

Opis techniczny

# Sterownik farmy fotowoltaicznej SPV RM



# 1. Zastosowanie

SPV RM jest uniwersalnym sterownikiem farmy fotowoltaicznej. Urządzenie pełni rolę sterownika telemechaniki, koncentratora danych, modułu komunikacyjnego oraz regulatora parametrów pracy obiektu.

Nadrzędną rolą sterownika SPV RM jest umożliwienie kontroli parametrów pracy źródła wytwórczego poprzez bezpośrednie połączenie z dataloggerami, automatyką zabezpieczeniową, analizatorami itp.

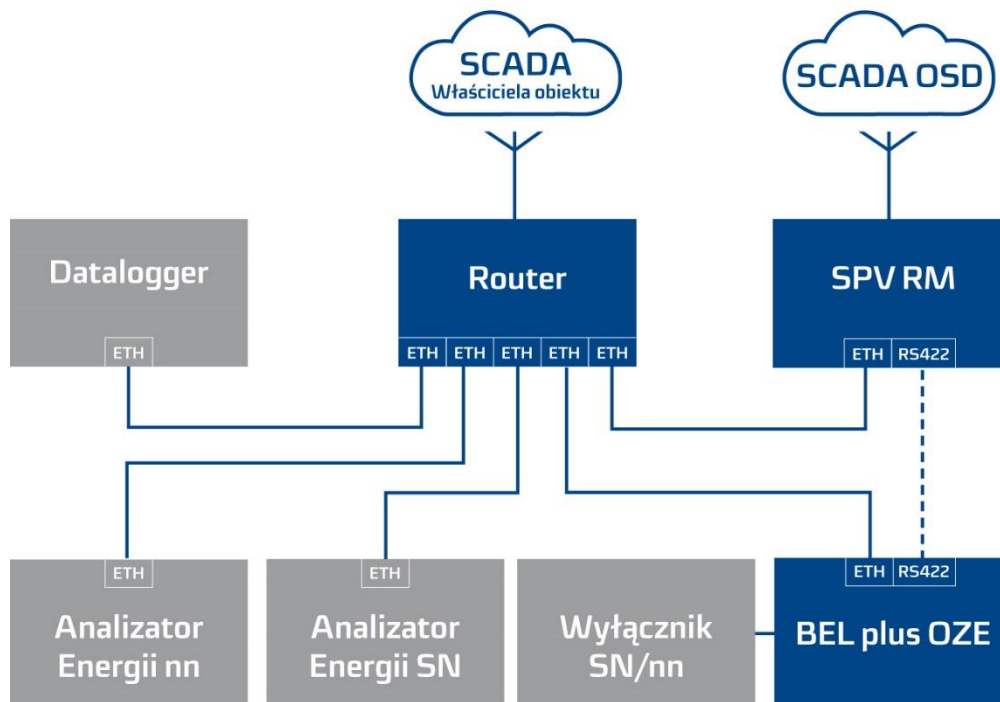
SPV RM zapewnia łączność między urządzeniami obiektowymi a systemem sterowania i nadzoru (SSiN). Wbudowany w urządzenie modem, kanał Ethernet oraz duży wybór standardów fizycznych łączy i protokołów pozwala na realizację łączności dla obiektu wyposażonego w znaczną ilość urządzeń.

Sterownik pełni rolę koncentratora danych – zbiera i gromadzi we własnej bazie danych informacje z podrzędnych urządzeń obiektowych, modułów wejść/wyjść, a następnie udostępnia je urządzeniom nadrzędnym np. serwerom centrum dyspozytorskiego.

Pośrednictwo bazy danych pozwala na selekcję i przetwarzanie danych przekazywanych do jednostki nadrzędnej, co umożliwia zmniejszenie obciążenia kanałów łączności oraz dopasowanie sygnałów, pomiarów i nastaw do wymogów OSD.

Dodatkowo dzięki zaimplementowaniu standardowych protokołów komunikacyjnych używanych w energetyce SPV RM pełni rolę konwertera protokołów agregując informacje odczytywane z różnych urządzeń w różnych protokołach komunikacyjnych.

**Sterownik SPV RM realizuje funkcje związane z kontrolą parametrów pracy farm fotowoltaicznych zawarte w wymogach NC RfG oraz IRiESD wszystkich operatorów systemów dystrybucyjnych.**



Rys. 1. Przykład zastosowania sterownika SPV RM

## 2. Budowa

Sterownik SPV RM w wykonaniu podstawowym jest zbudowany z następujących modułów:

- Modułu centralnego z portem Ethernet 10Base-T/100Base-Tx portu szeregowego RS-232/485/422 z gniazdem RJ45, portu szeregowego RS-485/422 z gniazdem RJ45 oraz portu USB
- Modułu zasilacza 12 – 24 VDC z wbudowanym modemem LTE/HSPA+/GSM
- Moduł komunikacyjny C – 4 x RS-232/485/422 z gniazdem RJ45
- Moduł telemechaniki T – 16 wejść sygnalizacyjnych oraz 6 wyjść sterowniczych

Urządzenie SPV RM posiada obudowę z poliamidu PA 6.6, przystosowaną do zamontowania na szynie TS-35.

### Zasilanie

Urządzenie zasilane jest napięciem 12 – 24 VDC.

### Złącze anteny

Na spodzie urządzenia dostępne jest złącze SMA dla anteny.

### Lampki kontrolne

Lampki kontrolne pozwalają na szybką ocenę stanu pracy urządzenia:

- Sygnalizacja zasięgu – 5 diod wskazuje poziom sygnału w skali od 0 do 5 kresek
- SIM – sygnalizuje wykrycie niezablokowanej karty SIM w urządzeniu
- PWR – sygnalizuje obecność napięcia zasilania modemu
- RDY – sygnalizuje poprawną inicjalizację sprzętową modemu
- STS (modem) – sygnalizuje gotowość do pracy
- WAN - sygnalizuje zestawienie sesji pakietowej transmisji danych z APN
- Tx – sygnalizacja nadawania danych do sterownika
- Rx – sygnalizacja odbioru danych ze sterownika

## 3. Funkcjonalność

### 3.1. Regulacja parametrów sieci SN

Urządzenie zapewnia możliwość regulacji parametrów w punkcie przyłączenia do sieci po stronie SN poprzez odpowiednie sterowanie za pośrednictwem dataloggera mocą czynną i bierną źródła wytwórczego.

Tryby regulacji mocy czynnej:

- zadane ograniczenie generowanej mocy czynnej
- zadane ograniczenie generowanej mocy czynnej z uwzględnieniem charakterystyki  $P(f)^*$

Tryby regulacji mocy biernej:

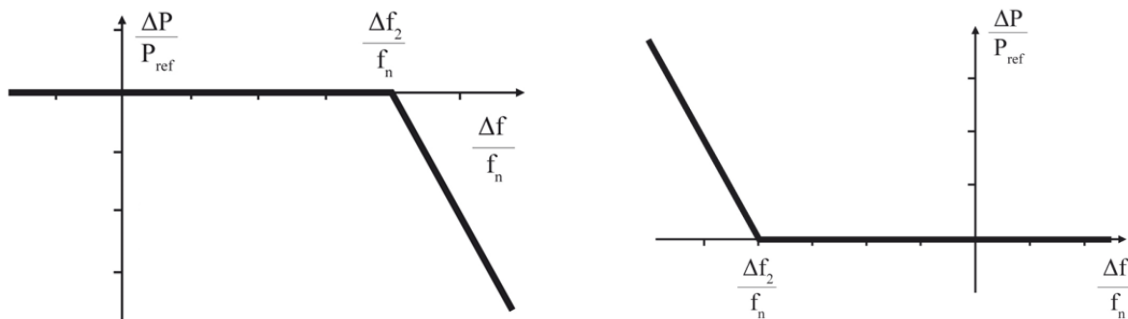
- utrzymywanie zadanego współczynnika mocy (ze znakiem zgodnym ze znakiem mocy biernej)
- utrzymywanie zadanej mocy biernej z kontrolą minimalnego współczynnika mocy
- autonomiczna regulacja mocy biernej na podstawie charakterystyki  $Q(U)$  z kontrolą minimalnego współczynnika mocy

Regulacja mocy czynnej polega na takim ograniczeniu mocy czynnej źródła wytwórczego, aby moc czynna po stronie SN nie przekraczała zadanej wartości mocy. Ponadto, regulator dąży do tego, aby przy wystarczających możliwościach wytwórczych generowana moc była jak najbardziej zbliżona do zadanej wartości maksymalnej. Pomiar mocy czynnej po stronie SN jest odczytywany z miernika (analyzera) parametrów sieci przyłączonego po stronie SN. Moc czynna źródła wytwórczego może być korygowana o moc potrzeb własnych i innych lokalnych odbiorów jednym z dwóch sposobów:

- korekta mocy czynnej o uśrednioną w czasie różnicę mocy czynnych mierzonych odpowiednio po stronie nn i SN – wymaga zastosowania dodatkowego miernika parametrów sieci przyłączonego po stronie nn (najlepiej w pobliżu źródła wytwórczego)
- adaptacyjna, nadążna korekta mocy czynnej źródła wytwórczego opartą wyłącznie o pomiar mocy czynnej po stronie SN (w tym przypadku należy się liczyć z mniejszą szybkością i dokładnością regulacji).

Sterownik SPV RM może być wyposażony w funkcję automatycznej regulacji mocy czynnej w zależności od częstotliwości sieci, która polega na:

- zmniejszeniu nastawionej mocy po wzroście częstotliwości sieci powyżej nastawionej wartości progowej (LFSM-O), zgodnie z charakterystyką przedstawioną na rys. 2a
- zwiększaniu nastawionej mocy po spadku częstotliwości sieci poniżej nastawionej wartości progowej (LFSM-U), zgodnie z charakterystyką przedstawioną na rys. 2b



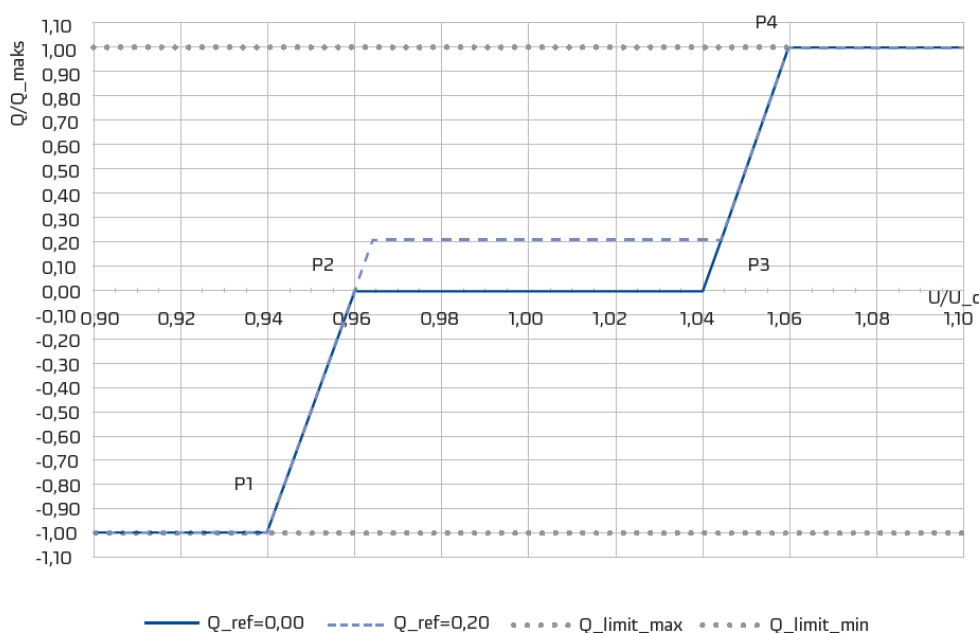
Rys. 2. Charakterystyka częstotliwościowej regulacji mocy czynnej: a) LFSM-O, b) LFSM-U

Człony regulacji LFSM-O i LFSM-U można niezależnie aktywować i nastawiać w nich częstotliwość graniczną oraz stromość charakterystyki (statyzm). Można też wybrać czy mocą odniesienia jest moc maksymalna czy moc zadana przez dyspozytora.

Regulacja współczynnika mocy polega na zadawaniu takiej wartości współczynnika mocy źródła wytwórczego, aby uzyskać zadaną wartość współczynnika mocy po stronie SN. Regulacja jest wykonywana w trybie nadążnym w oparciu o pomiar  $\cos \varphi$  oraz znak mocy biernej odczytanych z miernika parametrów sieci SN. Należy zaznaczyć, że w pewnych przypadkach znak współczynnika mocy źródła wytwórczego może być przeciwny do znaku zadanego współczynnika mocy w punkcie przyłączenia. Należy przy tym zaznaczyć, że utrzymanie zadanego współczynnika mocy może być niemożliwe w przypadku niewystarczającej generacji mocy ze źródła wytwórczego.

Regulacja mocy biernej w trybie zadanej wartości mocy biernej polega na takim sterowaniu mocą bierną źródła wytwórczego, aby moc bierna po stronie SN w punkcie przyłączenia była jak najbliższa wartości oczekiwanej. Regulacja jest wykonywana w trybie nadążnym w oparciu o pomiar mocy biernej odczytanej z miernika parametrów sieci SN. Zadana moc bierna jest automatycznie ograniczana w taki sposób, aby  $\cos \varphi$  w punkcie przyłączenia nie był mniejszy od wartości granicznej zapisanej w ustawieniach sterownika.

Regulacja mocy biernej w oparciu o charakterystykę  $Q(U)$  polega na automatycznym sterowaniu mocą bierną w punkcie przyłączenia w zależności od uśrednionej w czasie wartości napięcia po stronie SN zgodnie z charakterystyką przedstawioną na rys. 3.



Rys. 3. Przykładowa charakterystyka  $Q(U)$  w mechanizmie regulacji mocy biernej

W ustawieniach sterownika można wybrać m.in. zestaw napięć wykorzystywanych do regulacji, czas uśredniania pomiarów, punkty charakterystyczne i kierunek charakterystyki oraz minimalną wartość  $\cos \varphi$ . Regulacja jest wykonywana w trybie nadążnym w oparciu o pomiar mocy biernej odczytanej z miernika parametrów sieci SN. Zadana moc bierna jest automatycznie ograniczana w taki sposób, aby  $\cos \varphi$  w punkcie przyłączenia nie był mniejszy od wartości granicznej zapisanej w ustawieniach sterownika.

### 3.2. Komunikacja z urządzeniami pomiarowymi i wykonawczymi

Sterownik SPV RM współpracuje z popularnymi miernikami (analyzerami) parametrów sieci wyposażonymi w port typu RS-232/485 z protokołem MODBUS RTU lub port Ethernet z protokołem MODBUS TCP.

Sterownik SPV RM współpracuje z popularnymi dataloggerami wyposażonymi w port typu RS-485 z protokołem MODBUS RTU lub port Ethernet z protokołem MODBUS TCP i umożliwiającymi zdalne sterowanie mocą czynną, bierną oraz współczynnikiem mocy falowników zainstalowanych na obiekcie.

Sterownik SPV RM może komunikować się również z zabezpieczeniem cyfrowym. Preferowanym zabezpieczeniem jest BELplus OZE, które jest połączone ze sterownikiem SPV dwoma redundantnymi kanałami komunikacyjnymi: Ethernet i RS-422.

Dodatkowo, sterownik SPV RM może się komunikować z innymi urządzeniami, np. stacją pogody lub odbiornikiem GPS umożliwiającym precyzyjną synchronizację czasu urządzeń na obiekcie.

Zalecany sposób podłączania urządzeń zewnętrznych do sterownika SPV RM jest przedstawiony w poniższej tabeli.

<b>Urządzenie</b>	<b>Porty</b>	<b>Protokoły</b>
Datalogger	ETH	MODBUS TCP
Radiomodem sieci TETRA	COM1	TETRA PEI, DNP 3.0
Zabezpieczenie cyfrowe	COM2 + ETH	DNP 3.0, IEC 60870-5-103
Miernik parametrów sieci SN	COM3/ETH	MODBUS RTU/TCP
Miernik parametrów sieci nn	COM4/ETH	MODBUS RTU/TCP
Odbiornik GPS CNV	COM5	GPS
Stacja pogody	COM6/ETH	MODBUS RTU/TCP

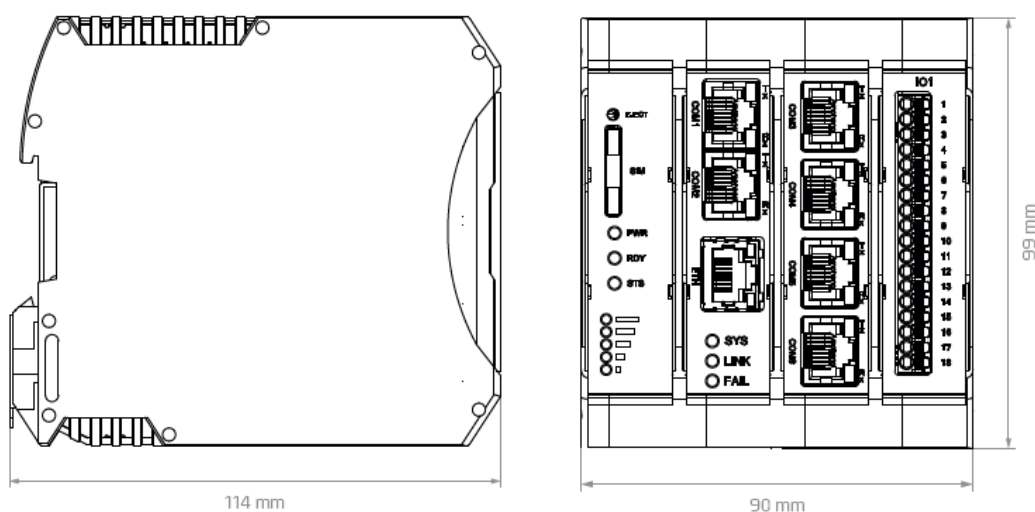
### 3.3. Pozostałe funkcjonalności

- Wbudowany modem sieci telefonii komórkowej LTE/HSPA+/GSM
- Wbudowany port Ethernet w standardzie 10Base-T/100Base-TX przeznaczony do komunikacji sieciowej z urządzeniami na obiekcie oraz podłączenia sterownika za pośrednictwem zewnętrznego rutera
- Komunikacja z systemem sterowania i nadzoru (SSiN) OSD za pośrednictwem modemu lub zewnętrznego rutera w protokole DNP 3.0 over TCP/IP
- Zdalne włączanie/wyłączanie funkcji regulacyjnych oraz nastawianie zadanej mocy czynnej, biernej i współczynnika mocy z poziomu SSiN
- Synchronizacja czasu z GPS z wykorzystaniem zewnętrznego odbiornika GPS CNV
- Synchronizowanie czasu innych urządzeń na obiekcie za pomocą wbudowanego serwera NTP
- Wbudowany serwer HTTP/HTTPS oraz serwer SSHv2
- Wbudowane programowalne funkcje logiczne oraz konfigurowalne serwisy alarmowe
- Zdalna diagnostyka, parametryzacja oraz wymiana oprogramowania i konfiguracji
- Uwierzytelnianie usług sieciowych za pomocą cyfrowych certyfikatów X.509

## 4. Parametry techniczne

<b>Zasilanie</b>	Napięcie zasilania	12 – 24 V DC
	Napięcie wyjściowe	12 VDC max. 50 mA
	Pobór mocy	≤ 15 W
<b>Modem</b>	Pasma częstotliwości	FDD LTE: 700/800/900/1800/2100/2600 MHz WCDMA (3G): 900/2100 MHz GSM (2G): 900/1800 MHz
	Tryby transmisji danych	LTE/HSPA+/UMTS/EDGE/GSM
	Gniazdo karty SIM	mini-SIM (2FF)
	Złącze antenowe	SMA
<b>Łączność</b>	Interfejsy komunikacyjne	1 x Ethernet z gniazdem RJ45 1 x RS-485/RS-422 z gniazdem RJ45 1 x RS-232/RS-485/RS-422 z gniazdem RJ45
	Moduł rozszerzenia komunikacji	4 x RS-232/RS-485/RS-422 z gniazdem RJ45
	Protokoły komunikacyjne	DNP 3.0, IEC-60870-5-101/103/104, MODBUS RTU/TCP, TETRA-PEI
<b>Obudowa (standard)</b>	Wymiary (W x S x G)	99 x 90 x 114 mm
	Masa	180 g
	Materiał	PA 6,6 (klasa palności V0 wg UL 94) w kolorze RAL 7035 (jasnoszary)
	Sposób mocowania	na szynę TS-35
	Pomieszczenie pracy	zamknięte
	Stopień ochrony wg PN EN 60529	IP20
<b>Warunki środowiskowe</b>	Temperatura pracy	od -20°C do +55°C
	Temperatura przechowywania	od -20°C do +70°C
	Wilgotność względna	do 90%
	Pomieszczenie pracy	zamknięte

Urządzenie SPV RM zostało zaprojektowane jest wykonywane zgodnie z wytycznymi dyrektywy 73/23/EWG (LVD) oraz 89/336 (EMC). Ponadto urządzenie SPV RM zaprojektowano zgodnie z normami PN-EN 50091-2 i PN-EN 61010-1:2011.

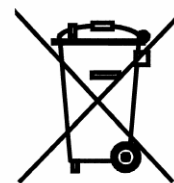


Wymiary mechaniczne

## Ochrona środowiska

Nie wyrzucać zużytego urządzenia wraz ze zwykłymi odpadkami/śmieciami.  
Zanieś je do specjalnego punktu zbierającego odpadki w celu ich utylizacji.

W ten sposób pomożesz chronić środowisko naturalne.

**Apator SA**

ul. Gdańska 4a lok. C4  
87-100 Toruń

**Lokalizacja Łódź**

ul. Wólczańska 125  
90-521 Łódź  
tel. +48 42 638 75 00  
bok.automatyka@apator.com  
[www.apator.com](http://www.apator.com)