

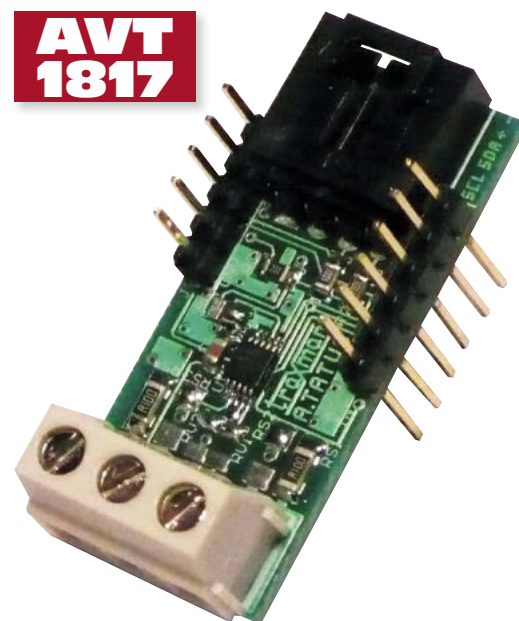
## UI\_Monitor – moduł do pomiaru napięcia i prądu dla AVTDuino, Raspberry Pi i nie tylko

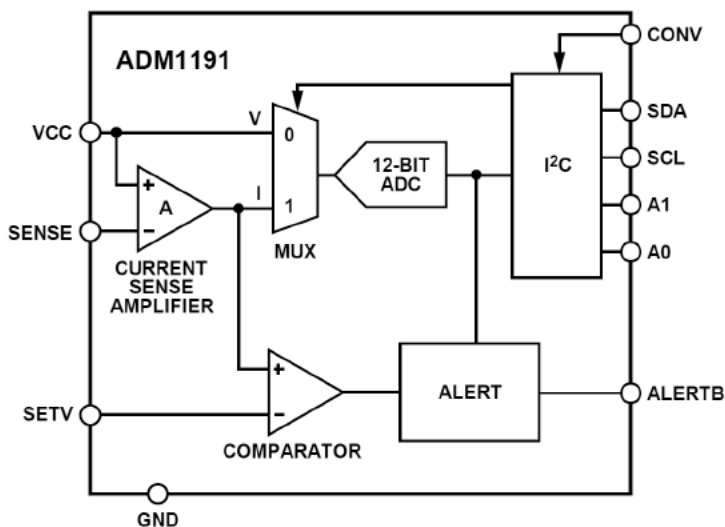
*Uniwersalny, adresowany moduł zawierający nowoczesny monitor zasilania oparty o układ ADM1191 firmy Analog Devices. Umożliwia on łatwą realizację układów, w których jest wymagany równoczesny pomiar napięcia i prądu stałego.*

Układ ADM1191 ma konfigurowalny komparator wykrywający przekroczenie zadanej wartości prądu. Wyniki konwersji dostępne są przez interfejs I<sup>2</sup>C. Możliwość adresowania układu umożliwia rozbudowę do 16 układów pomiarowych dołączonych do pojedynczej magistrali. Schemat funkcjonalny układu przedstawia **rysunek 1**. Podstawowa aplikacja ADM1191 zawiera tylko jeden rezystor  $R_s$  konieczny dla pomiaru prądu. Schemat ideowy modułu pokazano na **rysunku 2**.

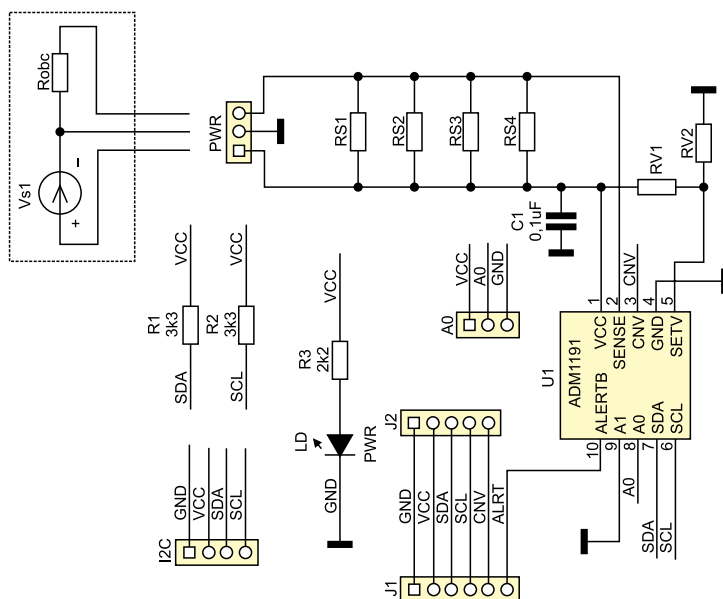
Napięcie zewnętrzne jest doprowadzone do wyprowadzenia 1 złącza PWR – jed-

nocześnie zasila U1 (wyprowadzenie VCC) oraz jest mierzone poprzez wewnętrzny przetwornik A/D. Układ pobiera ok. 1,7 mA, napięcie zasilania musi zawierać się w zakresie 3,15...26 V. Zakres wewnętrznego przetwornika jest podzielony na dwa zakresy 3,15...6,65 V i 3,15...26,52 V i wybierany za pomocą bitu VRANGE w rejestrze konfiguracji ADM1191. Pomiar prądu jest wykonany metodą pośrednią przez spadek napięcia na rezystorze  $R_s$  (w modelu zbudowany z  $R_{s1}$ ... $R_{s4}$  dla rozproszenia mocy i ułatwienia doboru rezystora o niewielkiej rezystancji). W zależności od ustawień





Rysunek 1. Schemat funkcjonalny ADM1191 (za notą AD)



Rysunek 2. Schemat ideowy modułu pomiarowego U/I

w rejestrze konfiguracji wyniki przetwarzania dostępne są w dwóch lub trzech rejestrach, możliwe jest także pomiar tylko napięcia lub tylko prądu w trybie ciągłym lub jednokrotnym (*one shoot*). Układ umożliwia sygnalizację przekroczenia ustawionego progu (wyprowadzenie ALERTB) prądu poprzez dobór rezystorów RV1 i RV2 oraz aktywację funkcji w rejestrze alarmowym. W przypadku współpracy kilku układów wyprowadzenie CNV umożliwia synchroniczny start konwersji wbudowanych przetworników.

Moduł zmontowano na niewielkiej płytce drukowanej o wymiarach i rozstawie złącz zgodnym z pozostałymi modułami I2C. Rozmieszczenie elementów pokazano na **rysunku 3**. Dokładną konfigurację ADM1191 i zaawansowane funkcje przedstawia nota katalogowa. W dalszej części wykorzystam tylko najbardziej istotne informacje potrzebne do szybkiego uruchomienia i sprawdzenia układu. Moduł ma

NC	STATUS RD	NC	VRANGE	I ONCE	I CONT	V ONCE	V CONT
7	6	5	4	3	2	1	0

V\_CONT – ustawienie bitu aktywuje ciągłą konwersję napięcia  
 V\_ONCE – ustawienie bitu aktywuje jednorazową konwersję napięcia  
 I\_CONT – ustawienie bitu aktywuje ciągłą konwersję prądu  
 I\_ONCE – ustawienie bitu aktywuje jednorazową konwersję prądu  
 VRANGE – ustawia zakres przetwarzania napięcia (VRANGE=0 – 26,52 V, VRANGE=1 – 6,65 V)  
 STATUS\_RD – ustawiony umożliwia odczyt status ADM1191, niezbędny dla odczytu rejestru alarmowego prądu

Rysunek 4. Rejestr kontrolny ADM1191

ograniczone adresowanie do trzech możliwości ustalanych zwróć A0 (**tabela 1**).

Przed pierwszym odczytem należy skonfigurować ADM1191, ustawiając tryb konwersji (ciągły/jednorazowy), załączyć przetwarzanie napięcia i/lub prądu. W tym celu należy do rejestru konfiguracyjnego przesłać odpowiednią wartość. Znaczenie bitów przedstawia **rysunek 4**.

Zapis konfiguracji wymaga przesłania dwóch bajtów:

[ADM1191\_ADRES][ADM1191\_CFG]

**W ofercie AVT\* AVT-1817 A**

Wykaz elementów:

- R1, R2: 3,3 kΩ (SMD 0805)
- R3: 2,2 kΩ (SMD 0805)
- RS1...RS4: 1 Ω (SMD 1206, rez. pomiarowy, 1%, moc i rezystancję dobrać do aplikacji)
- RV1, RV2: rezystory ustalające próg alarmowy prądu
- C1: 0,1 μF (SMD 0805)
- LD: dioda LED SMD
- U1: ADM1191 (MSOP10/050)
- I2C: złącze EH4 kątowe
- J1, J2: złącze SIP6 długie
- PWR: złącze ARK

Dodatkowe materiały na FTP:

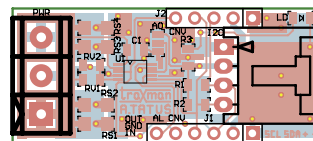
<ftp://ep.com.pl>, user: 26526, pass: 841uhx54

• wzory płytek PCB

\* Uwaga: Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach: AVT xxxx UK to zaprogramowany układ, tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych. AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych. AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych. AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymienionych w załączniku pdf. AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wmontowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf. AVT xxxx CD oprogramowanie (niezwykle spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu). Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C). <http://sklep.avt.pl>

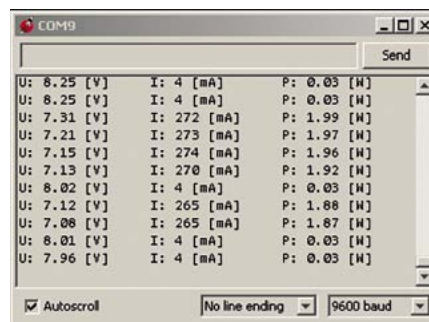
Tabela 1. Adresacja ADM1191

Zwora A0	Adres
GND	0x60h (0110000x)
Nie podłączone	0x64h (0110010x)
Vcc	0x66h (0110011x)



Rysunek 3. Schemat montażowy modułu pomiarowego U/I

[ADM1191\_ADRES] = [Start][01100]  
 [A0][R!W][ACK\_ADM]  
 [ADM1191\_CFG] = [NC][STATUS\_RD]  
 [NC][VRANGE][I\_ONCE][I\_CONT][V\_ONCE][V\_CONT][ACK\_ADM]



Rysunek 5. Wynik działania szkicu testowego

Testowo układ skonfigurowany do ciągłej konwersji napięcia i prądu, z zakresem napięciowym 26,52 V, odczyt ich wartości wymaga odebrania trzech bajtów:

**Listing 1. Szkic umożliwiający przetestowanie układu pomiarowego z ADM1191**

```

/* ADM1191 U/I I2C converter
I2C SDA ==> A4/Pl_7 Arduino/Energia
I2C SCL ==> A5/Pl_6 Arduino/Energia
CONF_REG[7..0] NC STATUS_RD NC VRANGE I_ONCE I_CONT V_ONCE V_VCONT
V_VCONT =1, continuously cnv V
I_VCONT =1, continuously cnv I
VRANGE Vrange =0 -> Vr=26.52V,
write I2C [ADR][CONF_REG]
read I2C [ADR][Uh][Ih][UIl:Ih]
*/

#include <Wire.h>
#define ADM1191_ADR B0110000 // 7bit ADM1191 device address A1,A0=00
#define ADM1191_CONF_REG B00000101 // ADM config

uint16_t result_Uh=0, result_Ih =0, result_UIl =0;
float P, Uh, Ih, Rs=0.05;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Wire.begin();
  Wire.beginTransmission(ADM1191_ADR);
  Wire.write(ADM1191_CONF_REG);
  Wire.endTransmission();
}

void loop() {
  Wire.beginTransmission(ADM1191_ADR);
  Wire.requestFrom(ADM1191_ADR, 3); // request 3 bytes from ADM
  while(Wire.available()) {
    result_Uh = Wire.read(); // HIGH U
    result_Ih = Wire.read(); // HIGH I
    result_UIl = Wire.read(); // LOW U : LOW I
    result_Uh = (result_Uh << 4) + (result_UIl >> 4);
    result_Ih = (result_Ih << 4) + (result_UIl & 0x0F);
    Uh = (26.52/4096)* result_Uh;
    Serial.print("U: ");
    Serial.print(Uh, 2);
    Serial.print(" [V]\t");
    Ih = ((105.84/4096)*result_Ih)/Rs;
    Serial.print("I: ");
    Serial.print(Ih, 0);
    Serial.print(" [mA]\t");
    P = Uh*Ih/1000;
    Serial.print("P: ");
    Serial.print(P, 2);
    Serial.println(" [W]\t");
  }
  Wire.endTransmission();
  delay(1000);
}

```

[ADM1191\_ADRES][V11..A4][ACK]  
[I11..I4][ACK][V3..V0,I3..I0]

oraz przeliczenia wyników konwersji napięcia:

- dla zakresu 26,52 V –  $U = 26,52/4096 \times (V11..V0)$  [V],
- dla zakresu 6,65 V –  $I = 6,65/4096 \times (I11..I0)$  [V].

i prądu:

$$I = (105.48/4096) \times (I11..0)/Rs$$

Rs jest rezystorem pomiarowym prądu, należy zwrócić uwagę, aby dobrze dobrać kompromis pomiędzy mocą strat, a wymaganą dokładnością przetwarzania, zmniejszanie napięcia różnicowego zmniejsza dokładność pomiaru. Standardowo dla pełnego zakresu przyjmuje się spadek napięcia na Rs o wartości 50...75 mV. Ewentualny offset należy skorygować programowo. O ile pomiar napięcia w najmniej korzystnych warunkach cechuje się dokładnością lepszą od 1,15%, to pomiar prądu obciążony w skrajnym przypadku jest błędem do 6,7%. W typowych wartościach temperatur oraz przy zakresie różnicowym 50 mV prąd mierzony jest z dokładnością lepszą od 2%. Znaczący wpływ na dokładność ma oczywiście rezystor pomiarowy.

Przykładowy prosty szkic dla Energii/Arduino (Dla środowiska Energia wymagany Launchpad z procesorem 452/553) umożliwiający sprawdzenie poprawnego działania płytki przedstawia **listing 1**. Program realizuje ciągłą konwersję wartości napięcia i prądu oraz na ich podstawie oblicza moc. Wyniki przesyłane są do terminala znakowego 9600,8,N,1. Wynik działania szkicu pokazano na **rysunku 5**.

**Adam Tatuś, EP**