжка

Схеми при работа в автономни мрежи. Преходни процеси.



1. Присъединяване на ВяЕЦ към електрическата мрежа

- присъединяването е регламентирано в съответните наредби
- изисква се съгласуване с местното електроразпределително дружество
- за изравняване на напреженията между ВяЕЦ с ел. мрежа се използват трансформатори
- изгражда се телекомутационна мрежа за автоматично и дистанционно управление ва ВГ (като оптичен кабел или по мълниезащитния/фазов проводник)

Схеми при работа в автономни мрежи. Преходни процеси.

2. Електрическо свързване на ВГ

- свежда се до оптимизация на свързването на отделните ВГ, избора на подходящо групиране и трансформация
- основни ограничения в работата на ветропарковете:
 - могат да се появят вредни токове, определени от режимните характеристики на мрежата към която се включват ВГ
 - подържане на стандартно напрежение. Включването може да доведе до бавни колебания на напрежението, стъпкови промени в напрежението и др.

Схеми при работа в автономни мрежи. Преходни процеси.

2. Електрическо свързване на ВГ

- основни ограничения в работата на ветропарковете:
 - трептене. Колебанието на напрежението ще доведе до промени на ветроскоростта, турбуленция, които могат да доведат до трептене или мъждукане
 - поява на висши хармоници, дължащи се на работата на електронните преобразователи
 - динамика и стабилност в работата на електрическата мрежа.

Схеми при работа в автономни мрежи. Преходни процеси.

3. Контрол на честотата

- контрола се изпълнява от ВГ
- използва се силова електроника и усъвършенствани системи за контрол на честотата

Екологични изисквания при изграждане на ветропарковете

1. Влияние на ВГ върху околната среда

а) заплаха за биологичното разнообразие

- заплашени са редки животински видове (за България – скалния орел на връх Мургащ, Буновска баба, Чепън, в Сливенското поле и др.)
- животинските видове са уязвими както от директно изстребление, така и поради изчезване на техните местообитания

Екологични изисквания при изграждане на ветропарковете

1. Влияние на ВГ върху околната среда

б) шумът, издаван от ветрогенераторите

- шумът се разглежда като загуба
- шумът зависи от мощността на турбината, топографския профили, степента и вида на застрояването на терена
- видове шумове:
 - * механичен – от движението, триенето, вибрациите на механизми и устройства
 - * аеродинамичен – причинява се от взаимодействието на роторните лопатки с въздушния поток, който ги обтича

Екологични изисквания при изграждане на ветропарковете

1. Влияние на ВГ върху околната среда

б) шумът, издаван от ветрогенераторите

- шумовото поле е изградено от изошумови линии с форма на елипса
- шумът зависи от посоката на вятъра (разпространява се на по-голямо разстояние)

Пример: при обороти $10 - 30 \text{ min}^{-1}$ се генерира шум от 100 децибела. На разстояние 400m, шумът намалява до 40 децибела, а на 600m - той е 15 децибела

- вземат се мерки за редуциране на шума

Запомнете: Забранено е изграждане на ветропаркове на разстояние по-малко от 600m от населени места

Екологични изисквания при изграждане на ветропарковете

2. Преглед на законодателството

а) Деректива 2001/77/ЕО

- през 1988г. Се дефинира необходимостта от изграждане на ВЕИ
- през 2001г. Се приема Дерективата, която насърчава използването на ВЕИ
 - * за 2001г. Потреблението е било 6%
 - * за 2010г. – то е 11%
 - * за 2020г. – се предвижда 20%

Екологични изисквания при изграждане на ветропарковете

2. Преглед на законодателството

б) Деректива 2003/30/ЕО

- насърчава използването на биогоривата
- изисква се популяризирането на биогоривата и насърчаване на производството им

Екологични изисквания при изграждане на ветропарковете

2. Преглед на законодателството

в) Закон за енергетиката

- урежда въпросите, свързани с енергийната политика на България
- определени са правомощията на ДКЕВР във връзка с ВЕИ
- определя дейностите по лицензиране на фирмите
- насърчава производството на ел. енергия от ВЕИ чрез въвеждане на нова ценова политика

Екологични изисквания при изграждане на ветропарковете

2. Преглед на законодателството

г) Закон за възобновяемите и алтернативните енергийни източници и биогоривата

- въвежда разпоредбите от Дерективите на ЕС в българското законодателство
- определя кои са ВЕИ
- определят се начините за насърчаване на производството на ел. енергия от ВЕИ

Екологични изисквания при изграждане на ветропарковете

2. Преглед на законодателството

г) решение № Ц -033/29.12.2006г. На ДКЕВР

- определя преференциална цена на продажба на ел. енергия от фотоволтаични паркове
- определя рисковете при енергопроизводство от фотоволтаични централи
- определят се начините за насърчаване на производството на ел. енергия от фатаволтаици

Допълнителен материал:

http://www.ecosource-energy.bg/uploads/OVOS_Doklad_netehnicheski.pdf

Конвертори - принцип на действие, предимства и недостатъци

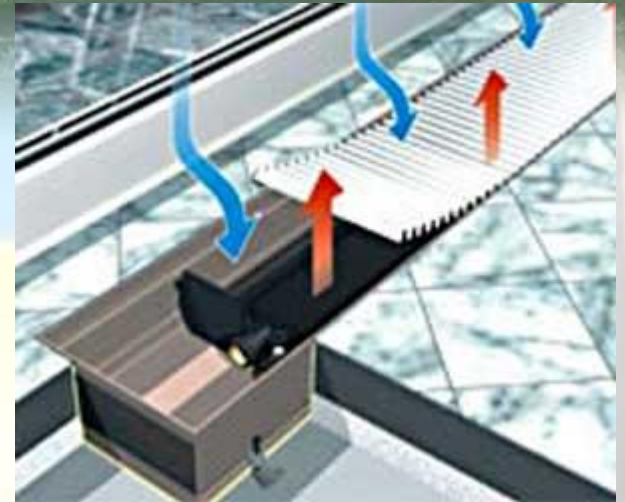
Централния контролер измерва сензорите и управлява турбината

Конвертора преобразува енергията от генератора и я подава в мрежата

2. Клас

COMBIVERT P6 е новото поколение инвертори, за позициониране на витлата на ветрогенератори и регулиране на енергията, която влияе на механичната система. Инвертора отговаря бързо и надеждно на постоянно променящите се изисквания, като по този начин намалява усилието върху механичната система. Това подобрява производителността и повишава експлоатационния живот, както на честотния инвертор, така и на турбината.

Интегрирането на външните компоненти (PLC, зарядно за батерията, директно управление на спирачката, EMC-филтър и т.н.) прави **KEB COMBIVERT P6** високопроизводителна и надеждна



Системи за охлаждане. Принцип на работа и елементи на системите за охлаждане

<http://energy-review.bg/energy-statii.aspx?br=65&rub=641&id=126>

<http://energy-review.bg/energy-statiieng.aspx?br=59&rub=578&id=14>

<http://www.ffescortbg.com/forum/viewtopic.php?t=587>



Системи на охлаждане

http://www.tagacom.com/products/frequency_inverters/keb/keb_cooling_concepts_bg.html

2. Кла



<http://forum.tu-sofia.bg/viewtopic.php?t=10620>

Принцип на работа и приложение на хидравличните системи при вятърни генератори

2. Клас

Механична спирачка

Тип

активно задвижвана дискова спирачка

Местоположение

на високоскоростния вал

Диаметър на диска

1,030 mm.

Брой на спирачните челюсти

1

Материал на спирачните накладки
синтерован метал

Системи за управление, насочване и мониторинг на вятърните турбини

<http://energy-review.bg/energy-statii.aspx?br=61&rub=603&id=56>

http://energia.elmedia.net/bg/2011-4/editorials/%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BD%D0%B0-%D0%B2%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8-%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B5_00278.html

Защити

<http://energia.elmedia.net/bg/2011-2/editorials/%D0%B7%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%82%D0%B8-%D0%B7%D0%B0-%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B8->

http://energia.elmedia.net/bg/2011-2/editorials/%D0%B7%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%82%D0%B8-%D0%B7%D0%B0-%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B8-%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B5_00194.html

http://energia.elmedia.net/bg/2011-2/editorials/%D0%B7%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%82%D0%B8-%D0%B7%D0%B0-%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B8-%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B5_00194.html

Техника на безопасност при експлоатация и поддръжка на генератори

<http://www.elettracompany.com/node/18>

1.

д)

[http://bio-](http://bio-energy.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=1381&catid=47&Itemid=129)

[energy.com.ua/index.php?option=com_content](http://bio-energy.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=1381&catid=47&Itemid=129)

<http://s-vedl.com/vetrogeneratori.php>

[http://energia.elmedia.net/bg/2012-](http://energia.elmedia.net/bg/2012-08-04-18-07-56&Itemid=129)

[08-04-18-07-56&Itemid=129](http://energia.elmedia.net/bg/2012-08-04-18-07-56&Itemid=129)

[1/editorials/%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%B](http://energia.elmedia.net/bg/2012-08-04-18-07-56&Itemid=129)

[E%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE](http://energia.elmedia.net/bg/2012-08-04-18-07-56&Itemid=129)

[%D1%81%D1%82-%D0%BF%D1%80%D0%B8-](http://energia.elmedia.net/bg/2012-08-04-18-07-56&Itemid=129)

[%D0%B2%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%](http://energia.elmedia.net/bg/2012-08-04-18-07-56&Itemid=129)

[0%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%B2%D0%B5%D](http://energia.elmedia.net/bg/2012-08-04-18-07-56&Itemid=129)

[0%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D](http://energia.elmedia.net/bg/2012-08-04-18-07-56&Itemid=129)

[1%82%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%](http://energia.elmedia.net/bg/2012-08-04-18-07-56&Itemid=129)

[0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0](http://energia.elmedia.net/bg/2012-08-04-18-07-56&Itemid=129)

[BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8-](http://energia.elmedia.net/bg/2012-08-04-18-07-56&Itemid=129)

[%D1%80%D0%B8_%D1%80%D0%B0%D0%B1%D](http://energia.elmedia.net/bg/2012-08-04-18-07-56&Itemid=129)

[0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%](http://energia.elmedia.net/bg/2012-08-04-18-07-56&Itemid=129)

[http://navigator-](http://navigator-bg.com/dobrich/%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%B2%D0%B5%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%80%D0%B8_%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BE%D1%82%D0%B0_224.html)

[bg.com/dobrich/%D1%82%D0%B5%D1%85%D](http://navigator-bg.com/dobrich/%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%B2%D0%B5%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%80%D0%B8_%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BE%D1%82%D0%B0_224.html)

[0%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%B2%D0%B5%D](http://navigator-bg.com/dobrich/%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%B2%D0%B5%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%80%D0%B8_%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BE%D1%82%D0%B0_224.html)

[0%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D](http://navigator-bg.com/dobrich/%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%B2%D0%B5%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%80%D0%B8_%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BE%D1%82%D0%B0_224.html)

[1%82%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%](http://navigator-bg.com/dobrich/%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%B2%D0%B5%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%80%D0%B8_%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BE%D1%82%D0%B0_224.html)

[%D1%80%D0%B8_%D1%80%D0%B0%D0%B1%D](http://navigator-bg.com/dobrich/%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%B2%D0%B5%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%80%D0%B8_%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BE%D1%82%D0%B0_224.html)

[0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%](http://navigator-bg.com/dobrich/%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%B2%D0%B5%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%80%D0%B8_%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BE%D1%82%D0%B0_224.html)

[D0%BE%D1%82%D0%B0_224.html](http://navigator-bg.com/dobrich/%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%B2%D0%B5%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%80%D0%B8_%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BE%D1%82%D0%B0_224.html)

[D0%B2%D0%B5_00408.html](http://navigator-bg.com/dobrich/%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%B2%D0%B5%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%80%D0%B8_%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BE%D1%82%D0%B0_224.html)

Работа на ветрогенераторите в автономни системи и в електроенергийната система



Работа на ветрогенераторите в автономни системи и в електроенергийната система

1.

Автономните фотоволтаични системи (наричани още островни), са независими фотоволтаични системи, които се захранват от възобновяеми енергийни източници. Обикновено се използват в отдалечени и изолирани места, където достъпът до електрическата мрежа е невъзможен или е на прекалено висока цена. Примери за такива инсталации са планински хижи или отдалечени временни постройки, изолирани помпи за напояване, аварийни/спешни телефони, навигационни шамандури, осветени пътни знаци, лодки, каравани и т.н. Автономните системи са подходящи за потребители с ограничена консумация на електроенергия.

Изграждане на автономни системи

<http://www.biznesa.com/modules/icontent/index.php?page=358>

1.

Б. Изграждане на автономни фотоволтаични и хибридни системи системи за съхраняване с ел. енергия

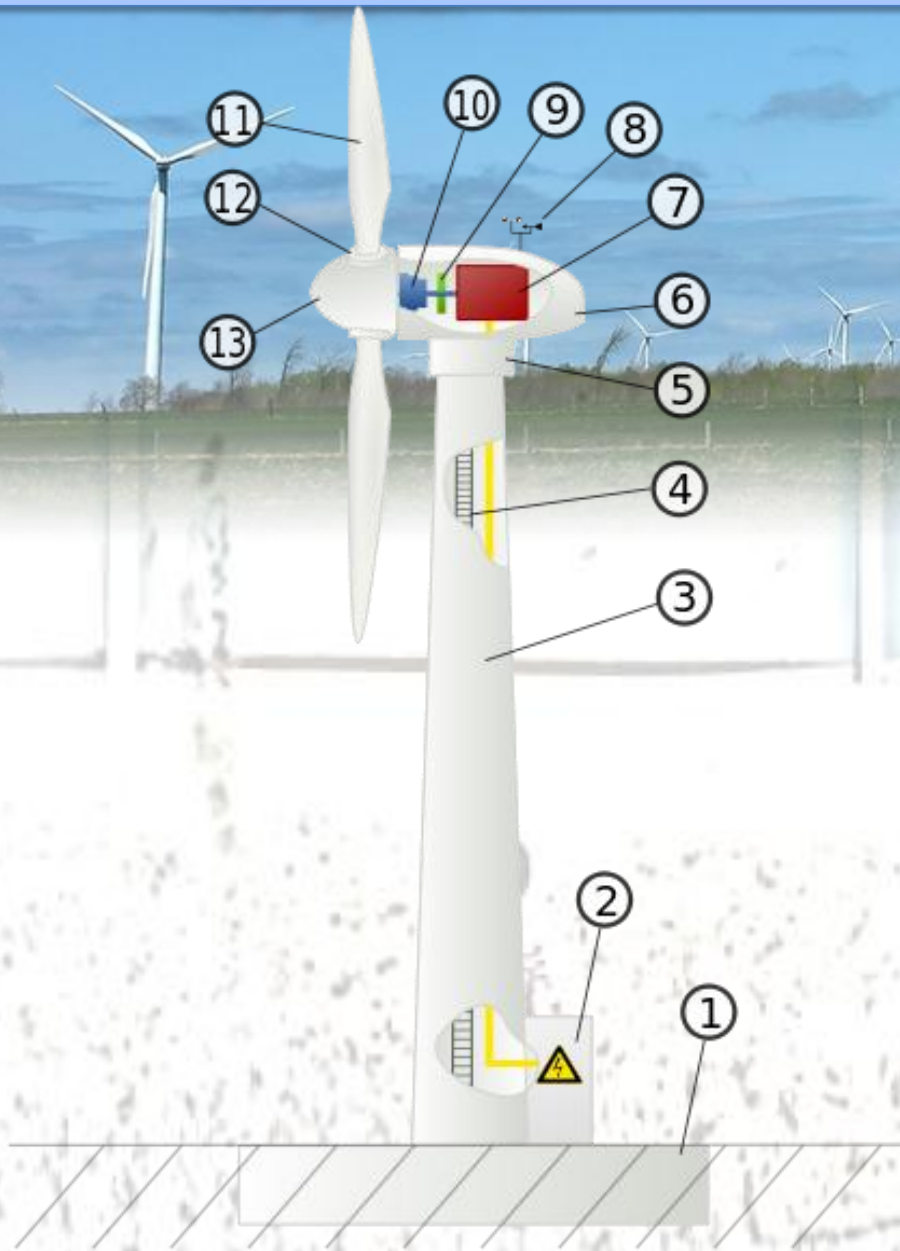
Изграждане. Етапи:

- Етап на предварително оразмеряване според специфичните изисквания на клиента за захранваща мощност, работна площ и др
- Определяне на оптималната топология (схема) на автономната система.
- Определяне на оптимален ценови вариант
- Изграждане на поддържаща конструкция, включващо стриктно спазване на монтажните изисквания
- Монтиране на слънчев и/или други генератори
- Присъединяване на проводници и апаратура, спазвайки мерките за безопасност при монтаж и експлоатация
- Обучение за работа със системата
- Поддръжка

Принципни схеми на работа:

Възможни са различни схеми на свързване в зависимост от избраната топология

Изграждане на автономни системи



Фундамент

Силовой шкаф, включающий силовые контакторы и цепи управления

Башня

Лестница

Поворотный механизм

Гондола

Электрический генератор

Система слежения за направлением и скоростью ветра (анемометр)

Тормозная система

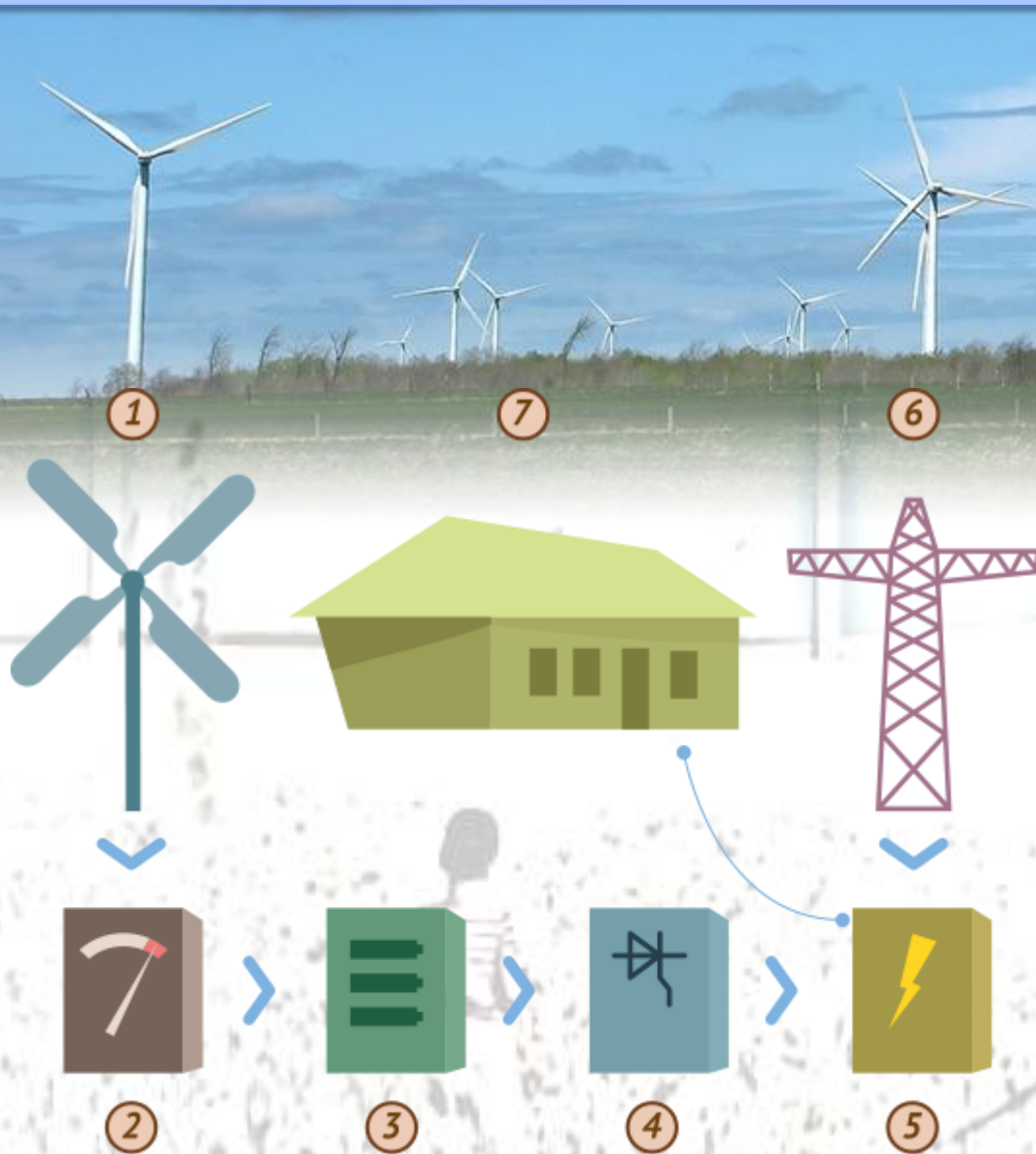
Трансмиссия

Лопасты

Система изменения угла атаки лопасти

Колпак ротора

Изграждане на автономни системи



Ветер раскручивает ротор. Выработанное электричество подаётся через контроллер на аккумуляторы. Инвертор преобразует напряжение на контактах [аккумулятора](#) в пригодное для использования

Изграждане на автономни системи



Вопрос: Как осуществляется грозовая защита? Ответ: Хвост с алюминиевой трубой расположен выше лопастей, поэтому он выполняет функцию молниеотвода. При ударе молнии заряд по мачте уходит в землю. Есть ли защита от молнии у ветряков?

Ответ: Нет, специальной защиты нет, завод не рекомендует ставить молниеотводы на ветряк и мачту. Для защиты проводки в доме ставьте УЗИП Hakel (hakel.ru)

Нови видове вятърни турбини за ветрогенератори

<http://www.greentech.bg/?p=28913>

<http://energyportal24.eu/?p=477>

http://energia.elmedia.net/bg/2011-5/editorials/%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B8%D1%8E%D1%86%D0%B8%D1%8F-%D0%BD%D0%B0-%D0%B2%D1%8F%D1%82%D1%8A%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%B5-%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%BD%D0%B8-%D0%BD%D0%B0-ewe-2011_00301.html

<http://www.chemgeneration.com/bg/news/%D0%BD%D0%B0%D0%B9-%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%82%D0%B5-%D0%B8%D0%B7%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B8-%D0%BD%D0%B0-%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F.html>

http://energia.elmedia.net/bg/2012-4/editorials/%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%B8-%D0%B2%D1%8F%D1%82%D1%8A%D1%80%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%BD%D0%B8-%D0%B2%D1%8A%D0%B7%D0%BC%D0%BE%D0%B6%D0%BD%D0%B0-%D0%B0%D0%BB%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%B0_00523.html

Асинхронен и синхронен генератор. Режими на работа на ветрогенератори с тях.

Скоростта на асинхронния генератор все пак може да се променя с изменението на задвижващата сила, приложена към вала, но тази разлика е в рамките на 1% и се нарича хлъзгане. Важното е, че когато генераторът е вързан към мрежата с честота 50Hz той автоматично поддържа скоростта си на въртене, да кажем от 1515 оборота в минута за четириполусна машина. Друг важен момент при асинхронните генератори е, че за да работят те имат нужда от реактивна енергия за намагнитване. По тази причина асинхронен генератор не може да работи, ако е индиректно свързан с мрежата

http://energia.elmedia.net/bg/2011/6/editorials/%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%86%D0%B8%D1%84%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8-%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8-%D0%BD%D0%B0-%D0%B2%D1%8F%D1%82%D1%8A%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%B5-%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8_00331.html