

LIS POTENZIALITÂTS DAL TERITORI GJEOGRAFIC DAL FRIÛL VIGNESIE JULIE INTE PRODUZION DI ENERGJIE ELETRICHE DI FONTS RINOVABILIS - FOTOVOLTAIC -

a cure dai prof. Marcolini L. – Sgrazzutti E
-2006 -



Fotovoltaic / le font energjetiche

La tecnologie fotovoltaiche (FV) e convertis in mût diret la energjie radiante dal soreli in energjie eletriche;

La carateristiche di cheste tecnologie si fonde inte modularitât, inte semplicitât e inte afidabilitât;

La conversion energjetiche e sucêt cence emissions; stant che la energjie radiante dal soreli e Je distribuide o vin bisugne di cuvierzi cui moduli FV tante superficie.

Fotovoltaic / il principi fisic

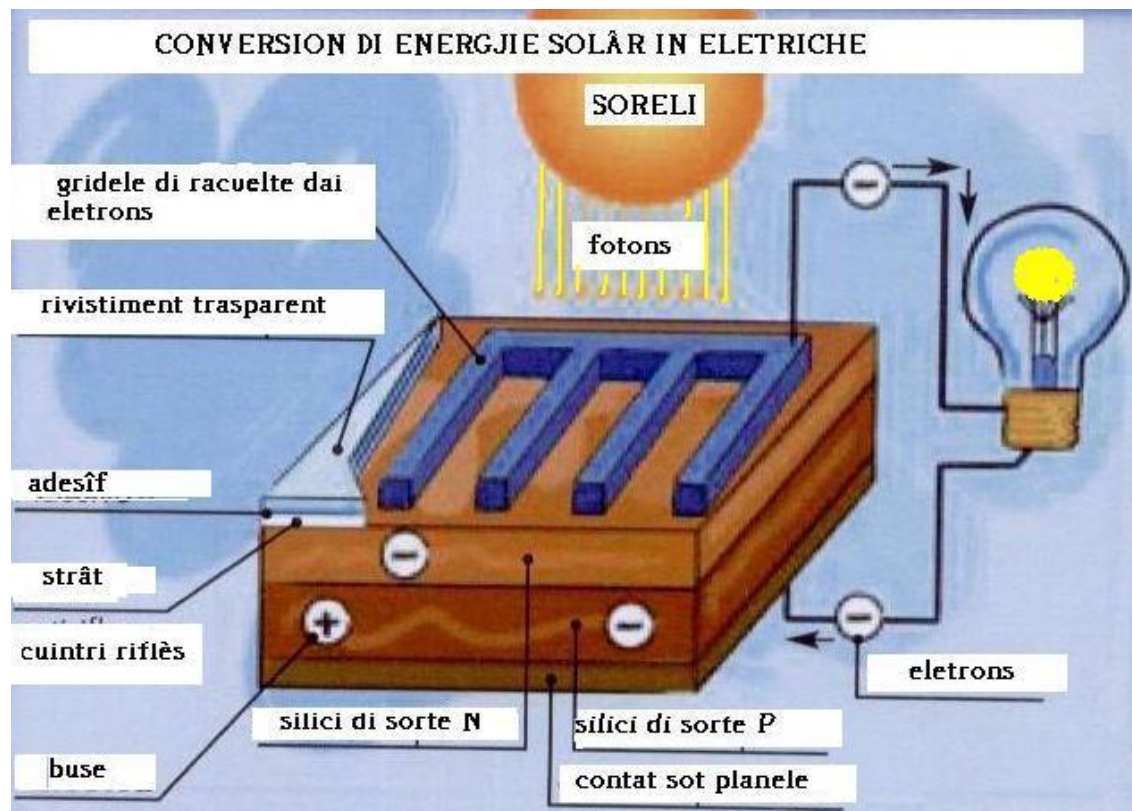
L'efiet di conversion de radiazion solâr in corint di eletrons si sclarìs se si pense che la lûs e je formade di grignei o 'cuants' di energjie indivisibile;

Se un cuant di lûs al ven assorbît di un puartadôr di cjarie eletriche intal materiâl batût de lûs, alore al è une vore probabil che cheste cjarie e rivi a costituî corint eletriche;

La corint eletriche produsude par efiet FV e va e e ven e di gnot no si à produzion.

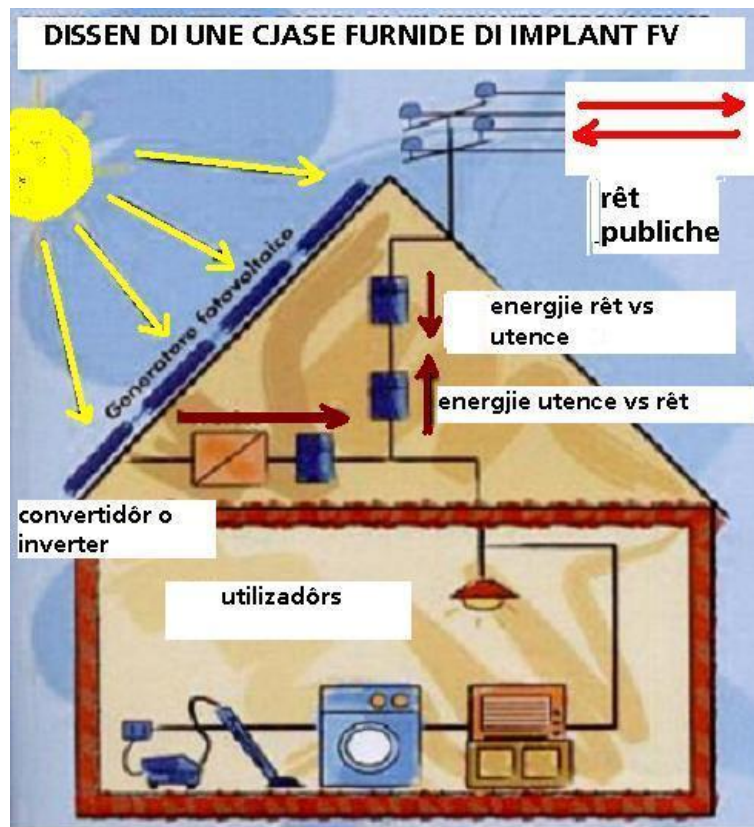
Fotovoltaic / il principi fisic

La conversion e ven intun diodi speciâl clamât planele FV o cele FV.



Fotovoltaic / la tecnologia

Par doprâ la energjie eletriche cul efiet FV o vin bisugne di indreçâ il flus di corint eletriche modui FV ai utilizadôrs (lampadis eletrichis, televisions, ordenadôrs eletronicis e v.i.) par un tant si metin adun i components che a formin l'implant FV.



LIS POTENZIALITÂTS DAL TERITORI GJEORGAFIC DAL FRIÛL VIGNESIE JULIE INTE PRODUZION DI ENERGJIE ELETRICHE DI FONTS RINOVABILIS : FOTOVOLTAIC

Fotovoltaic / la gjenerazion eletriche distribuide in Italie e in Friûl Vignesie Julie

In Italie (2000 - 2003) prevision dal I e dal II program cuvierts fv

| | | | |
|-----------------|-----|-------|----|
| Implants | num | 2 000 | |
| Potence nete | | MW | 10 |
| Produzion ad an | | GWh | 1 |

Te Regjon Friûl VJ (2000 - 2003) prevision I e II program cuvierts fv

| | | | |
|-----------------|-----|-------|-------|
| Implants | num | | |
| Potence nete | | MW | |
| Produzion ad an | | GWh | |

LIS POTENZIALITÂTS DAL TERITORI GJEORAFIC DAL FRIÛL VIGNESIE JULIE INTE PRODUZION DI ENERGJIE ELETRICHE DI FONTS RINOVABILIS : FOTOVOLTAIC

Fotovoltaic / la gjenerazion eletriche distribuide in Italie e in Friûl Vignesie Julie

Il cuadro previsionâl al è dut cambiât dopo dal DL 387 art. 7, dal DL AEEG 188/05 e dal prin bant dai 19/09/2005 cognossût ator tant che 'cont energjie';

Il GRTN al è autorizât dal Ministeri dal Ambient a incentivâ la produzion di energjie fv fin al 2015 fintremai ae potence di 300 MW;

Il Friûl al è mancûl favorît che altris Regjons in Italie dal Centri e dal Sud ma di sigûr al è intune situazion plui buine di chê de Austrie là che cheste tecnologjie e à cjapât pît une vore ben.



LIS POTENZIALITÂTS DAL TERITORI GJEORAFIC DAL FRIÛL VIGNESIE JULIE INTE PRODUZION DI ENERGJIE ELETRICHE DI FONTS RINOVABILIS : FOTOVOLTAIC

Fotovoltaic / la gjenerazion eletriche distribuide in Italie e in Friûl Vignesie Julie

In dì di vuê in Friûl la situazion no je clare stant che dongje dai bant statâi dal 'cont energjie' e son di cjapâ in considerazion i bants regionâi dulà che al ven finanziât il capitâl cun contribûts fin al 75%;

I bants statâi a son fers par vie che si è lâts parsore dal nivel di potence di 85 MW ad an e intes graduatoriis dal bant regionâl a son ancje beneficiaris dal cont energjie che no si sa se a jentraran intes graduatoriis dal GRTN.

LIS POTENZIALITÂTS DAL TERITORI GJEORAFIC DAL FRIÛL VIGNESIE JULIE INTE PRODUZION DI ENERGJIE ELETRICHE DI FONTS RINOVABILIS : FOTOVOLTAIC

Fotovoltaic / la gjenerazion eletriche distribuide in Italie e in Friûl Vignesie Julie

Si pense che, dopo passadis lis dificultâts, lis potenzialitâts dal Friûl a sedin buinis;

Intune situazion di regjim plen si pues pensâ a di un instalât di 100 ÷ 150 kW ad an.



LIS POTENZIALITÂTS DAL TERITORI GJEOGRAFIC DAL FRIÛL VIGNESIE JULIE INTE PRODUZION DI ENERGJIE ELETRICHE DI FONTS RINOVABILIS : FOTOVOLTAIC

Prime sielte: une terace o une ale di cuviert orientade a sud – sudest – sudovest

‘Sielte’ la ale di cuviert miôr, in batude di soreli si à di fâ un calcul de superficie a disposizion par poiâ i modui:

Plui o mancul 10 m² di modui par KWp;
Nissun cuviert nol è stât progjetât pe produzion di energjie, di calôr o eletriche, e par chest o scugnìn ... contentâsi di ce che al è!

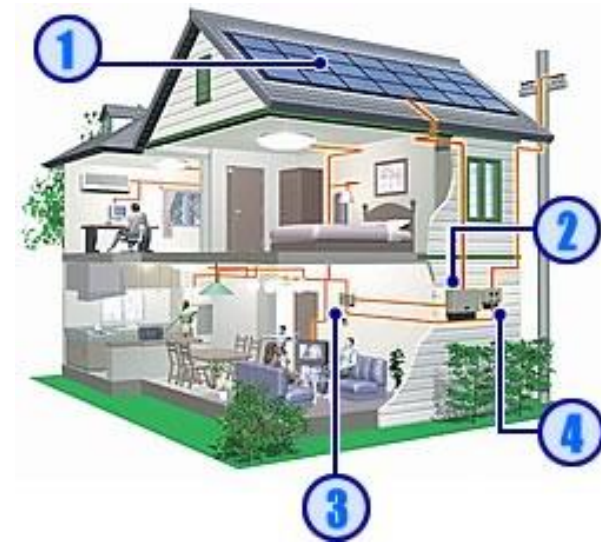
A di une famee in medie i coventin 3 KWp e duncje di une superficie di cirche 30 m².



Cjase Dalmasson L - Cuar di Rosacis (dipuesit in costruzion intal 2001)

Une cjalade dal alt

- ① Il modul FV al trasforme energjie radiante di soreli in energjie eletriche inte forme DC
- ② Il convertidôr (inverter) al trasforme le energjie eletriche de forme DC inte forme AC, o viers la rêt o viers i carics domestics o in dutis dôs lis modalitâts
- ③ Pont di consegne diret de energjie eletriche dal cjamp FV te rêt di cjase o tal sisteme di cumulament (implant a isule)
- ④ Contadôr di energjie eletriche digjitâl che al diferenzie il flus di energjie in jentrade (ENEL vs Utent) di chel in jessude (Utent viars ENEL): implant tacât cu la rêt.



Il calcul de energjie produsude dilunc dal an dal cjang FV

A di une cierte latitudin il Kwp FV al ven mantignût in maniere variabile dilunc dal an considerant che la energjie radiante dal soreli e je intermitente.

Lis tabelis climatichis par areis gjeografichis nus permetin di calculâ lis oris ecuivalentis (heq)

Si rive a di une stime de produzion par an par ogni KWp instalât doprant la formule:

$$E = \text{heq (h)} * 365 * 1 \text{ (kW)}$$

Il cjamp o gjeneradôr FV

Il cjamp FV al ven metût adun fissant in maniere mecaniche i diviers modui in mût di lassâ coridôrs di passaç pes ispezions che si podarès vê di fâ sù pal cuviert

I modui si tachin in serie eletriche par inressi la tension eletriche (stringhe)

Lis stringhis (Ns) si tachin in paralêl par inressi la corint

Multiplicant tension di stringhe (Vpm) par corint di cjamp FV ($I_{pm} * N_s$) o otignìn la potence dal cjamp FV.



I convertidôrs (inverter) intal implant colegât cu la rêt e a isule

Il convertidôr (inverter) al è un aparât eletronic tacât cu la rêt tra il cuadri di cjamp e il pont di consegne de energjie eletriche;

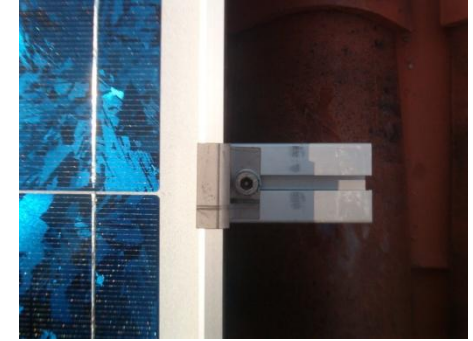
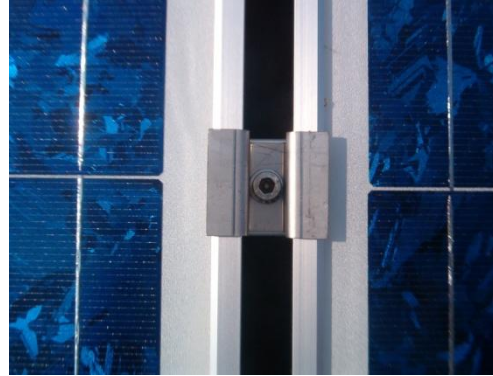
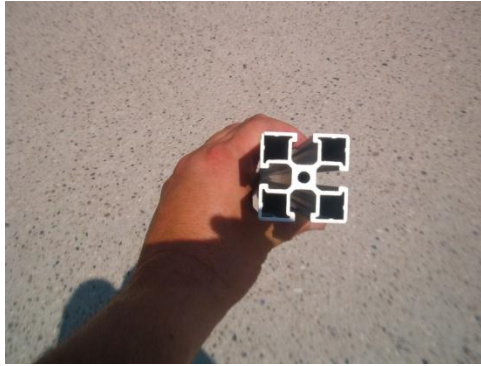
La sô funzion e je chê de conversion de potence eletriche produsude dal cjamp FV inte forme continue DC , in potence AC buine pe rêt publiche (ENEL) o pai carics eletrics dal implant;

Di norme intun visualizadôr e ven dade la leture dai dâts di produzion: KW, KWh, CO2.



LIS POTENZIALITÂTS DAL TERITORI GJEORAFIC DAL FRIÛL VIGNESIE JULIE INTE PRODUZION DI ENERGJIE ELETRICHE DI FONTS RINOVABILIS : FOTOVOLTAIC

Particolârs dai components sul cuviert



Tipologjiis di implants FV (gjeneradôr FV plui distribuzion)

I implants FV a vegnin classificâts in dôs grandis categoriis:

- Gjeneradôrs tacâts cu la rêt (grid connected)
- Gjeneradôrs a isule (stand alone).

In plui o podìn zontâ:

- Implants cun dople funzion
- Implants di inseguiment (gjirasol)

Stant il fat che il cost de energjie elettriche produsude cu la tecnologjie FV al kWh e je plui o mancul 3 voltis di plui di chê publiche (ENEL), chescj implants a àn dibisugne di vignî sostignûts cun finanziaments publics.

LIS POTENZIALITÂTS DAL TERITORI GJEORGAFIC DAL FRIÛL VIGNESIE JULIE INTE PRODUZION DI ENERGJIE ELETRICHE DI FONTS RINOVABILIS : FOTOVOLTAIC

Il 'dopli' contadôr par scambiâ la energjie elettriche sul puest

Ae fin dal an l'ENEL al fâs la difference tra le energjie furnide ae rêt dal utent e la energjie che l'utent al à doprât de rêt, e il client al paie ce che al reste.



*Foto di une scjate cun doi contadôrs
(analogjic plui digjitâl)*

LIS POTENZIALITÂTS DAL TERITORI GJEORAFIC DAL FRIÛL VIGNESIE JULIE INTE PRODUZION DI ENERGJIE ELETRICHE DI FONTS RINOVABILIS : FOTOVOLTAIC

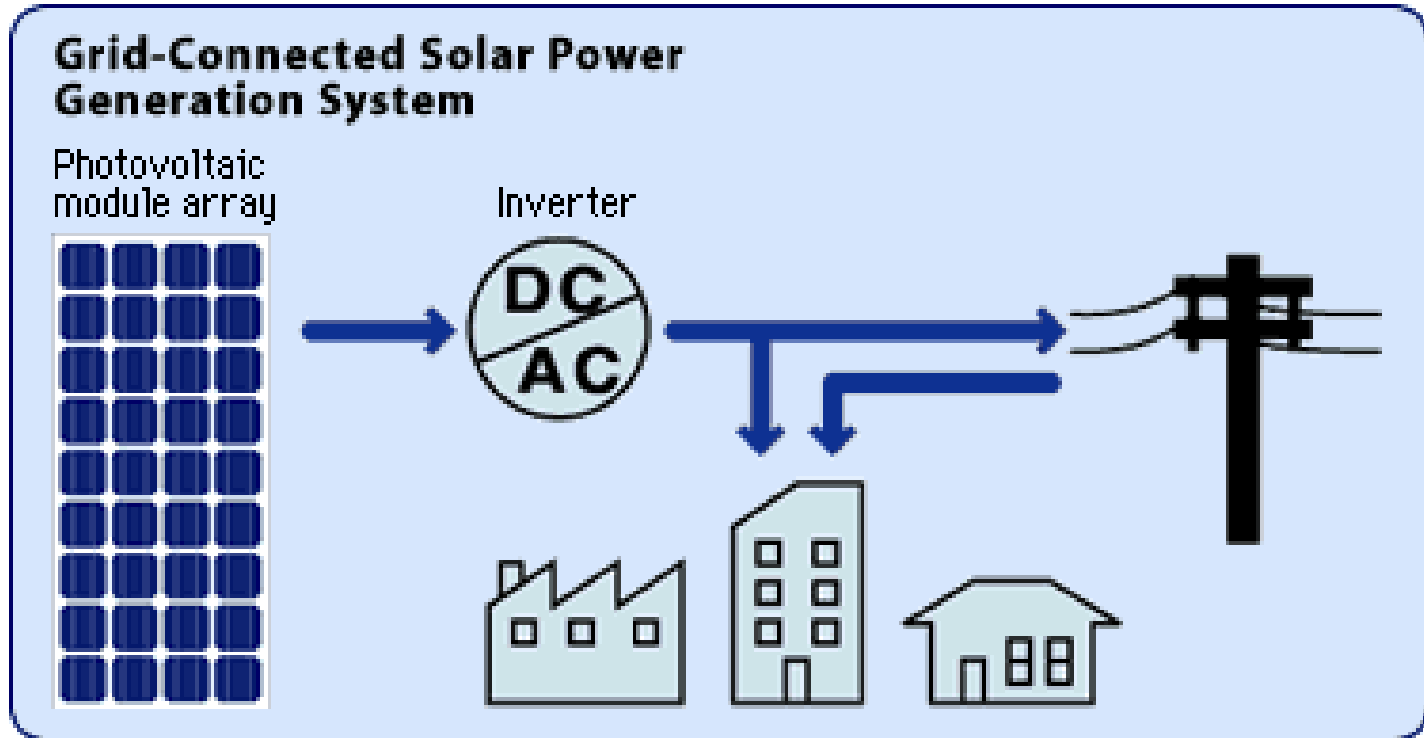
La procedure di verifiche dal superament dal nivel soiâr intal implant FV tacât cu la rêt (la verifiche tecniche funzionâl)

Il funzionament just di un implant FV al domande:

- La cundizion lât DC: $P_{cc} > 0,85 \cdot P_n \cdot I_r / I_{stc}$
- La cundizion lât AC $P_{ca} > 0,75 \cdot P_n \cdot I_r / I_{stc}$



Scheme di principi dal implant tacât cu le rêt



Implant tacât cu la rêt

Cheste tipologjie di implant e permet di no pierdi nancje un fregul di energjie produsude;

Se il cjamp FV le prodûs (in cundizions di lûs) o le consume o e va in rêt ($U_{\text{tent}} > \text{ENEL}$);

Di gnot, o vie pe zornade se la potence FV no baste, la energjie e ven de rêt ($\text{ENEL} > U_{\text{tent}}$);

I doi flus di energjie a àn segn contrari e te bolete si paie la difference;

Cheste pussibilitât si clame compensazion sul puest.



Implants finîts

Implant FV colegât cu la rêt di 24 kW cun modui di Si-m fat a Pradaman (UD) sul cuviert a terace di un cuarp di fabriche.



Implant FV colegât cu la rêt di 19,8 kW cun modui di Si-p fat a Udin sul cuviert a terace dai uficis de muncipalizade AMGA.



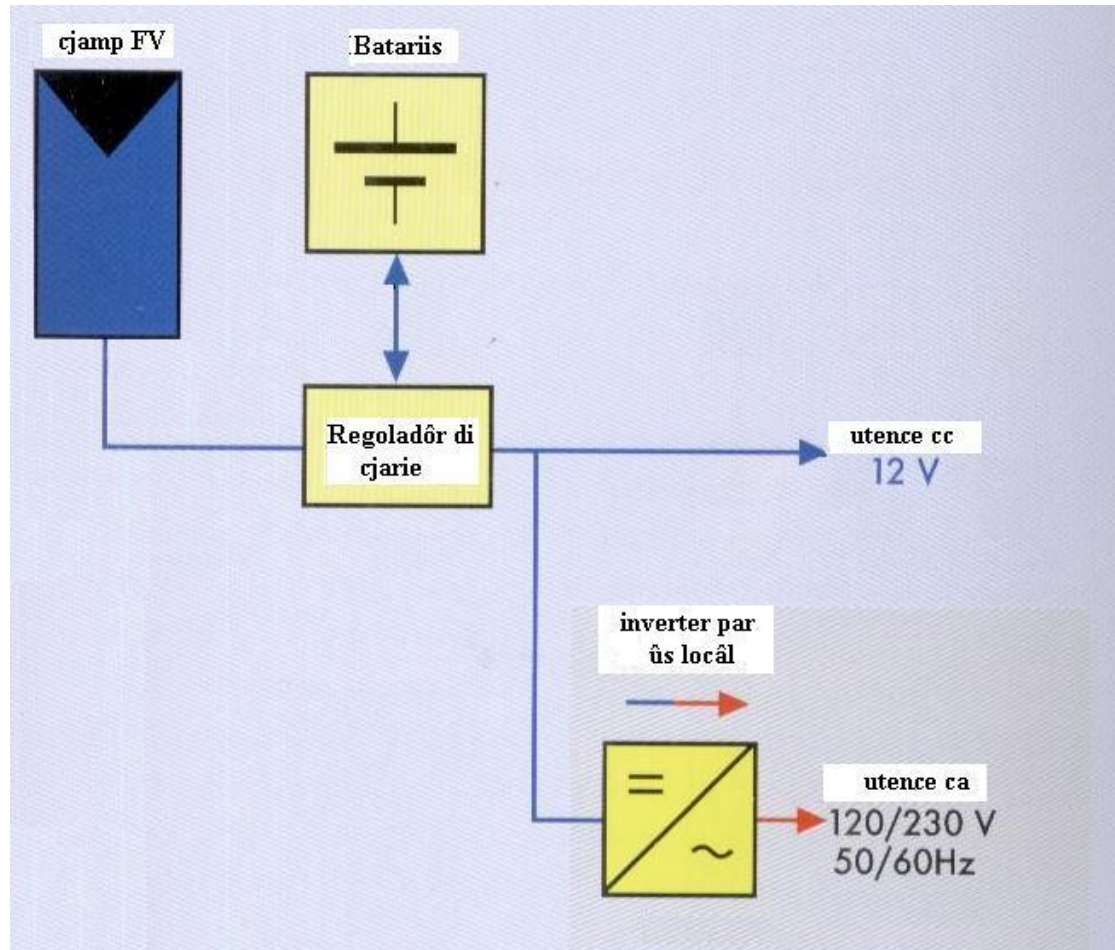
LIS POTENZIALITÂTS DAL TERITORI GJEORAFIC DAL FRIÛL VIGNESIE JULIE INTE PRODUZION DI ENERGJIE ELETRICHE DI FONTS RINOVABILIS : FOTOVOLTAIC

Implants finîts

Implant di Si-a di 4,8 kW fati in Comun di For Di Avoltri (UD)
tal mûr di une Scuele.



Scheme di principi di implant a isule



Implant a isule

Cheste tipologjie di implant e ven doprade in localitâts cence linee elettriche publiche;

La energjie produsude dal cjang FV e ven o doprade daurman o doprade par cjariâ il grup di cumulament (bateriis);

In implants a isule al è il probleme dal 'surplus': batariis cjariadis e nissun nol dopre energjie vie pal dì.



Implant a finûts isule

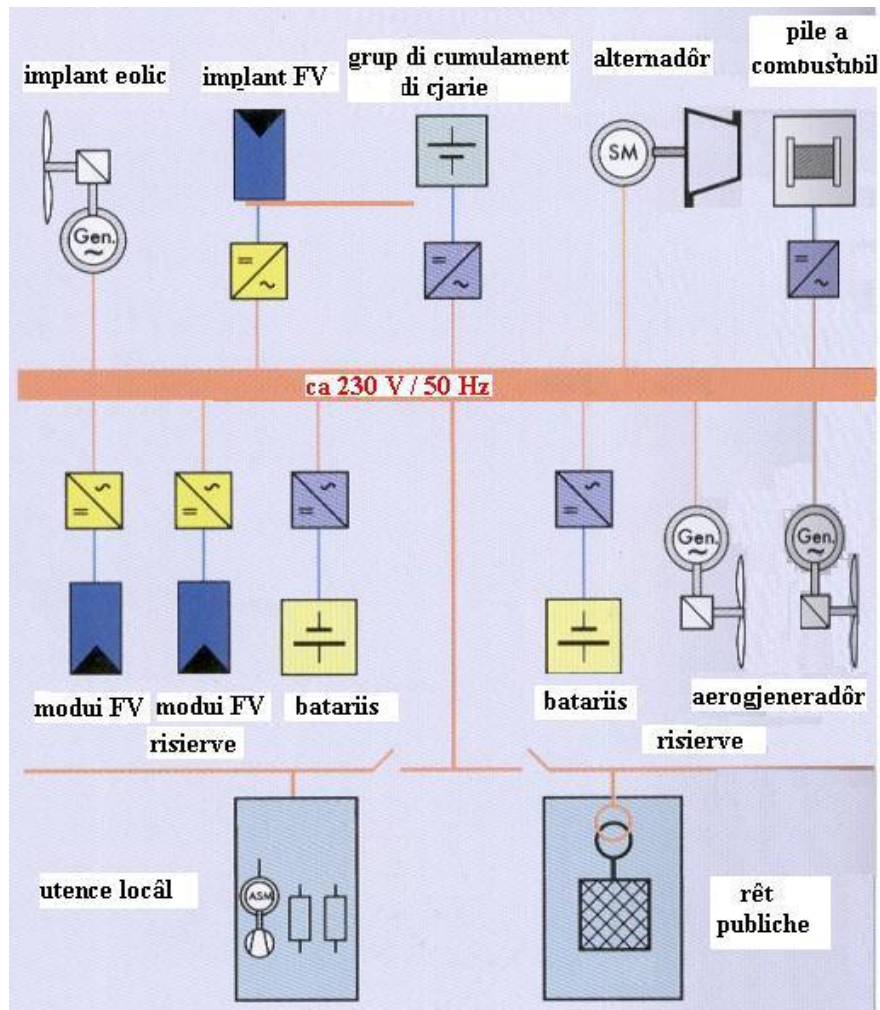
Implant a isule di 3 kW fat inte lagune di Grau (GO)
(val di pescje Francamella).



Implant a isule di 2,3 kW fat intune malghe a For Di Avoltri (UD)
(malghe Tulie).

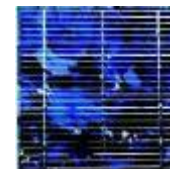


Implants ibrits



Il modul FV / definizion di potenze nominâl

- Si costruissin modui fin a 200 Wp metint lis planelis in schirie (stringhis) par rivâ ae tension di massime potence V_{mp} e stringhis in paralêl par rivâ ae massime corint (I_{pm});
- La massime potence o potence nominâl e ven a jessi: $P_{mp} = V_{mp} I_{pm}$.
- Dutis lis carateristichis dal modul a son metudis adun intun sfuei clamât 'data sheet' o sfuei dai dâts technics.



Il modul FV / il sfuei dai dâts technics

SPECIFICATIONS

| | |
|------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Cell | Single-crystalline silicon solar cells, 125mm square |
| No. of cells and connections | 72 in series |
| Application | DC 24V system |
| Maximum system voltage | DC 600V |
| Series fuse rating | 10A |
| Maximum power | 166.3 W (Min.) |
| Dimensions | 1575 × 826 × 46mm |
| Weight | 17.0kg |

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

| Parameters | Rating | Unit |
|------------------------------|------------|------|
| Operating temperature | -40 to +90 | °C |
| Storage temperature | -40 to +90 | °C |
| Dielectric voltage withstood | 2200 max. | V-DC |

OUTPUT TERMINAL

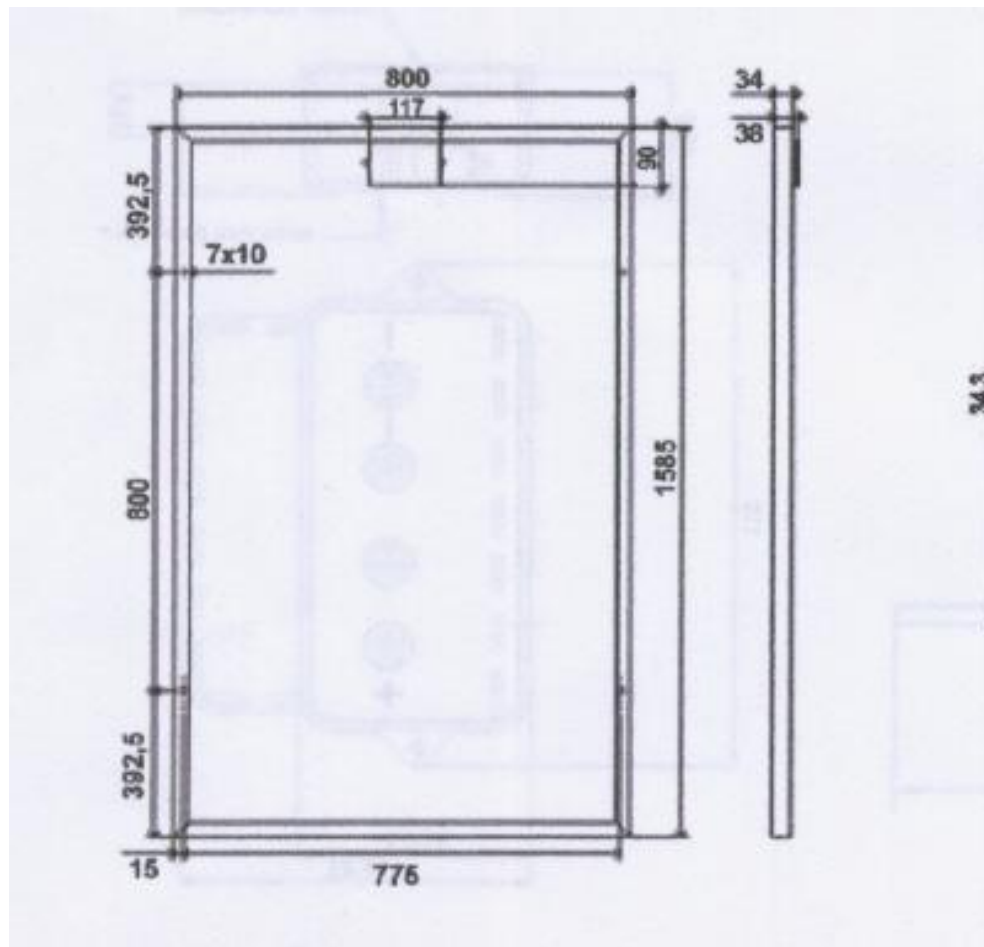
| | |
|-------------------------|--------------------------|
| Type of output terminal | Lead wire with connector |
|-------------------------|--------------------------|

ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS

| Model | Parameters | Symbol | NT-R5E2E | | Unit | Condition |
|-------|------------------------------------|-----------------|----------|-------|------|--------------------------------------|
| | | | Min. | Typ. | | |
| | Open circuit voltage | V _{oc} | — | 44.4 | V | Irradiance: 1000 W/m ² |
| | Maximum power voltage | V _{pm} | — | 35.4 | V | |
| | Short circuit current | I _{sc} | — | 5.55 | A | |
| | Maximum power current | I _{pm} | — | 4.95 | A | Module temperature: 25°C |
| | Maximum power | P _m | 166.3 | 175.0 | W | |
| | Encapsulated solar cell efficiency | η _c | — | 16.4 | % | |
| | Module efficiency | η _m | — | 13.5 | % | |

Il modul FV / carateristichis costrutivis

- Un modul FV al incapsule lis panelis FV intune struture rigjide e resistente ai colps;
- Il costrutôr al da di un modul ancje lis dimensions e il pês.



Il modul FV / la part daûr dal modul

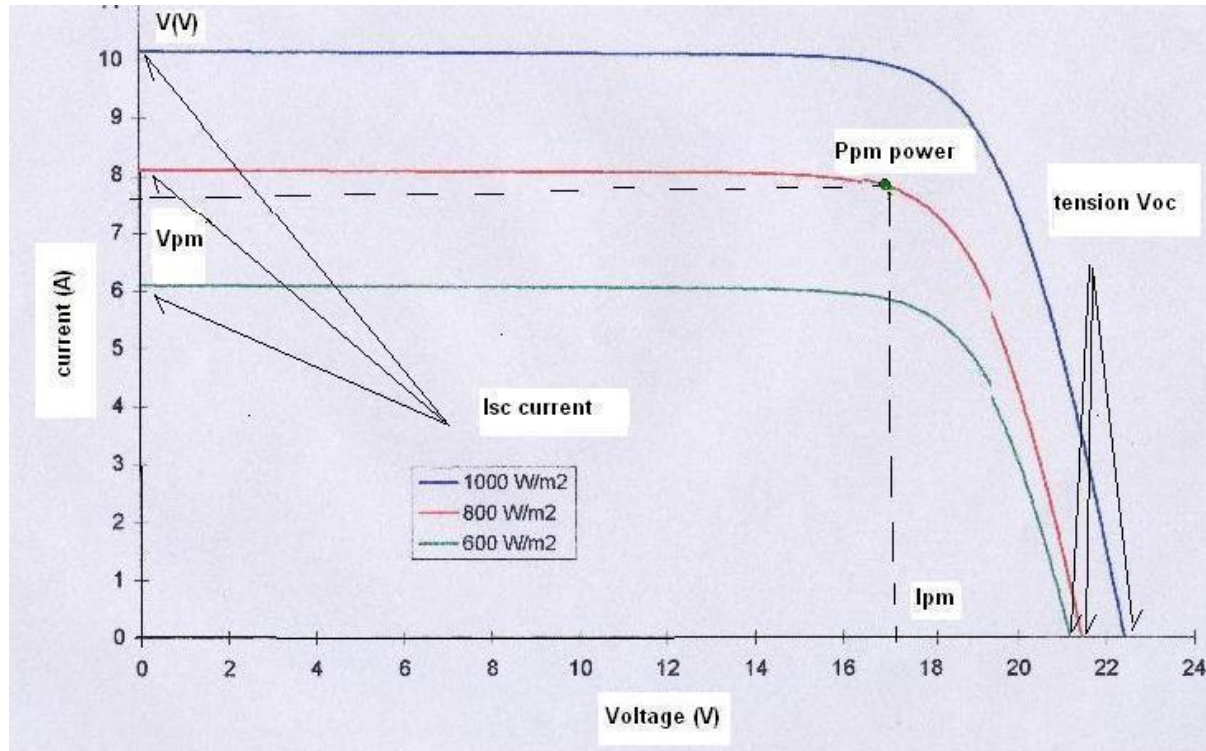
Scjatulute di derivazion dal fîl di colegament cui diodis di Protezion.



I colegaments multicontat facii di instalâ.



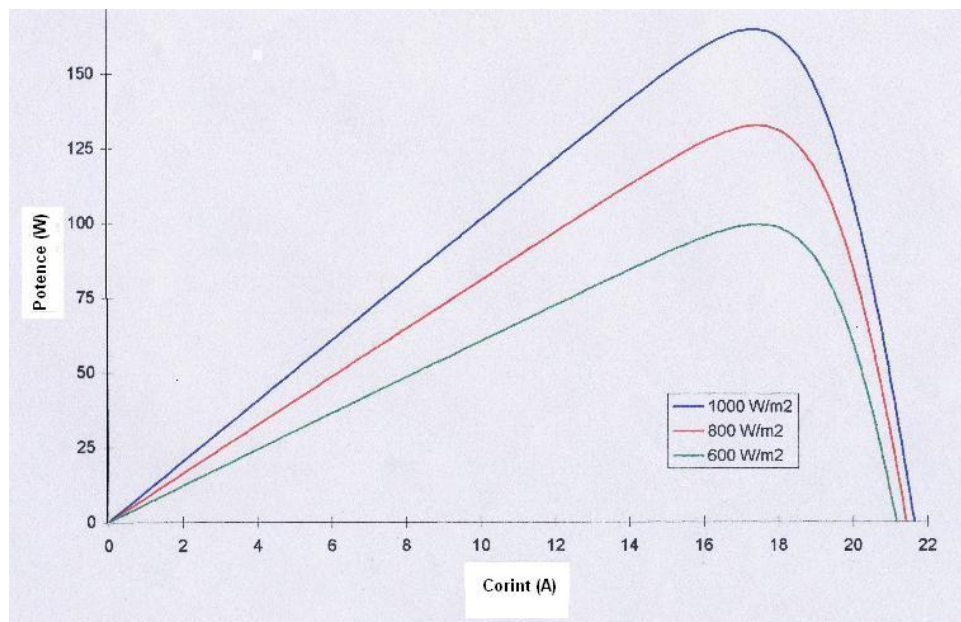
Il modul FV / carateristiche di lavôr



Par ogni valôr di radiazion si cjate un pont di massime potence;

Al conven lavorà in chel pont.

Il modul FV / carateristiche di lavôr in potence



Intai implants colegâts cu la rêl il pont di massime potence al ven mantignût dal inverter.

Il parametri heq

- Il valôr di heq in Friûl si pues rigjavà dai dâts meteo furnîts dal OSMER dal Friûl VJ che però si riferissin al valôr sul plan (i sensôrs e teginin cont de radiazion direte e difuse);
- Par esempi a San Zorç di Noiâr al ven dât chest valôr: 1317,2 kWh m⁻² intun an di radiazion solâr;
- Si pues jentra intal sît scrivint la direzion: www.osmer.fvg.it

Il parametri heq

- Il valôr sul plan di heq' tignût cont di $S = 7 \text{ m}^2$ di superficie nete di panelis FV, cuntune eficiencie di $e \% = 13,5 \%$;
- $heq' = 1317,2 / 365 * 7,1 \text{ m}^2 * 0,135 = 3,46$;
- Il valôr di calcul sul cuviert FV al ven dedusût (se no je ombrene) moltiplicant heq' par un fatôr coretîf che al tegni cont a) orientament da falde, b) inclinazion dal cuviert, c) ventilazion;
- Une falde a sud (0° di azimuth) e une pendite di 20° (tilt) a puartin a di un valôr teorîc di $heq = 3,5 * 1,1 = 3,8$;
- Il valôr reâl al è une vore plui bas tra 2,9 e 3,3.

Potence di un panel

Il costrutôr al marche par ogni modul la potence nominâl (KW o KWp): la potence nominâl, dite ancje di pic, e je le potence che il modul al furnìs al nivel dal mâr (masse di aiar AM1,5) in cundizions di riferiment di radiazion dal soreli (STC), ven a stâi par 1000 W par metri cuadri ($W m^{-2}$) a 25 °C ; il laboratori di certificazion al scuèn dâ la tolerance (di solit +- 5%) e la garanzie di decjadiment da eficiencie (mancul dal 20% in vincj agns).

Planele o cele FV / tecnologie

La cele FV e je un 'wafer' di silici cun doi grâts diviers di impuritât;

Un strât di silici al ven 'drogât' zontant te strutture cristaline atoms di bori (valence 3 - drogament p – lacunis di eletrons o buis – cjarie positive);

Invezit chel altri strât al ven drogât cun piçulis quantitâts di fosfar (valence 5 - drogament n – sorebondance di eletrons – cjarie negative).

In cumierç a son cuatri sortis di modui:

- Monocristalin;
- Policristalin;
- Amorf;
- Pelicule sutile.

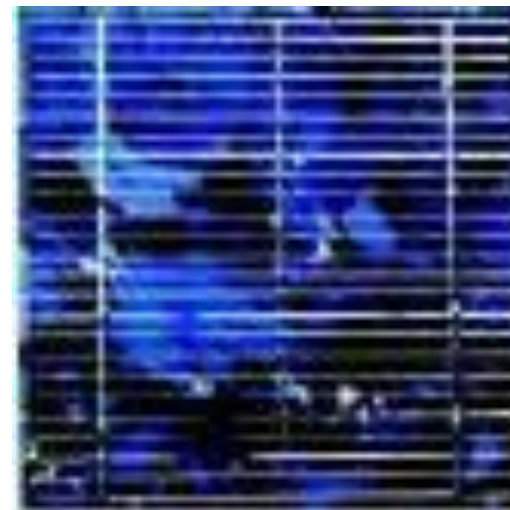
Planele o cele FV

La planele FV e ven clamade cussì par vie che la superficie esponude ae lûs e à une forme gjeometriche scuadrade (gjavant il Si amorf e ciertis panelis taiadis in mûts particulârs);

sot de superficie esponude ae lûs e ven formade une altre superficie;

la prime e à une cierte percentuâl di elements che a pierdin cun facilitât i eletrons (di sorte P), invezit la seconde e je prontade par leâju (di sorte N);

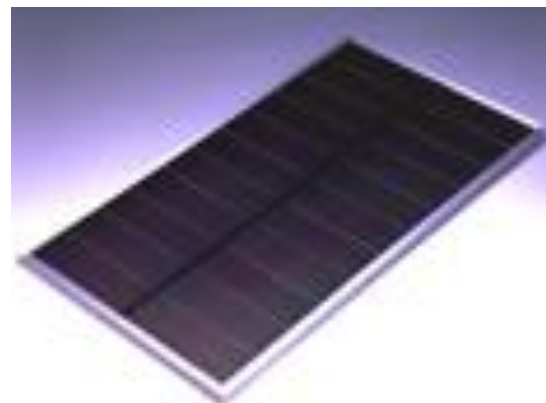
In buine sostanze la nestre planele o cele e je dome che un diodi.



Planele o cele FV / un pocje di fisiche

Inte zone di transizion si forme un cjamp eletric che al prodûs une sorte di ecuilibri termodinamic tra cjariis maioritariis (buis e eletrons) intun viers e cjariis minoritaris (eletrons e buis) in chel altri viers;

Se la lûs e bat cuintri dal strât di sorte P si à une grande produzion di cjariis minoritaris (eletrons) che a rompin l'ecuilibri dal moment che a vegnin sburtâts dal cjamp eletric a passâ pe comissure e intal circuit esterni.



Diodi - cele FV / rindiment di conversion

Il rindiment dal procès di conversion, vâl a dî la percentuâl di energjie solâr che e incît te cele che si rive a convertî in flus di eletrons, al mude daûr dal semicondutôr doprât: celis comerciâls di silici cristalin a àn rindiments di conversion che a van dal 12 al 17%.

Par esempi ogni cele di 10 cm par bande e je buine di produsi plui o mancul 1,5 Watt di pic (Wp) cu la tension di 0,6 volt.

Il complès di 36 celis (tor dal 0,5 m²), tacadis tra di lôr in colegament eletric, al forme un modul (plui o mancul 50 Wp);

Diodi - cele FV / lis cundizions di riferiment

Cemût che si pues capî la potence di une cele fotovoltaiche e mude cul mudâ de sô temperadure e de radiazion che e incît te cele stesse; alore al è coventât, par fâ confronts, definî cundizions di riferiment.

Par un tant, la potence gjenerade di une cele fotovoltaiche si misure in Watt di pic (Wp), che e je la potence dade de cele te temperadure di 25°C sot di une radiazion di 1.000 W/m² di lûs solâr cun spetri compagn di chel che la lûs naturâl e cjape dopo di vê passât par une masse atmosferiche di 1,5 voltis a pet di chê de Tiera, che si clame Masse di Aiar, vâl a dì AM 1,5.

Si amorf

Tai ultins timps a son daûr a difondisi tecnologjiis di pelicule sutile, che a doprin la deposizion (par esempi parsore dal veri) di un strât une vore fin di materiâi semicondutôrs; tra chescj il silici amorf al è chel plui madûr.

Si mono e poli

Dôs fameis: “silici monocristalin” (rindiments di conversion tor dal 15-17%) e “silici policristalin” (coscj un pôc plui bas, rindiments tor dal 12-13%).

Il silici

Il silici (simbul chimic Si) al à 14 eletrons e 4 di chei a son di valence, vâl a dî che a son disponibii a leâsi, formant cubiis, cun altris 4 eletrons di valence di altris 4 atoms di silici, par costituî leams covalents.

Par solit il silici al è intrinsichementri 'drogât' zontant te strutture cristaline atoms di bori (valence 3 - drogament p – lacunis di eletrons – cjarie positive).

Une bande de cele invezit e ven drogade par difusion in alte temperadure cun piçulis quantitâts di fosfar (valence 5 - drogament n – sorebondance di eletrons – cjarie negative).