

MODBUS TCP: Integracja z fotowoltaiką.

1. Wprowadzenie

Moduł DOMIQ/Base ma wbudowaną obsługę protokołu MODBUS TCP. W praktyce oznacza to szerokie możliwości integracji z wieloma urządzeniami. Dzięki temu możliwości inteligentnego budynku znacznie się poszerzają. Przykładem takich urządzeń są m.in. falowniki fotowoltaiczne, rekuperatory, pompy ciepła, kotły C.O. W tym samouczku zajmujemy się tymi pierwszymi, czyli falownikami fotowoltaicznymi.

2. Co zyskujesz dzięki integracji PV z DOMIQ?

Cel główny: Optymalizacja zarządzania produkowaną energią.

Optymalizacja odbywa się przez możliwość sterowania urządzeniami w budynku w zależności od parametrów pracy instalacji PV. Jest to szczególnie istotne, jeżeli nie masz magazynu energii, a produkcja jest rozliczana w formie net-billing. Moduł Base w takim scenariuszu odczytuje z falownika PV dane o produkowanej energii i wg zaprogramowanych reguł może włączyć określone urządzenia, aby zużywać energię na bieżąco bez oddawania jej do sieci elektroenergetycznej (maksymalizacja autokonsumpcji). Dodatkowo pomaga to obniżyć napięcie sieci, aby uniknąć wyłączeń instalacji PV po przekroczeniu napięcia granicznego - 253V. To z kolei przekłada się na realne zyski finansowe, gdyż zarówno nie ponosisz opłat przesyłowych, jak również nie sprzedajesz energii po bardzo niskich stawkach.

Poniżej przedstawiliśmy kilka przykładów działań, które warto wykonać w okresach największej produkcji energii przez instalację fotowoltaiczną:

1. Załączenie grzałki CWU.
2. Podniesienie temperatury zadanej bufora CWU.
3. Zwiększenie temperatury zadanej na pompie ciepła/kotle C.O.
4. Uruchomienie klimatyzacji, aby w szczycie produkcji schładzała dom.
5. Załączenie ogrzewania budynku (np. grzejniki elektryczne, piece akumulacyjne). Jest to szczególnie przydatne w okresach przejściowych (wczesna jesień/wczesna wiosna).
6. Ładowanie urządzeń bateryjnych.
7. Podgrzewanie wody w basenie/jacuzzi.

Cel dodatkowy: Monitorowanie danych

Dzięki integracji systemu DOMIQ z oprogramowaniem Grafana z łatwością możesz gromadzić dane dot. produkcji energii, parametrów pracy instalacji PV na dowolnej przestrzeni czasowej. Dodatkowo bieżące dane o pracy systemu możesz wyświetlać w aplikacji Remote. Dzięki trendom historycznym możesz zaobserwować możliwości dla jeszcze dalszej optymalizacji.

Więcej informacji na temat integracji z oprogramowaniem Grafana znajdziesz w samouczku: <https://www.domiq.pl/wiki/wykresy-w-domiq-integracja-z-grafana/>

3. Czego będziesz potrzebować?

Do wykonania przedstawionej funkcjonalności będziesz potrzebował:

1. DOMIQ/Base - moduł bazowy systemu DOMIQ.
2. Falownik fotowoltaiczny - musi być wyposażony w obsługę protokołu MODBUS TCP oraz podłączony do sieci LAN, w której pracuje moduł DOMIQ/Base.
3. Dwukierunkowy licznik energii - Ważne jest to, aby falownik potrafił komunikować się z licznikiem, co umożliwia odczyt informacji o mocy aktualnie produkowanej oraz o mocy aktualnie pobieranej przez instalację elektryczną, gdyż do realizacji przedstawionej funkcjonalności będziesz potrzebować dane o **nadwyżce produkcji**. Nasze doświadczenia potwierdzają bezproblemową integrację z falownikami takich producentów jak:
 1. Fronius
 2. Solar Edge
 3. SMA
 4. Victron
 5. GoodWe
4. Dokumentację z mapą rejestrów Modbus falownika i licznika.

4. Przykład implementacji

W tej części przedstawimy przykład integracji z falownikiem Fronius Symo-Gen24 Plus. W przypadku marki Fronius, aby uzyskać informację o tym, czy aktualnie występuje nadwyżka produkcji, niezbędne jest wyposażenie instalacji w dwukierunkowy licznik energii Fronius Smart Meter. Licznik ten współpracuje w falownikiem i z poziomu protokołu Modbus TCP jest widoczny jako osobne urządzenie.

Całość konfiguracji przedstawia zakładkę **Modbus** w konfiguratorze modułu DOMIQ/Base.

1. Kliknij **+Połączenie**, aby dodać nowe połączenie TCP z falownikiem PV.
2. W okienku **Szczegóły** uzupełnij parametry połączenia:
 1. **Nazwa** - tu wpisz nazwę tego połączenia. Nazwa nie może zawierać spacji i polskich znaków i musi być unikalna na poziomie całej konfiguracji w zakładce **Modbus**. Przykładowa nazwa: *pv*.
 2. **Typ** - wybierz *TCP*.
 3. **Adres IP** - Wpisz adres IP falownika PV w Twojej sieci lokalnej. Warto jest ustawić stały adres IP dla falownika w oparciu o adres MAC jego karty sieciowej.
 4. **Port** - domyślnie ma wartość *502*, co stanowi standardowy numer portu dla protokołu Modbus TCP.
3. Mając wybrane połączenie na liście **Struktura**, kliknij **+Urządzenie**, aby dodać definicję urządzenia dla podłączanego falownika. W oknie **Szczegóły**
 1. **Nazwa**: Wprowadź nazwę dla falownika. Przykładowe nazwy: *falownik*, *fronius*, itd.

2. **Adres:** Tu wpisz adres wybrany w ustawieniach falownika. Wartość musi być z zakresu 1 do 247. W naszym przypadku **1**.
4. Dodaj kolejną urządzenie, aby skonfigurować rejestry do odczytu danych z licznika energii.
 1. **Nazwa:** Wprowadź nazwę dla licznika. Przykładowe nazwy: *licznik*, *smartMeter* itd.
 2. **Adres:** Tu wpisz adres licznika. Wartość musi być z zakresu 1 do 247. W naszej konfiguracji **2**.

Na tym etapie konfiguracja jest identyczna dla wszystkich producentów falowników PV i w zasadzie dla wszystkich urządzeń integrowanych przez protokół MODBUS TCP w ogóle.

Najważniejszą częścią jest odpowiednie skonfigurowanie mapy rejestrów, na podstawie której moduł Base będzie odczytywał dane z urządzeń. Całość konfiguracji odbywa się w oknie **Rejestry**. Rejestry należy zdefiniować zgodnie z dokumentacją producenta. Dla zobrazowania umieszczamy konfigurację dla falownika PV Fronius i licznika Fronius Smart Meter.

Falownik

Rejestry									
Dodaj Usun									
☐	Typ	Format	Adres	Nazwa	Mnożnik	Przesunięcie	Dokładność	Opis	
☐	holding register	float	40091	ac_power			2		
☐	holding register	float	40085	v1			2		
☐	holding register	float	40087	v2			2		
☐	holding register	float	40089	v3			2		
☐	holding register	float	40101	lifetime_energy	0.001		2		
☐	holding register	float	40093	ac_freq			2		
☐	holding register	int32	40285	dc1_total_energy	0.00000001		2	[MWh]	
☐	holding register	int32	40305	dc2_total_energy	0.00000001		2	[MWh]	
☐	holding register	int16	40268	lifetime_en_scale					

Licznik Smart Meter

Rejestry									
Dodaj Usun									
☐	Typ	Format	Adres	Nazwa	Mnożnik	Przesunięcie	Dokładność	Opis	
☐	holding register	float	40129	total_energy_export	0.001		2	[kWh]	
☐	holding register	float	40137	total_energy_import	0.001		2	[kWh]	
☐	holding register	float	40081	v1			2		
☐	holding register	float	40083	v2			2		
☐	holding register	float	40085	v3			2		
☐	holding register	float	40095	freq			2		
☐	holding register	float	40097	ac_power					

5. Sterowanie urządzeniami

Na koniec przedstawimy optymalizację zużycia energii w praktyce, czyli jak zastosować dane z instalacji PV do sterowania wybranymi urządzeniami w budynku. Dla prostoty opisu przyjmiemy sterowanie grzałką bojlera, który podłączony jest do gniazdka Shelly Plug (oczywiście sterowanie może być zrealizowane w inny sposób).

Logika działania, którą przyjęliśmy jest następująca:

1. Timer w określonym oknie godzinowym co 5 minut sprawdza nadwyżkę mocy produkowanej przez instalację PV. Jeżeli ta jest większa lub równa mocy grzałki i grzałka nie jest włączona, wówczas system włączy grzałkę.

2. Jeżeli nadwyżka mocy produkowanej spadnie poniżej ustalonej wartości granicznej (u nas przyjęliśmy 1800W), uruchomiony zostanie timer odliczający 15 minut. Jeżeli ten stan utrzyma się przez 15 minut (timer odliczy do końca) grzałka zostanie wyłączona. To działanie ma na celu uniknięcie działania bojlera, kiedy nadwyżka mocy jest niewystarczająca oraz także ma chronić przed częstymi przełączeniami stanu grzałki.
3. Jeżeli w międzyczasie nadwyżka mocy produkowana przez instalację PV ponownie przekroczy oczekiwaną wartość, wówczas timer odliczający 15 minut zostanie skasowany i grzałka w dalszym ciągu będzie włączona.

Implementacja

Dla potrzeb przykładu przyjęliśmy następujące założenia:

- Moc grzałki: 2000W
- Minimalna nadwyżka mocy produkowanej przez PV: 2000W
- Graniczna wartość nadwyżki mocy: 1800W. Poniżej tej wartości uruchamiony zostanie timer na wyłączenie grzałki.
- Czas timera na wyłączenie grzałki: 15 min.
- Identyfikator Modbus, który odnosi się do nadwyżki mocy produkowanej przez PV: *MODBUS.pv.smartMeter.ac_power*
- Identyfikator gniazdka Shelly do sterowania bojlerem: *SHELLY.bojler.relay.0*
- pomocniczy identyfikator, który sygnalizuje, czy uruchomiony został timer na wyłączenie grzałki: *VAR.bojler.timer*.

Wszystkie powyższe parametry możesz dostosować do własnych potrzeb wg uznania.

WAŻNE: W przypadku licznika Fronius dostępny jest jeden rejestr określający aktualną moc instalacji. Jeżeli wartość jest dodatnia, oznacza to, że energia jest pobierana z sieci elektroenergetycznej. Jeżeli wartość tego rejestru jest ujemna, oznacza to że występuje nadwyżka mocy i energia jest oddawana do sieci. **Zatem w naszej konfiguracji wszelkie porównania wykonujemy względem wartości ujemnej, gdyż jak wspomnieliśmy wcześniej, interesuje nas nadwyżka mocy, którą chcemy wykorzystać dla maksymalizacji autokonsumpcji energii.**

Pliki konfiguracyjne opisanej poniżej procedury są załącznikiem do samouczka.

W pierwszym kroku zdefiniujemy timer, który będzie sprawdzał nadwyżkę mocy produkowanej przez instalację PV. W naszym przypadku przyjęliśmy czas działania timera w oknie od 9 do 16

1. W zakładce **Timery** dodaj timer i skonfiguruj jego parametry:
 1. W polu **Godzina** wpisz: *9,10,11,12,13,14,15*
 2. W polu **Minuta** wpisz: *0,5,10,15,20,25,30,35,40,45,50,55*
 3. W polu **Warunek** wpisz: *MODBUS.pv.smartMeter.ac_power <= -2000 and SHELLY.bojler.relay.0 == 0*
 4. **+Komenda:**
 1. **Nazwa:** *C.SHELLY.bojler.relay.0*
 2. **Wartość:** *1*
 5. Zapisz konfigurację.

Zdefiniowany w ten sposób timer będzie wywoływany przez wszystkie wymienione godziny, co 5 minut, sprawdzając za każdym razem nadwyżkę mocy PV oraz stan bojlera.

2. W zakładce **Zdarzenia** dodaj grupę (**+Grupa**). W polu **Opis** wpisz np. *Sterowanie bojlerem*.
3. Do grupy dodaj pierwsze zdarzenie. Będzie ono reagować na spadki nadwyżki mocy poniżej wartości granicznej poprzez ustawienie timera odliczającego czas do wyłączenia bojlera.
 1. **Kanał:** *E.MODBUS.pv.smartMeter.ac_power*
 2. **Dane:** zostaw puste
 3. **Warunek:** *\$D0 > -1800 and SHELly.bojler.relay.0 == 1 and VAR.bojler.timer == 0*
 4. **Akcje:**
 1. **+Komenda** - ustawienie timera na 15 minut, który ma wyłączyć bojler:
 1. **Nazwa:** *TIMER.bojler_off.15min.C.bojler*
 2. **Wartość:** *0*
 2. **+Komenda** - oznaczenie poprzez zmienną VAR, że timer został uruchomiony.
 1. **Nazwa:** *C.VAR.bojler.timer*
 2. **Wartość:** *1*
4. Dodaj drugie zdarzenie. To zdarzenie jest makrem dla wyłączenia bojlera oraz jednocześnie wyzerowuje zmienną VAR sygnalizującą uruchomienie timera dla automatycznego wyłączenia bojlera.
 1. **Kanał:** *C.bojler*
 2. **Dane:** *0*
 3. **Akcje:**
 1. **+Komenda**
 1. **Nazwa:** *C.SHELly.bojler.relay.0*
 2. **Wartość:** *0*
 2. **+Komenda:**
 1. **Nazwa:** *C.VAR.bojler.timer*
 2. **Wartość:** *0*
5. Do grupy dodaj kolejne zdarzenie. Będzie ono reagować na wzrost nadwyżki mocy powyżej oczekiwanej wartości. Rezultatem działania tego zdarzenia jest kasowanie timera, który odlicza czas do automatycznego wyłączenia bojlera.
 1. **Kanał:** *E.MODBUS.pv.smartMeter.ac_power*
 2. **Dane:** zostaw puste
 3. **Warunek:** *\$D0 <= -2000 and VAR.bojler.timer == 1*
 4. **Akcje:**
 1. **+Komenda** - skasowanie timera.
 1. **Nazwa:** *TIMER.bojler_off.0*
 2. **Wartość:** *0*
 2. **+Komenda** - wyzerowanie zmiennej informującej o uruchomionym odliczaniu.

1. **Nazwa:** *C.VAR.bojler.timer*

2. **Wartość:** *0*

6. Zapisz konfigurację.

6. Podsumowanie

Jeżeli doszedłeś do tego miejsca - gratulacje! Ufamy, że dzięki zastosowaniu integracji DOMIQ z instalacją PV możliwości inteligentnego budynku rozszerzą się jeszcze bardziej i realnie przełożą się na optymalizację zużycia energii, co również da efekt finansowy.