

Obciążenie aktywne część 2

kit AVT-318

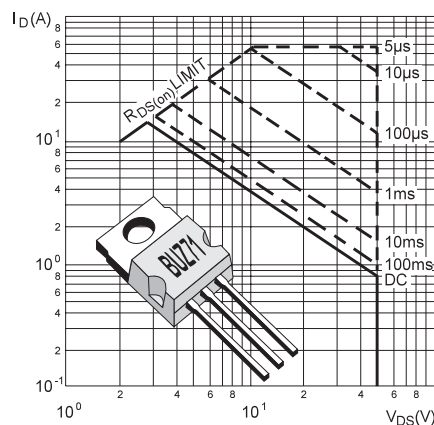
W drugiej części artykułu przedstawimy wyniki pomiarów zasilaczy, dokonanych przy pomocy układu aktywnego obciążenia oraz możliwości rozbudowy tego urządzenia.



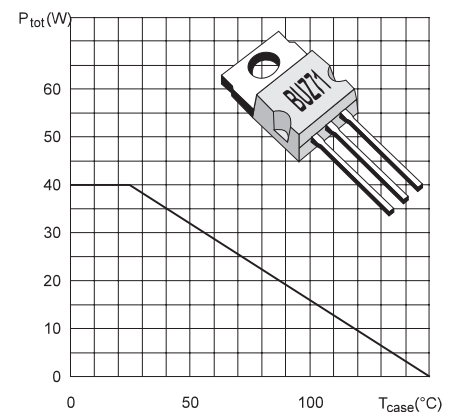
Możliwości rozbudowy układu

Uważni konstruktorzy zauważą z pewnością, że parametry wyjściowe aktywnego obciążenia można w prosty sposób zmodyfikować, dzięki czemu można zwiększyć np. maksymalny prąd obciążenia. Najprostszym sposobem zwiększenia wydajności źródła prądowego jest zmniejszenie wartości rezystancji rezystora R11 (rys.3 - EP12/96). Istnieją jednakże ograniczenia maksymalnego prądu obciążenia, z których należy sobie zdawać sprawę przy podejmowaniu prób zwiększenia mocy odbieranej przez opisany w artykule układ. Zagadnienie to omówimy poniżej.

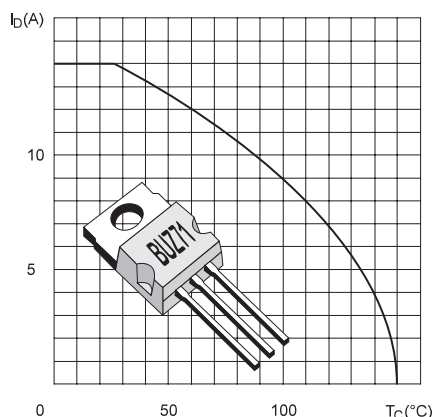
W egzemplarzu modelowym, jako wyjściowy element mocy zastosowany został tranzystor polowy typu BUZ71. Charakteryzuje się on bardzo dobrymi parametrami statycznymi i dynamicznymi oraz przystępną ceną. Obok tych zalet ma on także jedną, dość istotną wadę - jest nią stosunkowo niewielki obszar roboczy SOAR (ang. Safe Operation Area). Maksymalny prąd drenu tego tranzystora silnie zależy od napięcia pomiędzy drenem i źródłem. Na rys.7 przedstawiono wykres obrazujący zależność między napięciem U_{DS} i maksymalnym prądem drenu. Podczas eksploatacji urządzenia warto pamiętać o konieczności ograniczenia maksy-



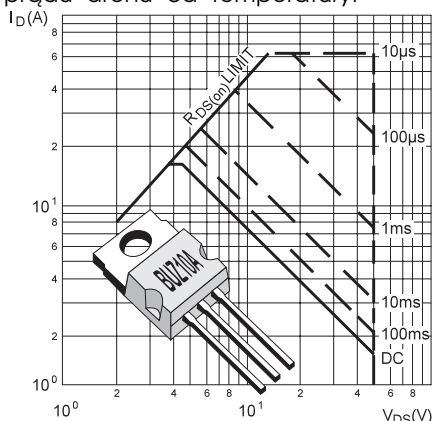
Rys. 7. Obszar SOAR tranzystora BUZ71.



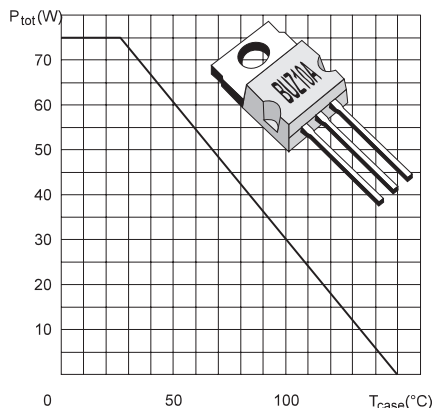
Rys. 8. Maksymalna moc tracona w zależności od temperatury obudowy.



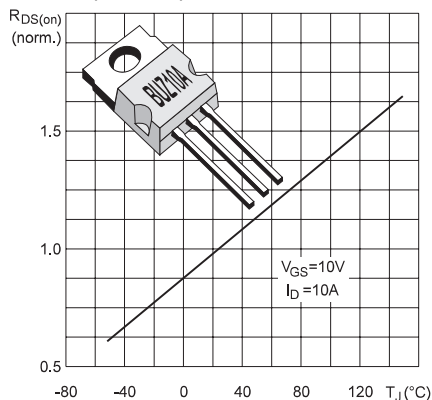
Rys. 9. Zależność maksymalnego prądu drenu od temperatury.



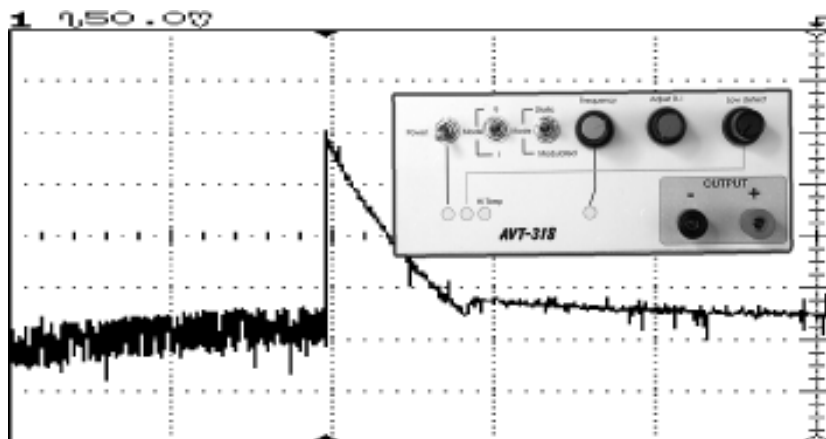
Rys. 10. Obszar SOAR tranzystora BUZ10A.



Rys. 11. Maksymalna moc tracona w tranzystorze BUZ10A w zależności od temperatury.



Rys. 12. Zależność rezystancji drenu od temperatury.



malnego prądu obciążenia tak, aby nie przekroczyć obszaru SOAR pokazanego na rys.7, tzn. ustalić wartość prądu poniżej ciągłej linii. Kolejnym ograniczeniem jest maksymalna moc, jaką można wydzielić w tranzystorze w zależności od temperatury obudowy oraz maksymalny prąd drenu, którego wartość jest także silnie zależna od temperatury. Wykresy tych zależności przedstawiono na **rys.8** i **rys.9**.

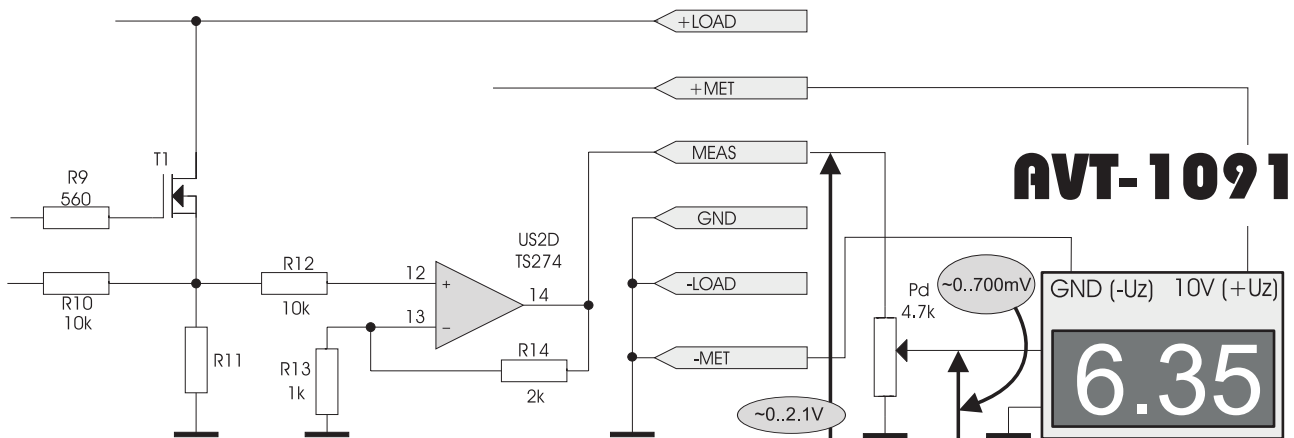
Wbudowany w urządzenie bezpiecznik termiczny zaprojektowano w taki sposób, aby zapewnić bezpieczne warunki pracy tranzystora, przy krótkotrwałych przeciążeniach termicznych jego struktury. Jeżeli urządzenie będzie wykorzystywane do długotrwałej pracy z prądem powyżej 2..3A, to należy wyposażyć tranzystor w znacznie większy, niż w przypadku modelu, radiator. Doskonałym rozwiązaniem w takim przypadku jest zastosowanie kształtki walcowanej z aluminium, ponieważ sumaryczna powierzchnia takiego radiatora, która oddaje ciepło do otoczenia, jest znacznie większa niż w przypadku prostych radiatorów wykonanych z blachy. W obudowie urządzenia modelowego jest wystarczająco dużo miejsca na zamontowanie radiatora wykonanego z kształtki.

Jeżeli decydujemy się na powiększenie wartości prądu przyjmowanego przez aktywne obciążenie, to warto, oprócz wspomnianych powyżej zabiegów, zastosować jako element wykonawczy nieco inny typ tranzystora. Jednym z bardziej popularnych na naszym rynku jest tranzystor mocy BUZ10A. Jest to tranzystor

wykonany w podobnej jak BUZ71 technologii, lecz opracowano go do stosowania w urządzeniach nieco większej mocy. Na **rys.10** przedstawiony został obszar SOAR tego tranzystora, a **rys.11** przedstawia zależność pomiędzy dopuszczalną mocą traconą w strukturze tranzystora i temperaturą obudowy. Jak wynika z tych wykresów tranzystor BUZ10A jest nieco lepiej dopasowany do długotrwałej pracy z dużymi obciążeniami, lecz jego możliwości zostaną wykorzystane dopiero przy długotrwałych obciążeniach prądami o wartościach powyżej 5..8A.

Stosowanie w układach dużej mocy tranzystorów z efektem polowym jest bardzo korzystne, gdyż mają one bardzo dużą przewagę nad tranzystorami bipolarnymi - oprócz tego, że rezystancja włączanego kanału jest zazwyczaj bardzo mała (co ogranicza niepożądane straty mocy), to zjawiska fizyczne zachodzące w przewodzącym kanale włączanego tranzystora powodują samoistne ograniczenie prądu płynącego przez niego wraz ze wzrostem jego temperatury. Charakterystykę temperaturową rezystancji włączanego kanału tranzystora BUZ10A przedstawia **rys.12**.

W pewnych zastosowaniach bardzo istotną informacją dla użytkownika jest dokładna wartość prądu wpływającego do obciążenia. Najprostszą metodą pomiaru tego prądu jest włączenie w szereg z obciążeniem dowolnego amperomierza, co jednak nie jest metodą elegancką - znacznie prostszym sposobem jest pomiar spadku napięcia na rezystorze pomiarowym R11 (**rys.13**). Aby odsepa-



Rys. 13. Sposób podłączenia miernika prądu.

rować obwody wejściowe miernika od tego rezystora zastosowany został prosty wzmacniacz napięciowy US2D o współczynniku wzmocnienia równym 3V/V. Maksymalne napięcie na wyjściu tego wzmacniacza wynosi 2.1V (dla prądu obciążenia 7A). W zależności od typu miernika zastosowanego w układzie może okazać się konieczne zastosowanie precyzyjnego potencjometru, przy pomocy którego ustalamy współczynnik podziału napięcia z wyjścia wzmacniacza. Wartość wzmocnienia wzmacniacza pomiarowego można dobrać w szerokim zakresie przy

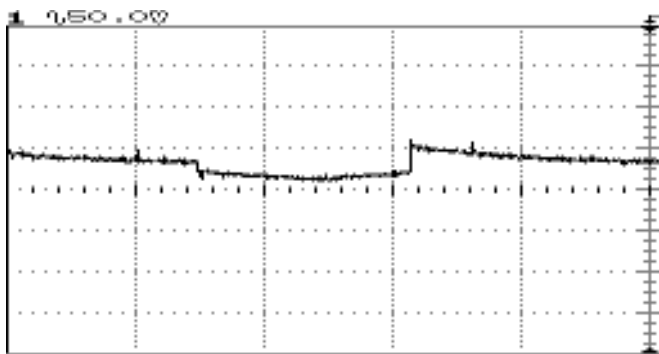
pomocy rezystorów R14 i R13. Przypomnijmy tylko, że wzmocnienie tego wzmacniacza ma wartość równą:

$$k_u = 1 + R14/R13$$

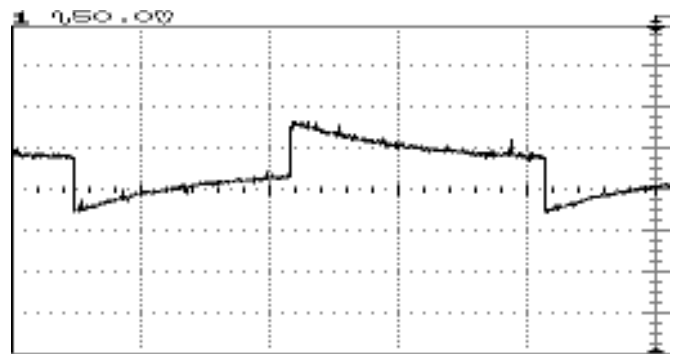
Na płycie drukowanej przewidziano punkty lutownicze przeznaczone do zasilenia cyfrowego miernika napięcia z układem ICL7106 lub 7107. W ofercie kitów AVT znajduje się taki gotowy moduł, który nosi oznaczenie AVT-1091. Został on opisany w EP6/96. Dzięki zastosowaniu w mierniku wyświetlaczy LED odczyt wskazań będzie bardzo czytelny, co jest dość istotne w warunkach laboratoryjnych.

Przykładowy sposób podłączenia miernika cyfrowego przedstawiono na rys.13.

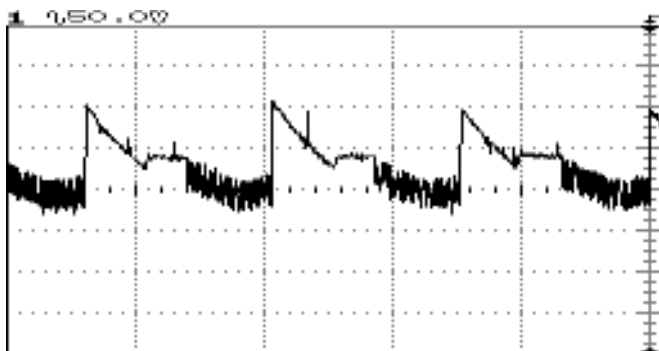
W czasie wykonywania pomiarów należy pamiętać o tym, że pomiar prądu obciążenia w impulsowym trybie pracy daje fałszywe wyniki, co jest spowodowane długim czasem trwania cyklu pomiarowego układu ICL7107. Jeżeli zależy nam na dokładnym ustaleniu wartości prądu obciążenia podczas rozładowywania impulsowego, to trzeba najpierw wyregulować źródło prądowe pracujące statycznie i dopiero wtedy przełączyć urządzenie w tryb kluczowany.



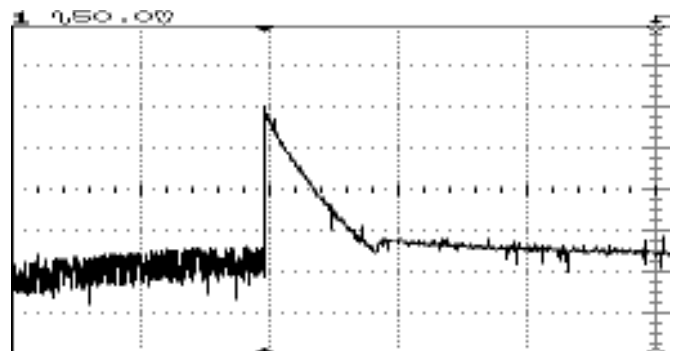
Rys. 14. Zakłócenia na wyjściu stabilizatora liniowego obciążonego impulsowo prądem 1A.



Rys. 16. Zakłócenia na wyjściu stabilizatora liniowego obciążonego impulsowo prądem 3A.



Rys. 15. Zakłócenia na wyjściu stabilizatora impulsowego obciążonego impulsowo prądem 1A.



Rys. 17. Zakłócenia na wyjściu stabilizatora impulsowego obciążonego impulsowym prądem 3A.

Przykład zastosowania aktywnego obciążenia

Jednym z możliwych zastosowań aktywnego obciążenia jest testowanie wydajności prądowej oraz charakterystyki odpowiedzi na impulsowe obciążenie dużymi prądami zasilaczy stosowanych w domowych i szkolnych laboratoriach. Do takiego właśnie celu wykorzystujemy opisany w artykule układ w laboratorium redakcyjnym.

Na **rys.14** przedstawiono przebieg na wyjściu zasilacza ze stabilizatorem liniowym (LM350) o maksymalnej wydajności prądowej 3A, który został obciążony impulsowo prądem 1A. Jak widać na rysunku amplituda zakłóceń wywołanych pracą impulsową wynosi mniej niż 50mV, co można przyjąć za wartość dopuszczalną. Nieco większy poziom zakłóceń pojawia się na wyjściu stabilizatora impulsowego (L4960) obciążonego prądem o wartości 1A. Charakter tych zakłóceń jest typowy dla zasilaczy impulsowych z modulacją PWM.

Na **rys.16** i **17** przedstawione zostały charakterystyki, odpowied-

nie stabilizatora liniowego i impulsowego, obciążonych prądem 3A. Obydwa stabilizatory pracują na skraju swojej maksymalnej wydajności, co niezbyt korzystnie odbija się na przebiegu napięcia wyjściowego. W przypadku stabilizatora impulsowego poziom szumu wynikającego z charakteru stabilizacji nie uległ zasadniczej zmianie, wzrosła natomiast amplituda (do niemal 200mVpp) przepięć wywołanych skokowymi zmianami prądu obciążenia.

Pomiary przeprowadzono w niekorzystnych, z punktu widzenia stabilizatorów, warunkach - różnica napięć pomiędzy wejściem i wyjściem stabilizatorów wynosiła 20V, a aktywne obciążenie dołączono do wyjścia zasilacza kablami o długości 2m.

Inną możliwością zastosowania aktywnego obciążenia jest „inteligentne” rozładowywanie akumulatorów stosowanych w kamerach, komputerach przenośnych i innym sprzęcie powszechnego użytku. „Inteligencja” procesu rozładowywania ogranicza się co prawda tylko do ciągłego śledzenia napięcia akumulatora i zapewnienia sta-

łej wartości prądu rozładowywania. Utrzymanie tych parametrów na zadanym poziomie zapewnia przedłużenie „życia” akumulatora. W przypadku akumulatorów kwasowych, które „lubią” być rozładowane prądem impulsowym, można zastosować impulsowy tryb pracy obciążenia, co bardzo korzystnie wpływa na trwałość akumulatora, ograniczając poziom zasilczenia płyt ołowiowych.

Taki sposób rozładowywania gwarantuje pełne bezpieczeństwo akumulatorów, utrzymanie ich parametrów i żywotności na najwyższym poziomie.

Nie są to oczywiście wszystkie możliwe zastosowania aktywnego obciążenia. Dobre cechy użytkowe tego układu powodują, że może on znaleźć zastosowania w laboratoriach domowych i szkolnych.

Piotr Zbysiński, AVT

Przebiegi prezentowane na rys.14..17 uzyskano przy pomocy oscyloskopu HP54603B współpracującego z programem BenchLink firmy Hewlett Packard. Przyrząd oraz oprogramowanie udostępniła redakcji firma Malkom.