

Rozwiązania dla zasilania systemów magazynowania energii w gospodarstwie domowym

Współcześnie znacząco wzrosło zapotrzebowanie na energię elektryczną, co w rezultacie wymusiło poszukiwanie nowych źródeł do pozyskiwania energii. Jedną z takich technologii jest generowanie „zielonej energii” z wykorzystaniem energii słonecznej. Ze wsparciem wielu rządów i znacznie mniejszymi kosztami związanymi z generowaniem energii, systemy te sukcesywnie wprowadzane są w dziesiątkach tysięcy gospodarstw domowych na całym świecie. Firma Mornsun ma w ofercie rozwiązania, które są przeznaczone do systemów zasilania z panelami fotowoltaicznymi. Jest to cały szereg produktów, które upraszczają i zwiększają efektywność całego systemu.

Z trwającym rozwojem projektów The Million Solar Roofs¹ (Stany Zjednoczone) i Energiewende² (znany jako „przemiana energii”, Niemcy) systemy produkcji oraz magazynowania energii w gospodarstwach domowych są szeroko prezentowane i promowane w ponad 50 krajach na całym świecie. Są one szczególnie popularne tam, gdzie lokalne rządy udzielają dotacji rodzinom, które decydują się na wykonanie i użytkowanie systemu generowania energii elektrycznej z użyciem energii słonecznej. W rezultacie większość rodzin nie tylko osiąga samowystarczalność energetyczną w gospodarstwie domowym, ale również ma nadmiar energii, który odsprzedaje. W związku z tym, że taka „przydomowa elektrownia” pracuje tylko w dzień, a domownicy potrzebują energii elektrycznej głównie nocą, rośnie zapotrzebowanie na systemy magazynowania energii elektrycznej.

Akumulator pracujący w systemie magazynowania energii jest rozładowywany w razie spadku ilości energii dostarczanej przez ogniwo fotowoltaiczne, a także podczas szczytowych okresów poboru energii lub przy wyłączeniu głównego zasilania dostarczanego przez sieć elektroenergetyczną. Dodatkowo taki system może też pełnić funkcję zasilania awaryjnego.

W wielu wypadkach taki system zasilania jest w stanie zaspokoić potrzeby przeciętnego gospodarstwa domowego, a tym samym obniżyć koszt energii elektrycznej dostarczanej przez operatorów zewnętrznych. Perspektywy rozwoju rynku systemów magazynowania energii są bardzo obiecujące, ponieważ promuje on nową technologię wytwarzania energii i przyczynia się do tworzenia tzw. inteligentnej sieci energetycznej, która w niedalekiej przyszłości może zastąpić tradycyjną sieć dystrybucji elektryczności³.

Struktura i komponenty systemu magazynowania energii w gospodarstwie domowym

Możemy wyróżnić dwa rodzaje systemów: takie, które są dołączone do sieci elektroenergetycznej (*on-grid*) oraz odłączone od sieci i pracujące niezależnie od niej (*off-grid*).

System magazynowania energii przyłączony do sieci energetycznej jest systemem mieszanym, składającym

Więcej informacji:

Elhurt Sp. z o.o. (główna siedziba firmy)
ul. Galaktyczna 35 A, 80-299 Gdańsk
tel. +48 58 554 08 00...04
faks +48 58 554 08 06
elhurt@elhurt.com.pl, mornsun@elhurt.com.pl
<http://mornsun.elhurt.com.pl>, www.elhurt.com.pl



się z 5 kluczowych elementów, takich jak: ogniwo fotowoltaiczne, inwerter dołączony do sieci energetycznej, system zarządzania baterią akumulatorów (BMS), pakiet akumulatorów przeznaczony do magazynowania energii oraz obciążenie.

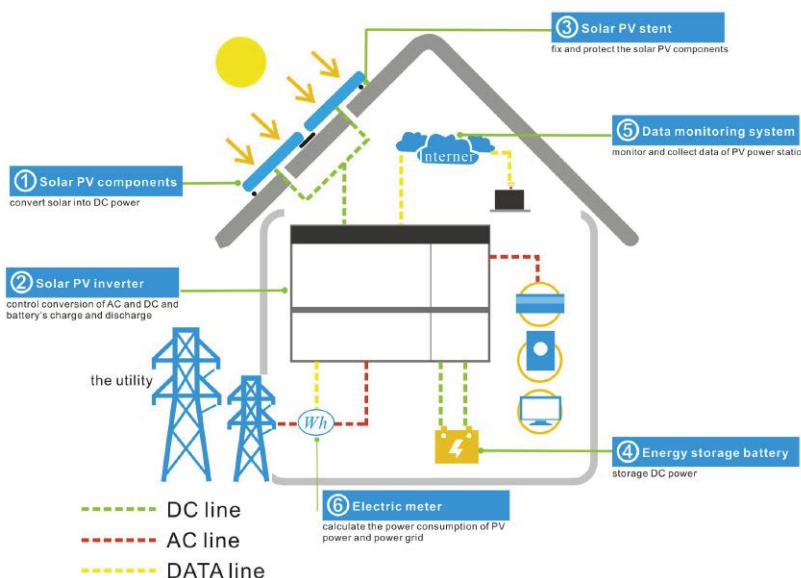
W momencie, kiedy nastąpi wstrzymanie dopływu prądu z sieci energoelektrycznej, zostaje załączony system solarny. Zasila on obiekt bezpośrednio z ogniw wytwarzających energię, a także z baterii, które zostały wcześniej naładowane. System działa w trzech trybach:

- **Tryb I:** energia słoneczna ładuje akumulatory i zasila instalację budynku.
- **Tryb II:** energia słoneczna jest wykorzystywana do ładowania akumulatorów, a także zapewnia część energii elektrycznej w gospodarstwie domowym.
- **Tryb III:** energia słoneczna zapewnia jedynie ładowanie akumulatorów.

System magazynowania energii w gospodarstwie domowym, pracujący w trybie *on-grid*, pokazano na **rysunku 1**.

System magazynowania energii *off-grid* pracuje niezależnie od sieci energetycznej i dlatego nie wymaga inwertera dołączonego do sieci elektroenergetycznej, a jedynie inwertera współpracującego z ogniwem fotowoltaicznym. W takim systemie również możemy wyróżnić trzy tryby pracy:

- **Tryb I:** energia słoneczna jest gromadzona przez system oraz jednocześnie zaopatruje budynek w energię elektryczną podczas słonecznych dni.



Rysunek 1. Schemat systemu magazynowania energii w gospodarstwie domowym pracującego w trybie on-grid (źródło: www.fortunenergy.com)

- **Tryb II:** energia słoneczna oraz energia zgromadzona w bateriach zasilają gospodarstwo domowe w pochmurne dni.
- **Tryb III:** energia zgromadzona w bateriach zasilają budynek o zmierzchu i w deszczowe dni.

System magazynowania energii pracujący w trybie *off-grid* zilustrowano na **rysunku 2**.

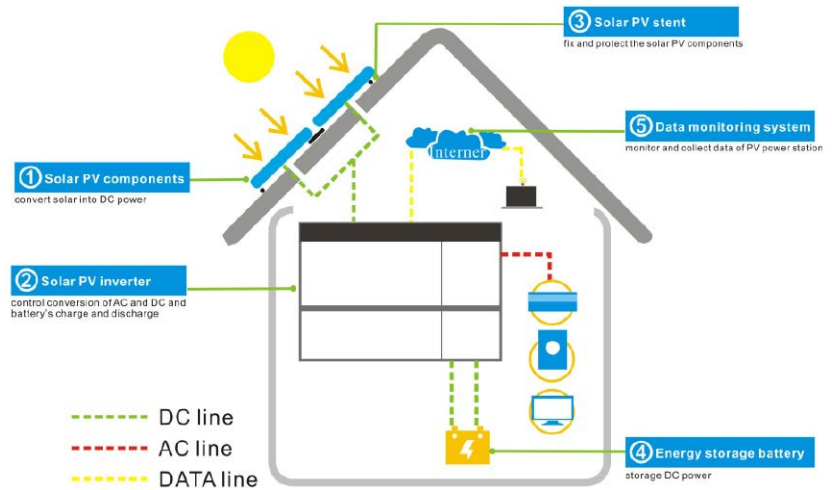
Podsumowując, kompletny system gromadzenia energii z ogniw fotowoltaicznych składa się z głównego systemu zarządzającego bateriami (BMS), inwertera zasilanego z ogniw fotowoltaicznych, połączonego z siecią zasilającą oraz inwertera zasilanego z akumulatorów przechowujących energię.

Co ważne, niezależnie od zastosowanego rozwiązania, cała instalacja musi spełniać wszelkie wytyczne i wymagania dla układów fotowoltaicznych odnośnie do bezpieczeństwa ich użytkowania. Firma Mornsun posiada w ofercie kompletne rozwiązanie przeznaczone do zasilania sterownika takiego systemu.

Rozwiązania do zasilania systemu zarządzania baterią (BMS)

Najważniejszym komponentem całego systemu przechowującego zgromadzoną energię jest bateria akumulatorów, dlatego musi ona być nieprzerwanie monitorowana w czasie rzeczywistym⁴. Z tego powodu niezmiernie ważne jest wykonanie bardzo dobrego systemu zarządzania baterią (BMS).

Sterownik baterii (BCU) komunikuje się w czasie rzeczywistym za pomocą interfejsu CAN z jednostką monitorującą baterię (BMU). Przesyłane są informacje na temat napięcia poszczególnych ogniw baterii, temperatury otoczenia, w którym pracuje akumulator, rezystancji izolacji oraz inne, kluczowe parametry pracy. Obecny w systemie czujnik natężenia prądu zbiera ważne dane na temat prądu ładowania i rozładowania oraz



Rysunek 2. Schemat systemu magazynowania energii w gospodarstwie domowym pracującego w trybie *off-grid* (źródło: www.fortunenergy.com)

umożliwia dynamiczne wykonywanie obliczeń parametrów pracy. Jednostka BCU wyznacza i analizuje wszystkie informacje związane z baterią ogniw. Otrzymane wyniki wyświetlane są na kolorowym ekranie LCD z panelem dotykowym. Następnie jednostka BCU inteligentnie zarządza funkcjonowaniem całego systemu, przy czym komendy są przesyłane przez magistralę CAN. Dodatkowa ochrona ładowania i rozładowania baterii akumulatorów jest zapewniana za pomocą przekaźnika. Schemat blokowy opisywanego rozwiązania zaprezentowano na **rysunku 3**.

Podstawą funkcjonowania systemu zarządzania baterią (BMS) jest zapewnienie bezpiecznej izolacji napięcia. Główna jednostka zarządzająca jest zasilana napięciem 24 V DC, a całkowity pobór mocy nie przekracza 5 W. Nie jest to jednak napięcie, którym można bezpośrednio zasilić główny procesor jednostki BMS. Dlatego idealną przetwornicą do jego

REKLAMA

Kompaktowy wymiar przy zakresie wejściowym 90-528VAC

Przetwornica AC/DC dedykowana do 3-fazowych inteligentnych liczników



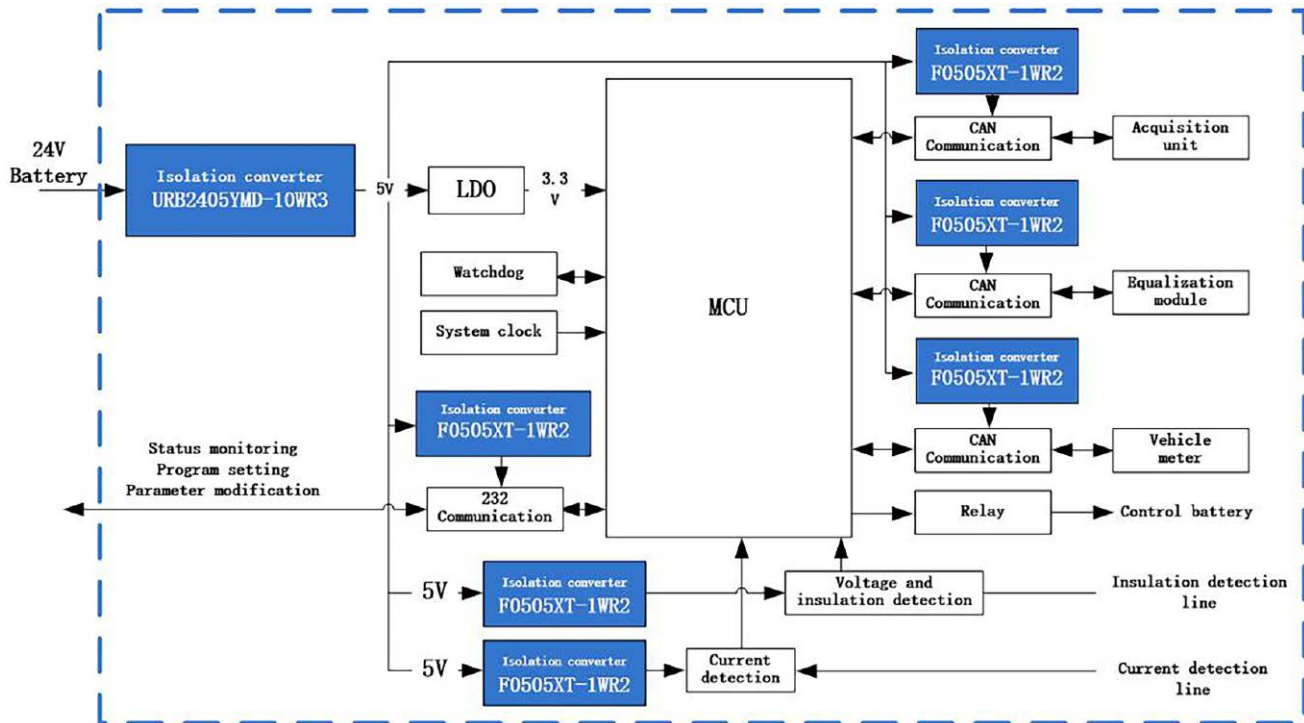
Główne cechy:

- Szeroki zakres napięć wejścia: 90-528VAC/100-745VDC
- Izolacja: 4000VAC (SIP) / 3000VAC (DIP)
- Ochrona na wyjściu: przeciwzwarcieniowa oraz przeciwprzepięciowa
- Zgodna ze standardem UL60950/EN60950/FCC

Seria 3W:

LS03-16BxxSS
LD03-16Bxx





Rysunek 3. Rozwiązania dla zasilania systemu zarządzania baterią (BMS)

Źródła zasilania firmy Mornsun

Przetwornice DC/DC izolowane, o szerokim zakresie napięcia wejściowego

Podstawowe parametry:

- Szeroki zakres napięcia wejściowego (4:1).
- Zakres temperatury pracy: $-40...+85^{\circ}\text{C}$.
- Izolacja: 1,5 kV DC.
- Sprawność do 78%.
- Pobór mocy poniżej 0,12 W w stanie nieobciążonym.
- Zabezpieczenie przed zbyt wysokim napięciem wyjściowym.
- Ochrona przed przepięciem i zwarcie na wyjściu.
- Zgodne z normami CISPR22/EN55022 class A bez dodatkowych komponentów zewnętrznych.
- Spełniają wymagania norm UL6095, EN60950 oraz IEC60950.



Przetwornice DC/DC izolowane o stałym napięciu wejściowym

Podstawowe parametry:

- Stała ochrona przed zwarcie.
- Zakres temperatury pracy: $-40...+105^{\circ}\text{C}$.
- Izolacja: 3 kV DC.
- Szumy na wyjściu mniejsze niż 50 mV.
- Sprawność do 80%.



Izolowane przetwornice AC/DC

Podstawowe parametry:

- Uniwersalny zakres napięcia wejściowego 85...264 V AC/100...370 V DC.
- Regulowane napięcie wyjściowe.
- Niewielki poziom szumów na wyjściu.
- Izolacja 3 kV AC.
- Zabezpieczenie przed przepięciem i zwarcie na wyjściu.
- Zgodność z normami IEC60950, UL60950, EN60950.
- Obudowa z tworzywa sztucznego spełniającego normę UL94V-0.



zasilania jest URB2405YMD-10WR3, która dostarcza do obciążenia moc 10 W przy napięciu wyjściowym 5 V. Jest ona też polecana do zasilania przetwornicy DC/DC F0505XT-1WR2 oraz regulatora napięcia (LDO).

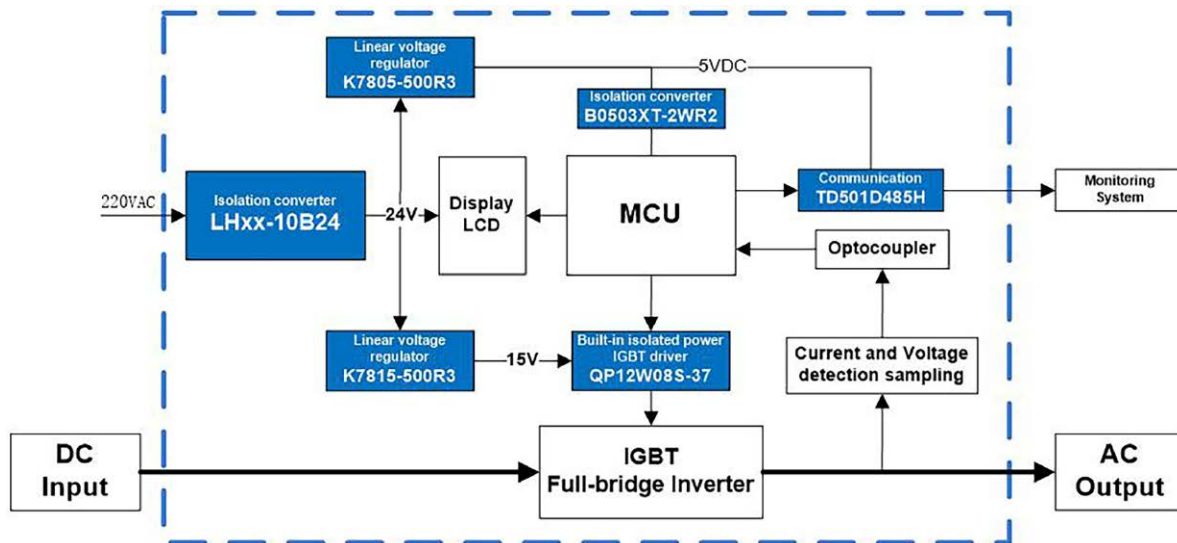
Stabilizator LDO obniża napięcie 5 V DC do 3,3 V do zasilania głównego modułu sterowania (MCU). W całym systemie wykorzystuje się 6 przetwornic F0505XT-1WR2, które są używane do zasilania 4 modułów CAN, obwodu wykrywającego napięcie, obwodu mierzącego rezystancję izolacji, obwodu detektora prądu. Jednocześnie wspomniane przetwornice zapewniają bezpieczną izolację galwaniczną pomiędzy obwodami zasilającymi wysokiego napięcia a obwodami sygnałowymi, włączając w to moduły interfejsowe. Wykorzystywane są też do zredukowania zaburzeń EMI oraz polepszenia stabilności pracy całego układu.

Warto nadmienić, że w ofercie Mornsun jest dostępna przetwornica CF0505XT-1WR2 spełniająca wymagania standardów obowiązujących w przemyśle motoryzacyjnym, która jest szeroko wykorzystywana przez producentów pojazdów w samochodowych systemach zarządzania bateriami (BMS).

Rozwiązania dla jednostki monitorującej pracę inwertera solarnego

Komponenty wchodzące w skład układu zasilania z ogniw fotowoltaicznych gromadzą energię i przekształcają ją z prądu stałego w przemienny. Praca inwertera musi być monitorowana, kontrolowana, a także musi być zapewniona komunikacja z pozostałymi komponentami systemu. W tym wypadku urządzenie monitorujące pracę może być zasilane bezpośrednio przez sam system.

Na **rysunku 4** zilustrowano schemat blokowy takiego systemu. Przetwornica izolowana Mornsun z serii LH jest zasilana bezpośrednio z ogniw fotowoltaicznych, a następnie dostarcza napięcie wyjściowe o wartości 24 V DC. Jest ono obniżane przez nieizolowany regulator impulsowy typu K7805-500R3 do wartości 5 V DC. Po drodze jest włączona przetwornica B0503XT-2WR2 zapewniająca izolację galwaniczną, której zadaniem jest zasilanie głównego modułu sterującego napięciem 3,3 V. W układzie zastosowano także izolowany moduł nadawczo-odbiorczy o dużej szybkości transmisji TD501D485H, który separuje zakłócenia elektromagnetyczne oraz podwyższa rezystancję pętli uziemienia dla ochrony systemu. Firma Mornsun wprowadziła do oferty izolowany sterownik QP12W08S-37, który zawiera zasilacz prądu stałego, specjalistyczny sterownik do układów pełnomostkowych IGBT. Jego zadaniem jest skrócenie



Rysunek 4. Rozwiązanie dla jednostki monitorującej pracę inwertera zasilanego ogniwem fotowoltaicznym

prac projektowych, czasu do wdrożenia produktu, a także ogólna poprawa jakości obwodu. Rozwiązanie dla jednostki monitorującej pracę inwertera zasilanego ogniwem fotowoltaicznym pokazano na **rysunku 4**.

Rozwiązania dla jednostki monitorującej pracę inwertera solarnego dołączonego do sieci energetycznej

Inwerter dołączony do sieci jest nazywany inwerterem dwukierunkowym, magazynującym energię. Składa się z przetwornicy AC/DC i DC/DC, głównego modułu sterującego, modułu komunikacji oraz przekaźnika przeniesienia. Dwukierunkowy inwerter gromadzący energię jest zasilany przez dwa źródła: jedno to sieć elektroenergetyczna, a drugie to ogniwo fotowoltaiczne.

Schemat takiego systemu pokazano na **rysunku 5**. Konstruktor dobierający przetwornicę AC/DC dla danego systemu powinien przede wszystkim wziąć pod uwagę wartość napięcia zasilającego główną płytę sterującą i wentylator. W opisywanym systemie zapotrzebowanie na moc wynosi powyżej 15 kW. Przetwornica AC/DC LH40-10B24 dostarcza napięcie wyjściowe 24 V. Jest ona polecana do zasilania wentylatora oraz głównego układu sterującego. Dodatkowo, dla głównego układu sterującego jest zalecane użycie przetwornicy DC/DC R3 URB2415YMD-10WR3, która idealnie nadaje się do zasilania sterownika IGBT oraz URB2405YMD-6WR3 do zasilania głównego modułu sterowania (MCU) i modułu komunikacji.

W procesie produkcji przetwornic z serii URB_YMD-6/10WR3 wdrożono w pełni zautomatyzowany proces, co znacząco obniżyło koszty pracy, a w rezultacie pozwoliło na zaoferowanie tych produktów w konkurencyjnej cenie.

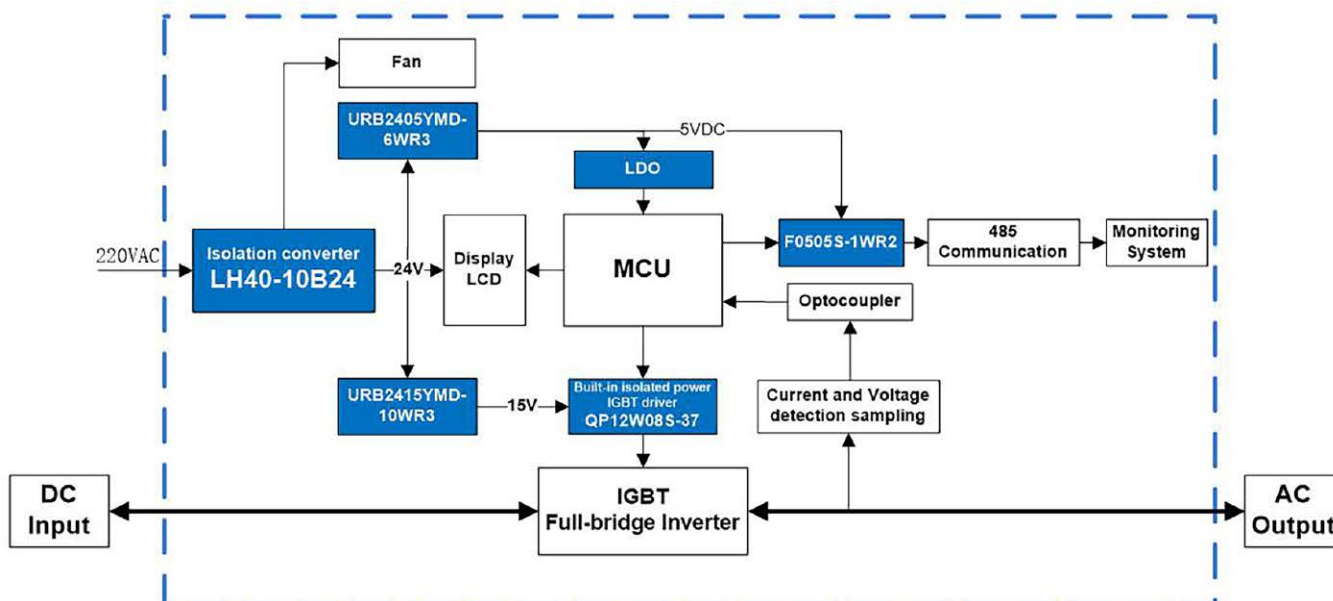
Podsumowanie

Uniwersalne systemy magazynowania energii elektrycznej w gospodarstwie domowym są rozsądnym trendem rozwojowym dla światowej energetyki. Firma Mornsun zapewnia kompletne rozwiązania w zakresie urządzeń przeznaczonych do zasilania kluczowych komponentów systemów wykorzystujących ogniwa fotowoltaiczne. Zaprojektowano je w taki sposób, aby ułatwić wdrożenie projektu, zredukować koszty jego wdrożenia i utrzymania oraz polepszyć jakość oraz bezpieczeństwo całego systemu.

Elhurt Sp. z o.o.

Przypisy:

- 1) „The California million solar roofs initiative”, SCCGOV.
- 2) „The German Energiewende book”, Craig Morris, Martin Pehnt, 12/2016.
- 3) „The Energy Storage Market in Germany”, Issue 2017/2018, Germany Trade & invest. 2017.
- 4) „Lithium battery is expected to dominate the household energy storage market”, www.kuyibu.com, 2014.



Rysunek 5. Rozwiązania jednostki monitorującej pracę inwertera dołączonego do sieci elektrycznej