



Ciga **Energy**®

EPIC

ENGINEERING
PROCUREMENT
INNOVATION
CONSTRUCTION

Rompetrol Vega - Cerințe pentru
Invertoare și Asigurarea calității

Faza:

LICITATIE EPC CONTRACTOR

Denumire:

**Achiziție servicii, furnizare bunuri si executie
lucrări (proiectare, furnizare , executie, punere în functiune si
testare pentru conformitate) în cadrul proiectului
Construire centrală electrică fotovoltaică amplasată pe sol,
instalație de stocare energie și posturi de transformare în
Județul Prahova, Municipiul Ploiești**

Cod SMIS 351959

CONTINUT

1	GENERAL.....	3
2	INVERTOARE	4
3	TESTAREA FIABILITĂȚII	8
3.1	EFICIENȚĂ	8
3.2	DURABILITATE, FIABILITATE ȘI DISPONIBILITATE.....	8
3.3	PROTECȚIE ÎMPOTRIVA COROZIUNII, A APEI ȘI A PRAFULUI.....	8
3.4	VIBRAȚII.....	8
3.5	INTERFERENȚE ELECTROMAGNETICE (EMI)	8
3.6	CONDIȚII CLIMATICE CRITICE	9
4	INSPECȚIA PRE-EXPEDIERE ȘI FAT	10

1 GENERAL

Prezentul document furnizează o listă minimă de cerințe pentru managementul QA (asigurarea calității) al procesului de fabricație a invertoarelor fotovoltaice solare, atunci când este necesar, din perspectiva cerințelor beneficiarului, bazate pe standarde din industrie și bune practici aplicate. Invertoarele trebuie să fie adecvate condițiilor climatice preconizate ale amplasamentului și cerințelor locale privind racordarea la rețea. Procesele de fabricație vor fi concepute și implementate utilizând un sistem de management al calității conform ISO 9001 și un sistem de management de mediu conform ISO 14001.

Dovada calificării componentelor electrice specifice va fi realizată în conformitate cu standardele aplicabile locației finale de instalare a inverterului. Aceasta va fi verificată prin rapoarte de testare certificate corespunzătoare standardelor solicitate.

Lista finală de cerințe va fi identificată de către CONTRACTORUL EPC, care are responsabilitatea exclusivă de a respecta legislația, reglementările, normativele tehnice și standardele aplicabile lucrărilor de construcție și racordării la rețeaua electrică din România.

Pentru proiectul CEF Vega Ploiesti, prezenta specificatie se aplica invertoarelor string aferente centralei fotovoltaice amplasate pe sol, cu putere instalata DC de 4,99356 MWp si putere instalata AC de 4,80 MW, integrata cu instalatia BESS de 8,944 MWh si cu sistemul PPC/EMS pentru functionare in regim de autoconsum 100%, fara debitare/injectie de putere activa in rețeaua publica.

CONTRACTORUL EPC va asigura corelarea invertoarelor cu modulele PV, tablourile DC/AC, posturile de transformare, celulele MT, sistemul SCADA, sistemul PPC/EMS, masurile M1/M2 din statia Vega si conditiile ATR nr. 3010251103692/10.11.2025 (precum și oricăror actualizări, modificări sau completări ale acestuia emise ulterior).

2 INVERTOARE

1. Invertoarele (controlerele PV) vor respecta specificațiile și cerințele prezentate în acest document.
2. Invertoarele vor fi proiectate și certificate în conformitate cu prezentul document, pe baza rapoartelor de testare conform standardelor solicitate sau prin certificări emise de laboratoare de încercări acreditate.
3. Invertoarele oferite vor fi certificate/acceptate pentru utilizare în România și vor îndeplini cerințele ANRE, ale Operatorului de Rețea și condițiile ATR aplicabil proiectului. CONTRACTORUL EPC va furniza această certificare în faza de ofertare.
4. Invertoarele furnizate vor fi compatibile cu configurația de string-uri aleasă pentru proiect.
5. Se vor utiliza invertoare string trifazate, cu putere nominală AC de referință cuprinsă între 300 și 500 kW/invertor, dimensionate astfel încât puterea totală AC a centralei să fie 4,80 MW și să fie compatibile cu module PV N-type de minimum 660 Wp, eficiența minimă 24,2%. Incluzând sisteme asociate de control, protecție, filtrare, măsurare și înregistrare a datelor.
6. Invertoarele vor putea funcționa cu factor de putere, tensiune și frecvență variabile, vor avea capacități de menținere în funcțiune la subtensiuni și supratensiuni (LVRT/HVRT) și vor menține distorsiunea armonică totală (THD) a curentului și tensiunii în limitele impuse de codul rețelei.
7. Invertoarele vor fi proiectate și certificate conform următoarelor standarde și reglementări:
 - a. EN 50178 – Echipamente electronice pentru utilizare în instalații de putere
 - b. Ordinul ANRE nr. 30/2013 privind aprobarea Normei tehnice „Condiții tehnice de racordare la rețelele electrice de interes public pentru centralele electrice fotovoltaice”, cu modificările și completările ulterioare, în măsura în care prevederile acestuia sunt aplicabile.
 - c. Ordinul ANRE nr. 208/2018 pentru aprobarea Normei tehnice privind cerințele tehnice de racordare la rețelele electrice de interes public pentru module generatoare, centrale formate din module generatoare și centrale formate din module generatoare offshore, cu modificările și completările ulterioare.
 - d. IEC 61000-6-1 – Compatibilitate electromagnetică (EMC) – Imunitate pentru medii rezidențiale, comerciale și industriale ușoare
 - e. IEC 61000-6-2 – Compatibilitate electromagnetică – Imunitate pentru medii industriale
 - f. IEC 61000-6-3 – Compatibilitate electromagnetică – Standarde de emisie pentru medii rezidențiale, comerciale și industriale ușoare
 - g. IEC 61000-6-4 – Compatibilitate electromagnetică – Standarde de emisie pentru medii industriale
 - h. IEC 61683 – Sisteme fotovoltaice – Invertoare – Procedură de măsurare a eficienței
 - i. IEC 62109-1 – Siguranța convertoarelor de putere pentru sisteme fotovoltaice – Cerințe generale
 - j. IEC 62109-2 – Siguranța convertoarelor de putere pentru sisteme fotovoltaice –

Cerințe specifice pentru invertoare

k. IEC 62116 – Invertore fotovoltaice conectate la rețea – Metode de testare a protecției anti-insularizare

l. EN 50524 – Fișa tehnică și plăcuța de identificare pentru invertore fotovoltaice

m. EN 50530 – Eficiența globală a invertorelor fotovoltaice conectate la rețea

n. UL 1741 și UL 1741 SA – Invertore și echipamente de interconectare pentru resurse energetice distribuite (post-armonizare)

o. IEEE 1547 – Standard pentru interconectarea resurselor distribuite la rețelele electrice

p. IEEE 1547.1 – Proceduri de testare a conformității

q. IEEE 2030.5:2018 – Profil Smart Energy 2.0 pentru integrarea resurselor energetice distribuite

Clasa de protecție IP va fi adecvată pentru instalarea în exterior a invertorelor de string, cu minimum IP66 pentru echipamente montate outdoor, iar protecția anticorozivă va fi minimum C5-Medium sau conform studiului de coroziune al amplasamentului.

Invertorele de string vor include: funcție anti-PID și recuperare PID, monitorizare curent string PV, funcție Q pe timp de noapte, comunicație PLC (Power Line Communication) și compatibilitate cu cabluri AC din aluminiu și cupru.

8. Conform IEC 60721-3-4, condițiile de mediu considerate vor fi clasa 4H4K.

9. Caracteristicile de protecție ale invertorului vor include cel puțin:

- Deconectare DC și AC
- Protecție la suprasarcină și scurtcircuit
- Funcție anti-insularizare
- Protecție la defect de pământ (GFCI)
- Protecție la tensiune DC ridicată
- Protecție la supratensiune/subtensiune AC, pierdere/restabilire tensiune
- Contact/buton de oprire de urgență
- Asimetrie sau pierdere fază
- Frecvență mare/mică a rețelei
- Monitorizarea rezistenței de izolație, cu identificarea stringului defect
- Defecte interne
- Verificare polaritate inversă
- Supratemperatură
- Sistem automat de protecție termică (limitare putere)
- Protecție la supratensiuni atmosferice AC și DC
- Descărcătoare de supratensiune AC și DC

Invertorul va fi compatibil cu soluții anti-PID (împământare negativă sau alte soluții).

Invertoarele vor respecta reglementările locale privind abaterile de frecvență și timpii de deconectare și vor include filtre EMI.

Sistemul SCADA al invertorului va include funcționalitățile necesare operării centralei fotovoltaice.

Lista minima de semnale transmise către SCADA/PPC va include: P, Q, S, cos phi, tensiuni și curenți AC, frecvența, energie activă/reactivă, tensiuni DC, curenți string/MPPT, stare MPPT, stare contactor/intrerupător, alarme, evenimente, temperatura, stare SPD, rezistența de izolație, limitări de putere, setpoint-uri active și reactive și coduri de defect.

Comunicația va fi prin Ethernet/RS485, Modbus TCP/RTU și/sau IEC 61850, după caz, cu integrare în arhitectura SCADA/PPC a proiectului. Se va asigura sincronizare de timp, jurnalizare evenimente și acces securizat pentru configurare.

Accesul de configurare va fi permis numai utilizatorilor autorizați, cu parole unice, jurnalizare, dezactivarea conturilor implicite și procedura aprobată pentru actualizări firmware.

Invertoarele vor îndeplini cerințele tehnice aplicabile categoriei de încadrare a centralei privind comportamentul la variații de tensiune și frecvență, capacitatea LVRT/HVRT, reglajul puterii active și reactive, tensiunii și factorului de putere, conform Regulamentului (UE) 2016/631, Ordinului ANRE nr. 208/2018, ATR și cerințelor Operatorului de Rețea..

Funcțiile de protecție vor fi distribuite între invertoare și tablourile de joasă, medie și înaltă tensiune, cu coordonare temporală și valorică.

Înlocuirea unui invertor defect va putea fi realizată de un electrician calificat.

Invertoarele nu vor conține „minerale de conflict” și vor evita utilizarea muncii copiilor.

Invertorul va fi complet funcțional minimum 10 ani, acoperiți de garanție, cu posibilitatea extinderii acesteia.

Durata de viață proiectată a invertorului va fi de minimum 20 de ani, iar ofertantul va confirma existența unui service autorizat în România.

Fiecare invertor va fi marcat cu un document/etichetă ce specifică domeniile de reglaj pentru răspunsul la abaterile de tensiune și frecvență, în conformitate cu aceste prevederi.

Parametri tehnici obligatorii pentru invertoare , parametri de performanță

Intrare (DC)

- Putere maximă DC: 150% din puterea AC
- Tensiune maximă DC: 1500 V
- Tensiune nominală DC: TBD
- Tensiune minimă DC pentru pornire: 500 V (string inverters)
- Curent maxim DC: TBD
- Domeniu tensiune MPP: se va indica de ofertant și va acoperi domeniul de funcționare al stringurilor pentru condițiile de temperatură de proiectare ale amplasamentului

- Număr trackere MPP: TBD
- Intrări DC: TBD

Ieșire (AC)

- Putere nominala minima AC: minimum 300 kW și maximum 500 kW/invertor
- Domeniu tensiune AC: 800 V
- Tensiune nominală AC: TBD
- Curent maxim AC: TBD
- Frecvență: 50 Hz
- Factor de putere la puterea nominală: minimum 0,99; domeniu de reglaj: $\pm 0,8$, cu funcții de reglaj automat al puterii active, tensiunii, factorului de putere și puterii reactive Q(U), prin comenzi/setpoint-uri transmise de PPC/EMS, conform cerințelor ATR..
- Factor de putere: conform ATR
- Eficiență europeană: minim 98,8%
- Eficiență la sarcină mică: minimum 96%.
- THDI (distorsiunea armonică totală în curent, la curent nominal): $< 3\%$; THDU (distorsiunea armonică totală în tensiune, la puterea nominală): $< 1\%$.

Suplimentar

- Interfață: RS485, Ethernet, WLAN, PLC si/sau IEC 61850 pentru integrare SCADA/PPC.
- Sisteme de protecție: LVRT, reglaj frecvență, anti-insularizare, protecție polaritate inversă, supratensiune, scurtcircuit, GFDI, protecție la supratensiuni tip 2 AC/DC, monitorizare izolație, SPD monitorizat, limitare termica, comanda oprire de urgenta si blocare la pierderea comunicatiei PPC/EMS.
- Funcții integrate: anti-PID, recuperare PID, Q pe timp de noapte numai la comanda PPC/EMS, jurnalizare evenimente si functii de diagnostic.

Garanție

- Minim 10 ani, cu posibilitate de extindere.

3 TESTAREA FIABILITĂȚII

Se va efectua testarea de fiabilitate și caracterizarea performanței de către o terță parte pentru invertoarele PV selectate (dacă aceste teste nu au fost deja realizate). Listele de materiale (BOM – Bill of Materials) declarate pentru utilizarea în proiect vor fi testate pentru a valida așteptările privind fiabilitatea și performanța pe termen lung.

Producătorul va caracteriza și utiliza un singur BOM pentru proiect. Dacă este necesar, se poate lua în considerare un BOM secundar pentru a asigura securitatea aprovizionării. Același BOM va fi inclus ca cerință în contractul de furnizare al invertoarelor. Testarea va include:

Testele și documentele de calificare vor acoperi în mod explicit capabilitatea de funcționare în regim zero-export, reglaj P/Q, compatibilitatea cu PPC/EMS, funcționarea în mediu industrial, IP66/C5-Medium și integrarea cu SCADA.

3.1 EFICIENȚĂ

- **IEC 61683** – Standard care oferă orientări pentru măsurarea eficienței convertoarelor de putere utilizate în sisteme fotovoltaice autonome și conectate la rețea.

3.2 DURABILITATE, FIABILITATE ȘI DISPONIBILITATE

- **IEC 62093 ED2** – „Echipamente de conversie a puterii pentru sisteme fotovoltaice – Teste de calificare a proiectării”
- Se vor prezenta rapoarte de testare / certificate pentru durata de viață proiectată, rata de defectare estimată, disponibilitate, MTBF/MTTR, derating termic.
- **JESD22-A-104-B** – Test de ciclare termică a plăcilor de circuite imprimate (PCB) din invertor (limite conforme cu condițiile climatice 4H4K conform IEC 60721-3-4)
- **JESD22-B-103-B** – Teste de vibrații ale PCB-urilor din invertor (condițiile depind de nivelurile de vibrație din timpul operării invertorului)

3.3 PROTECȚIE ÎMPOTRIVA COROZIUNII, A APEI ȘI A PRAFULUI

- **ISO 9227** sau **ASTM B 117** – Test de ceață salină pentru evaluarea protecției anticorozive a straturilor de protecție
- **ASTM G154 și G155** – Test de degradare accelerată la radiații UV pentru straturile de protecție
- **IEC 60529** – Evaluarea protecției carcasei externe (cod IP)
- **IEC 60068-2-78** – Evaluarea rezistenței la temperatură și umiditate

3.4 VIBRAȚII

- **IEC 60068-2-64 și IEC 60068-2-29** – Teste de simulare a vibrațiilor din timpul transportului (condițiile depind de rutele de transport)
- **IEEE 693** – Test de calificare seismică

3.5 INTERFERENȚE ELECTROMAGNETICE (EMI)

- **IEEE C37.90.2** – Capacitatea sistemelor de protecție cu relele de a rezista la interferențe electromagnetice radiate de transceivere – Izolare și siguranță

- **IEC 62109** – Teste de rezistență la tensiune dielectrică, protecție împotriva atingerii accidentale și impedanța de legare la pământ

3.6 CONDIȚII CLIMATICE CRITICE

- **IEEE 1547** – Pornire la temperaturi scăzute, sub -25°C
- **IEC 60068-2-64:2008 + AMD1:2019** – Testare pentru condiții de umiditate și temperaturi ridicate (limite conforme cu condițiile climatice 4H4K conform IEC 60721-3-4)
- **IEC 60068-2-1** – Încercări la temperatură scăzută, în condițiile aplicabile echipamentului și temperaturii minime de proiectare a amplasamentului.

4 INSPECȚIA PRE-EXPEDIERE ȘI FAT

CONTRACTORUL EPC poate efectua o reinspecție înainte de expediere și poate asista la testarea invertoarelor (witness testing). Inspecția se va realiza pe bază de eșantion și va fi utilizată pentru aprobarea livrării invertoarelor. Inspecția va fi efectuată utilizând echipamentele proprii ale producătorului și resursele interne de manipulare ale acestuia.

CONTRACTORUL EPC poate efectua inspecția și va verifica calibrarea corectă a echipamentelor de testare utilizate. Inspecția va include:

- **Verificări :**
 - Inspecție vizuală a invertoarelor asamblate
 - Test de continuitate al echipamentelor
 - Revizuirea documentației
 - Verificarea listei de control a inspecției
- **Teste FAT (Factory Acceptance Tests):**
 - **Teste de siguranță electrică pe partea AC și DC:**
 - Test de rezistență de izolație
 - Test HIPOT sau test de rigiditate dielectrică
 - Test de rezistență a legării la pământ
 - **Teste funcționale și calibrare:**
 - Verificarea LED-urilor
 - Testarea ventilatoarelor
 - Teste de comunicație
 - Test GFD (detecție defect de pământ)
 - Reglarea surselor de alimentare
 - Verificarea senzorilor de temperatură
 - Testarea protecțiilor electrice
 - Test de pornire/oprire automată
 - **Răspunsuri și protecții la conectarea la rețea:**
 - Răspuns la variații de tensiune și frecvență
 - Test de conectare inversă a intrării DC
 - Verificare anti-insularizare (conform rapoartelor IEC 62116 sau IEEE 1547)
 - Test de defect de fază (dezechilibru, pierdere fază)
 - Test de supratensiune la intrare

- Test de eficiență
- Test de factor de putere
- Evaluarea distorsiunii armonice totale (THD)
- Test de funcționare la sarcină nominală / burn-in (minimum 1 oră)
- Setări implicite și calibrări finale
- **Verificare finală și inspecție vizuală:**
 - Verificarea tuturor accesoriilor incluse în comanda de achiziție (PO)
 - Inspecția etichetării
 - Revizuirea tuturor rezultatelor testelor de performanță
 - **Teste suplimentare obligatorii pentru la FAT/SAT/PIF, după caz:**
 - verificare comenzi PPC/EMS pentru limitare P 0%, 25%, 50%, 75% și 100%, inclusiv timp de răspuns și ramp-rate;
 - test funcționare zero-export cu măsură din M1/M2, atât cu cupla 20 kV închisă, cât și cu cupla deschisă, conform arhitecturii finale aprobate;
 - test fail-safe la pierdere comunicație PPC/EMS: reducere putere activă la 0% sau limită sigură aprobată, fără injecție activă în rețea;
 - test reglaj Q / cos phi / U, inclusiv verificare ca invertorul nu generează putere reactivă capacitivă necontrolată;
 - test comunicație SCADA/PPC: citire valori P, Q, U, I, f, cos phi, energie, alarme, stări, setpoint-uri și evenimente;
 - test anti-insularizare, LVRT/HVRT și răspuns la variații de frecvență/tensiune pe baza certificatelor și/sau testelor acceptate de operatorul de rețea;
 - test THD și calitate energie în regimuri reprezentative de funcționare;
 - test protecții DC/AC, izolație, SPD, GFDI/IMD, polaritate inversă și oprire de urgență;
 - test integrare cu BESS/PCS pentru regimuri de surplus FV, încărcare BESS, limitare FV și menținerea zero-export;
 - verificare setări finale, parolă/conturi, firmware, lista de parametri, backup configurație și raport final de punere în funcțiune.