

[RAPORT – zapowiedź]

CHARAKTERYSTYKI OBCIĄŻENIA TYPOWYCH ODBIORNIKÓW ENERGII W GOSPODARSTWACH DOMOWYCH

Jarosław Michalak*, Marcin Zygmanowski*

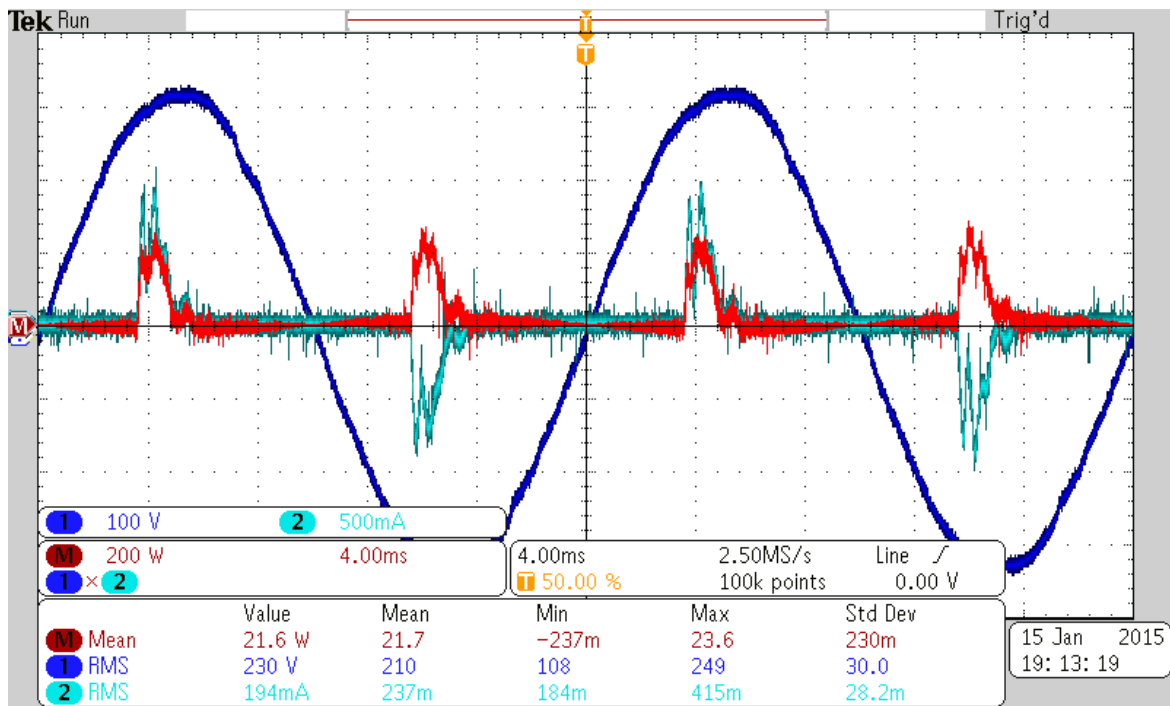
Wstęp

W prosumenckich mikroinfrastrukturach energetycznych zarządzanie energią zużywaną przez odbiorniki stanowi jedno z ważniejszych zagadnień. Przy ograniczeniach wynikających z ilości produkowanej energii i ilości energii zmagazynowanej w zasobnikach (szczególnie przy założeniu trybu pracy off-grid) zarządzanie pracą odbiorników jest jedną z metod zapewnienia dłuższego okresu pracy urządzeń o działaniu priorytetowym. Podstawową metodą zarządzania jest odłączanie odbiorników o niższym priorytecie w przypadku niedoborów energii. Alternatywą może być również regulacja napięcia na zaciskach wybranych odbiorników i poprzez to wpływanie na ich pracę. Obniżanie napięcia na zaciskach odbiorników może prowadzić do zmniejszania ich mocy i poprzez to pozwala na dłuższe korzystanie z energii w zasobnikach. Z tego punktu widzenia niezbędnym jest gromadzenie wiedzy o właściwościach typowych odbiorników w gospodarstwach jednorodzinnych. Potrzeba gromadzenia wiedzy wynika z faktu, że ze względu na sprzedaż tych urządzeń do różnych krajów wiele z nich charakteryzuje się możliwością zasilania różnymi napięciami (zakres 110 – 240 V) bez zmian ich mocy pobieranej. Niektóre natomiast umożliwiają wpływanie na pobieraną moc za pomocą napięcia. W niniejszym opracowaniu przedstawiono wyniki pomiarów właściwości wybranych odbiorników i na tej podstawie opracowano możliwość ich sterowania. W niniejszej Zapowiedzi ograniczono się do problematyki związanej ze źródłami oświetlenia.

Właściwości wybranych źródeł światła

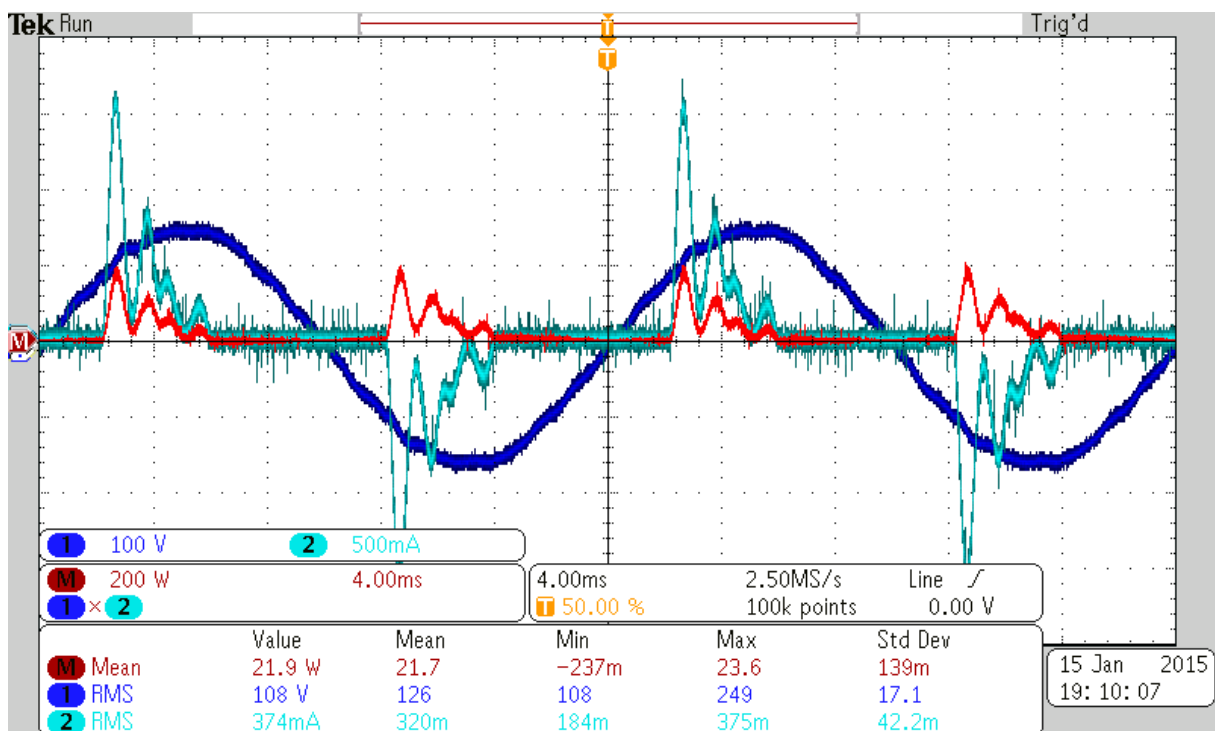
Do typowych źródeł światła aktualnie w gospodarstwach domowych należy: oświetlenie żarowe, oświetlenie z lampami wyładowczymi (tzw. świetlówki kompaktowe) i oświetlenie bazujące na diodach LED o białym kolorze światła. Ze względu na dyrektywy Unii Europejskiej oświetlenie żarowe w użytku domowym jest stopniowo wycofywane i jego wykorzystanie ma charakter zanikający. Rezygnacja z oświetlenia żarowego w gospodarstwach domowych wynika również ze stosunkowo małego strumienia świetlnego w porównaniu do mocy źródła światła. Świetlówki kompaktowe, ze względu na stosunkowo długi czas występowania na rynku, mają już ugruntowaną pozycję, natomiast w ostatnich latach następuje wzrost zainteresowania źródłami światła bazującymi na diodach LED.

* Dr inż. Jarosław Michalak, dr inż. Marcin Zygmanowski – Katedra Energoelektroniki, Napędu Elektrycznego i Robotyki, Wydział Elektryczny, Politechnika Śląska.



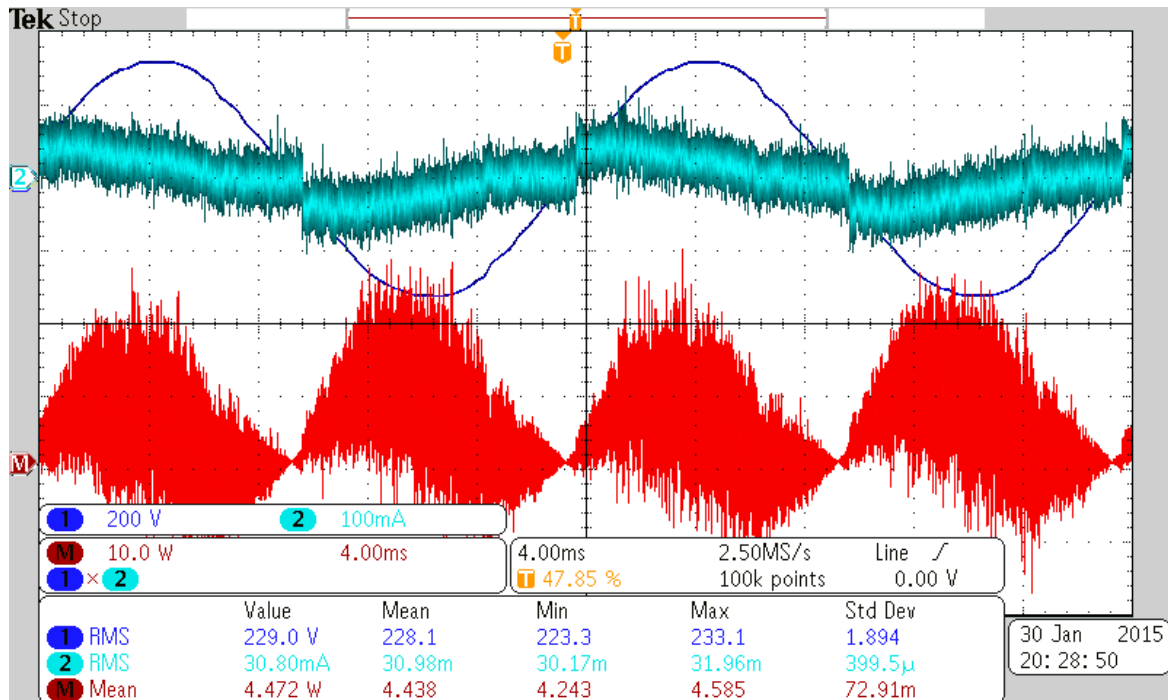
Rys.1. Lampa LED z dedykowanym zasilaczem 600 mA DC (230 V)

Ponieważ w źródłach żarowych charakterystyka mocy (i strumienia świetlnego) jest znana, a dodatkowo jednym z pierwszych zagadnień, przy ograniczaniu zużycia energii, jest wymiana tego oświetlenia na inne rodzaje – ten typ źródeł został pominięty w dalszej analizie.



Rys.2. Lampa LED z dedykowanym zasilaczem 600 mA DC (108 V)

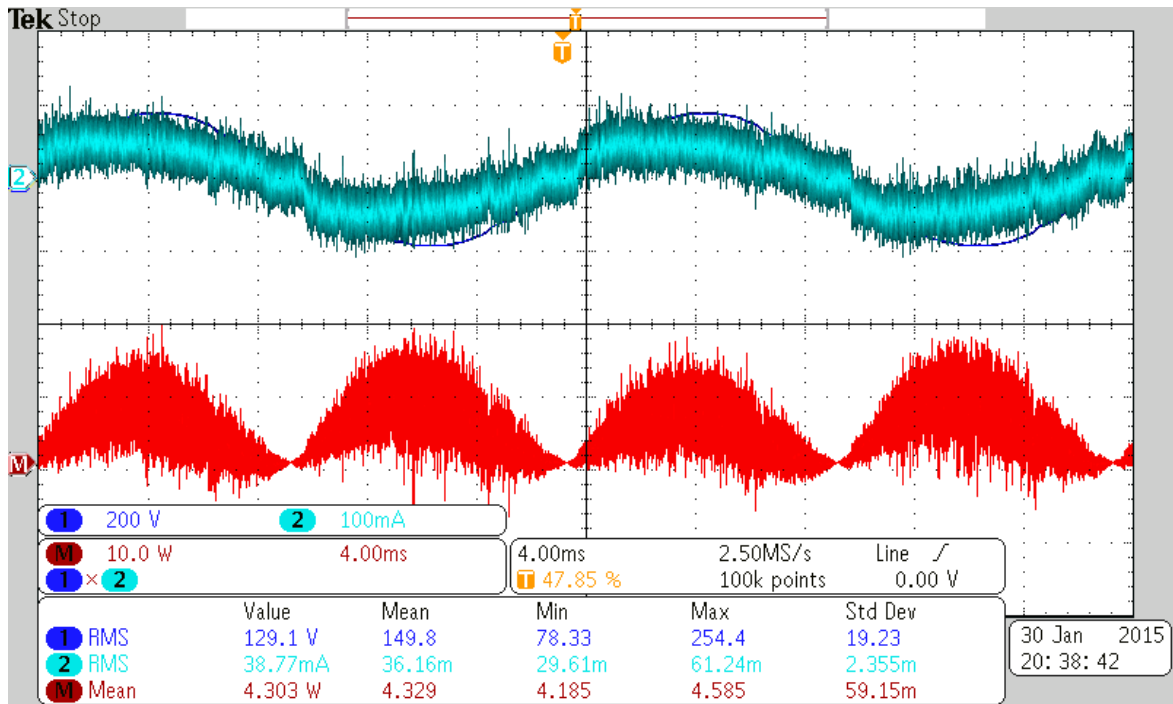
Przeprowadzony test polegał na sprawdzeniu mocy czynnej pobieranej przez źródła światła, przy różnych poziomach napięcia zasilania. Pomiary wielkości elektrycznych zostały dokonane za pomocą oscyloskopu. Na rysunkach 1-6 pokazane są przebiegi dla lampy LED 20 W z dedykowanym zasilaczem 230 V o prądzie wyjściowym 600 mA, lampy LED 5 W 220-240 V ze stabilizacją prądu, lampy LED 4 W 220-240 V bez stabilizacji prądu i świetlówki kompaktowej 230 V, 14 W.



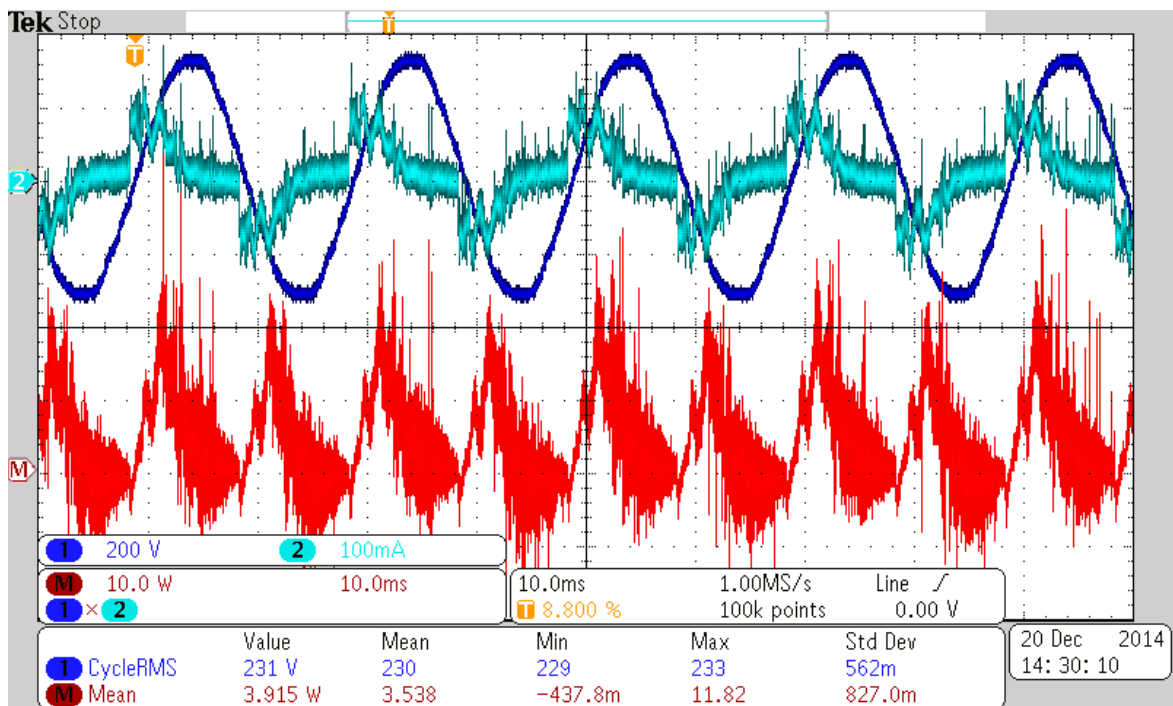
Rys.3. Lampa LED 5W, ze stabilizacją prądu (230 V)

W każdym z pokazanych na rysunkach 1-4 przypadków można zauważyć, że przebiegi wejściowe prądu są odkształcone, a wartość uśredniona z przebiegów mocy chwilowej (kolor czerwony) jest bliska mocy znamionowej źródła światła (przy napięciu znamionowym) w każdym z przedstawionych przypadków.

W pierwszym rozwiązaniu (lampa LED z zasilaczem) układ zasilania zawiera najczęściej transformator wysokiej częstotliwości i przekształtnik do regulacji prądu. Przy zmianach napięcia wejściowego – zmienia się zarówno wartość jak i przesunięcie podstawowej harmonicznej prądu względem napięcia. Natomiast moc (jak i strumień świetlny) źródła światła nie zmienia się. Wynika to z faktu, że zastosowany w źródle LED zasilacz jest dedykowany na napięcia z zakresu 110-240V. Wśród rozwiązań żarówek LED, dedykowanych na napięcie 220-240 V można znaleźć zarówno rozwiązania ze stabilizacją prądu jak i bez. W pierwszym przypadku (rysunki 3 i 4) przy zmianach napięcia zasilania zmienia się prąd sieci, niemniej strumień świetlny (i moc pobierana z sieci nie zmienia się). Zwiększenie prądu źródła powoduje dodatkowe nagrzewanie się żarówki LED, co jest zjawiskiem niepożądanym.



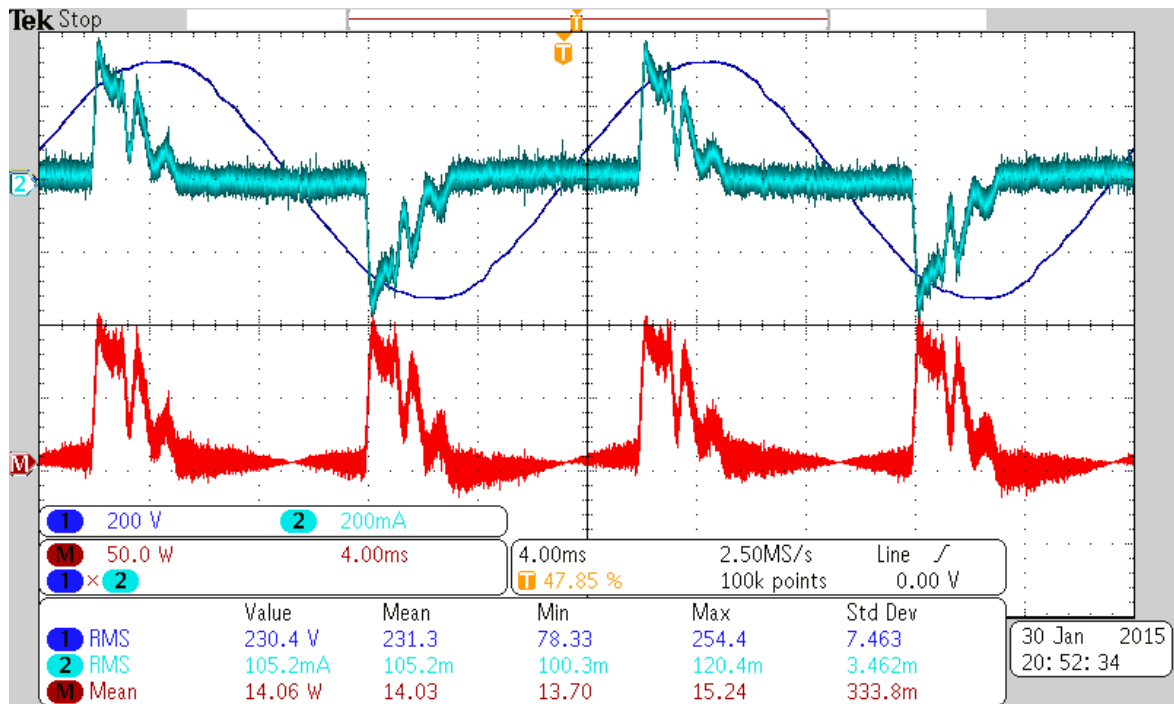
Rys. 4. Lampa LED 5W, ze stabilizacją prądu (109 V)



Rys.5. Lampa LED 230V, 4W

W innych rozwiązaniach oświetlenia typu LED (rysunek 5) występuje układ wejściowy składający się z filtra RC po stronie sieci zasilającej, prostownika diodowego i ewentualnego filtra pojemnościowego za prostownikiem. Filtr RC wejściowy powoduje przesunięcie chwil załączania układu prostownika i dzięki temu ograniczenie napięcia wyjściowego na samych diodach LED. W takim przypadku istnieje możliwość wpływania na moc/strumień świetlny źródła światła poprzez zmiany napięcia wejściowego, ale możliwe jest to poprzez obniżanie

amplitudy tego napięcia, przy zachowaniu kształtu. Wynika to z zastosowania wzmiankowanego wcześniej wejściowego filtra RC, który w przypadku regulacji napięcia w układzie tyrystorowego regulatora napięcia przemiennego z regulacją fazową nie spełniałby swojej funkcji. W przypadku świetlówki kompaktowej obwód zasilający zawiera na wejściu prostownik diodowy z filtrem.

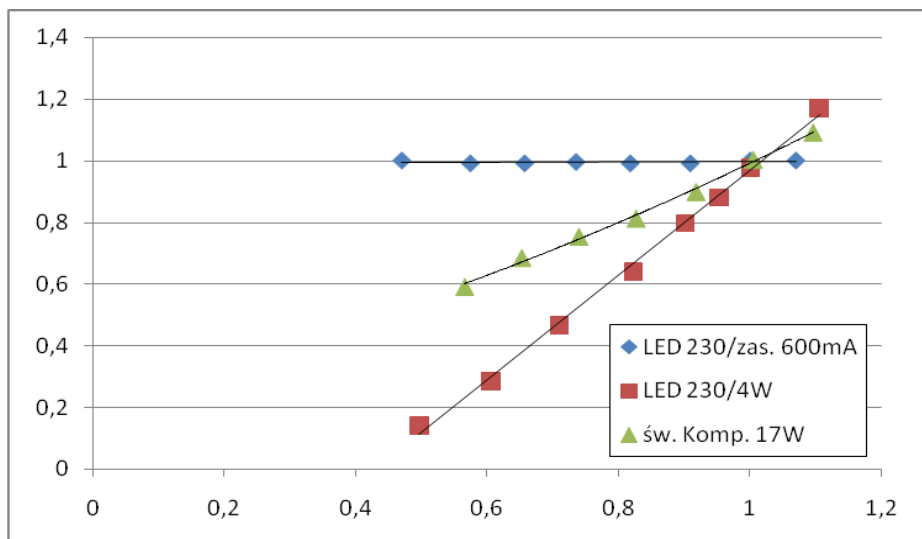


Rys. 6. Świetlówka kompaktowa 230V, 14W

Wpływ napięcia na źródła światła został zbadany w układzie z autotransformatorem, co ma znaczenie z punktu widzenia zastosowanych w układach zasilania rozwiązań. Wyniki zostały przedstawione w postaci tab. 1 oraz charakterystyk (wielkości odniesione zostały tu do wartości znamionowych).

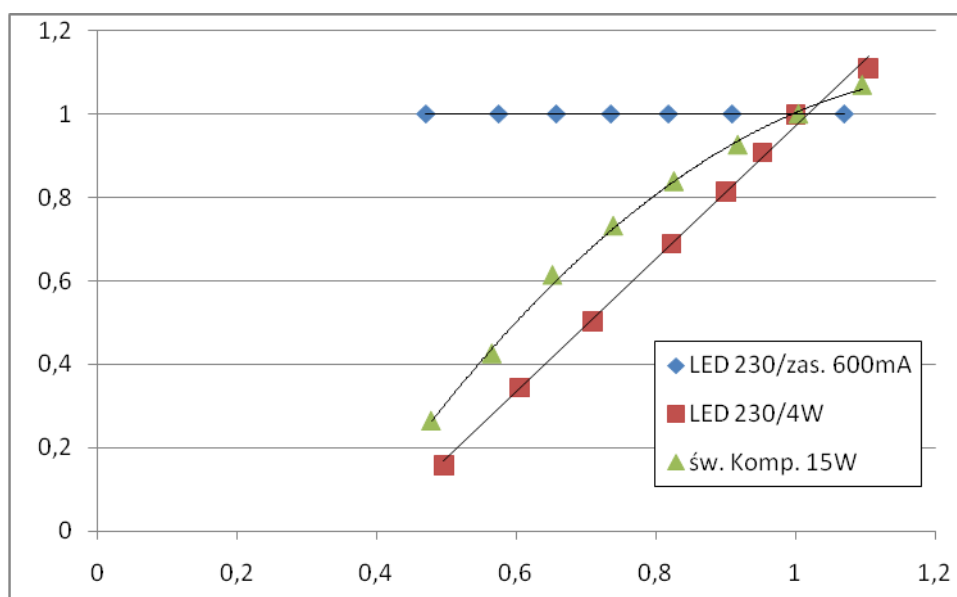
Tab. 1. Wpływ zmian napięcia na moc źródeł światła

źródło światła					
LED z zas. 600mA		LED 230V, 2,5 W		Św. komp. 230, 7W	
U [V]	P [W]	U [V]	P [W]	U [V]	P [W]
230	21,8(203mA)	230	3,91	231	7,02
246	21,8(190mA)	254	4,68	252	7,54
209	21,6(218mA)	219	3,52	215	6,4
188	21,6(240mA)	207	3,19	189	5,55
169	21,7(249mA)	189	2,56	160	4,65
151	21,6(260mA)	163	1,86	122	3,44
132	21,6(292mA)	139	1,14	100	2,59
108	21,8(365mA)	114	0,56		



Rys. 7. Wpływ zmian napięcia na moc źródeł światła odniesione do wartości znamionowych

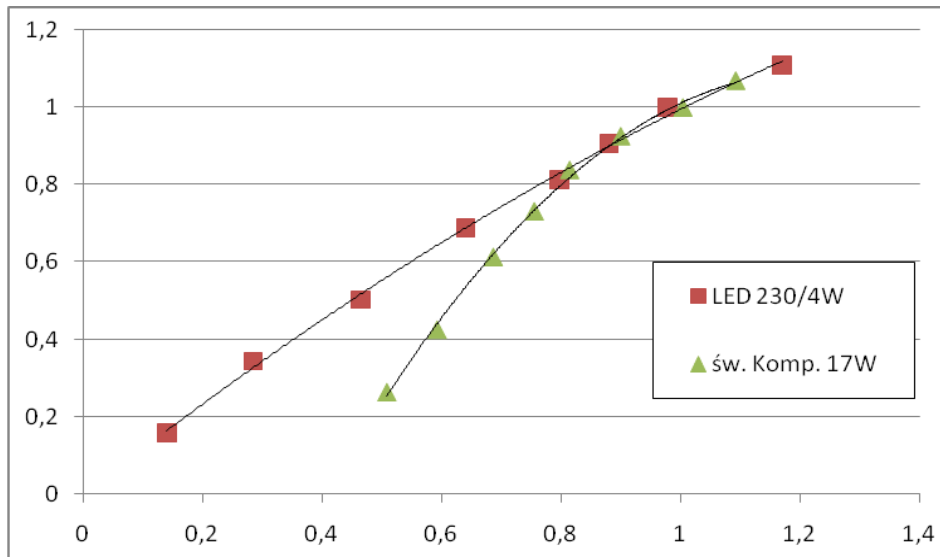
Dla pierwszego źródła przy zmianach napięcia zasilania moc pobierana z sieci nie zmienia się. Rośnie natomiast prąd pobierany ze źródła. Dla takiego rozwiązania regulacja mocy za pomocą napięcia nie jest możliwa, jednak dzięki tej właściwości możliwe jest zasilanie źródeł światła z niższego napięcia (np. bezpośrednio z zasobnika akumulatorowego o napięciu niższym niż 230 V). Ważne jest w tym przypadku stosowanie rozwiązań dostosowanych do zasilania niższym napięciem, aby nie uszkodzić ich termicznie.



Rys. 8. Wpływ zmian napięcia na natężenie oświetlenia odniesione do wartości znamionowych

W pozostałych przedstawionych przypadkach widoczna jest zmienność mocy źródeł światła w zależności od napięcia zasilania (rysunek 7). Zmianom mocy źródeł towarzyszą obserwowalne zmiany strumienia świetlnego (rysunek 8). Uzyskane wyniki pokazują, że zmiany mocy (w zakresie 0,5-1,1 U_N) są praktycznie liniowe zarówno dla rozwiązań lamp LED (bez dedykowanych zasilaczy), jak i świetlówek kompaktowych, co umożliwia

wykorzystanie tego faktu do ograniczania mocy pobieranej z zasobników przy zachowaniu określonego (ograniczonego) poziomu oświetlenia w pomieszczeniach. W założonym zakresie zmian napięcia natężenie oświetlenia zmienia się praktycznie liniowo z napięciem, natomiast w przypadku świetlówki kompaktowej zmiany strumienia są nieliniowe. Można więc stwierdzić, że w przypadku zmian napięcia możliwa jest regulacja zarówno mocy jak i natężenia światła. Należy przy tym pamiętać, że w przypadku świetlówki kompaktowej obniżenie napięcia może powodować problemy z załączaniem świetlówki.



Rys. 9. Wpływ zmian mocy na natężenie oświetlenia odniesione do wartości znamionowych

Księga Szkocka

Teza. Zapowiedź pokazuje dobitnie potrzebę wielkiego nowego „otwarcia” w badaniach charakterystyk typu U-P, U-EU, P-EU, ... (U- napięcie; P – moc; EU – efekt użytkowy, np. natężenie oświetlenia źródła światła, moc mechaniczna elektronarzędzia, moc grzewcza kuchni indukcyjnej, ...) odbiorników. Jest to związane z ich (odbiorników) wyposażeniem w (odbiornikowe) przekształtniki energoelektroniczne. Jednak potrzeba nowego „otwarcia” wynika przede wszystkim z potencjalnego rozwoju energetyki prosumenckiej (EP), i możliwości pracy każdej indywidualnej prosumenckiej infrastruktury energetycznej – wyposażonej w źródła OZE, zasobniki i przekształtniki energoelektryczne „systemowe” (infrastrukturalne) w trybie *semi off grid*.

Zadanie do rozwiązania. Ogólnym, i bardzo wielkim zadaniem, które się pojawia jest sukcesywne (niekończące się) tworzenie biblioteki charakterystyk (o których mowa w tezie), opisujących poszczególne odbiorniki. Przede wszystkim jednak potrzebna jest biblioteka charakterystyk opisujących referencyjne modele prosumenckiej infrastruktury energetycznej, odpowiadające poszczególnym segmentom EP (dom jednorodzinny, kamienica wspólnoty mieszkaniowej, ..., szkoła, ..., biurowiec, ...infrastruktura energetyczna MŚP, ...). Chodzi tu oczywiście o charakterystyki adekwatne do właściwości każdej indywidualnej prosumenckiej infrastruktury energetycznej wynikające z jej (infrastruktury) traktowania jako obiektu regulacji i sterowania.

Jan Popczyk

Datowanie (wersja oryginalna) – 6.02.2015 r.