

TERCJA Systemy Pomiarowe i Komputerowe Stanisław Żwan

Pozycja 318. Opracowanie dla Projektu "Innowacyjne urządzenie do wykonywania testów wydajnościowych naftowych otworów wiertniczych" POIR.01.01.01-00-0780/15.

Autor Remigiusz Ornowski

Gdańsk, 2017-08-10

Modyfikacja koncepcji systemu pomiarowego. Koncepcja i wstępny projekt modułu koncentratora danych wraz z systemem zasilania hotplug pozwalającym na bezpieczne podłączanie i odłączanie w strefie zagrożonej wybuchem. Model systemu zasilania hotplug oraz badania mające na celu uzyskanie szczytowych wartości prądu, napięcia i energii poniżej progów stwarzających niebezpieczeństwo w strefie zagrożonej wybuchem.

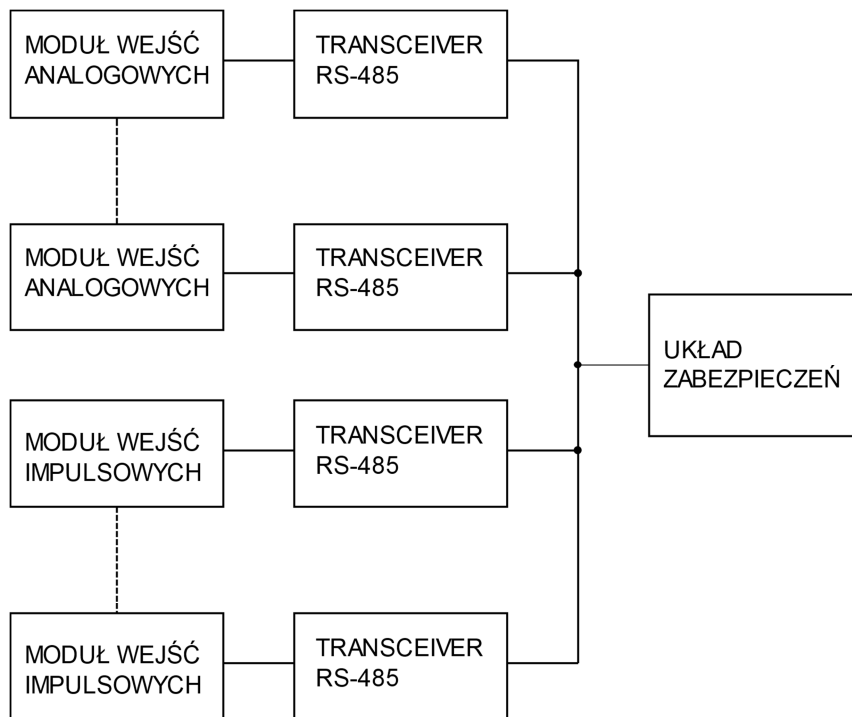
1. Modyfikacja koncepcji systemu pomiarowego

Dotychczasowa koncepcja systemu pomiarowego opierała się na wyniesionym module pomiarowym do którego podłączone zostają wszystkie czujniki. Większość czujników pracuje w standardzie 4-20mA, który wymusza indywidualne podłączenie każdego czujnika. Wymusza to zastosowanie wielu przewodów o znaczącej długości. Rozwiązanie takie ma wady. Po pierwsze znacząco podnosi koszt okablowania. Po drugie pomimo naturalnej odporności standardu 4-20mA na zakłócenia, wynikającej z prądowego charakteru sygnału, należy się liczyć z pewnym podniesieniem poziomu zakłóceń przy zastosowaniu długiego przewodu, co może mieć znaczenie przy niektórych pomiarach. Po trzecie znacząco utrudnia i wpływa niekorzystnie na czas montażu i demontażu systemu pomiarowego, co podnosi koszt używania systemu pomiarowego. Jednocześnie podczas pomiarów na wiertni okazuje się, że duża część czujników zgrupowana jest na kilku niewielkich, ale oddalonych od siebie obszarach.

Tradycyjnie w takiej sytuacji stosowano skrzynki połączeniowe do których podłączano poszczególne czujniki, natomiast połączenie z główną częścią systemu pomiarowego realizowano przewodami wielożyłowymi. Rozwiązanie takie przede wszystkim pozwala skrócić czas niezbędny na montaż i demontaż. W pewnym stopniu pozwala również na zmniejszenie kosztów okablowania, gdyż przewody wielożyłowe są tańsze niż odpowiadająca im ilość przewodów dwu-, lub trzy-żyłowych. Nie poprawia jednak, a wręcz może pogorszyć odporność na zakłócenia, ze względu na przesłuchy międzykanałowe występujące w przewodach wielożyłowych.

Rozwiązaniem wymienionych problemów może być zastosowanie, zamiast skrzynek połączeniowych, koncentratorów w których następować będzie przetwarzanie wszystkich sygnałów analogowych i impulsowych na postać cyfrową, a następnie transmisja cyfrowa do głównej części systemu pomiarowego. Rozwiązanie takie powinno zwiększyć odporność systemu na zakłócenia, obniżyć koszt okablowania, gdyż zamiast przewodów wielożyłowych można użyć tańszych i o mniejszej średnicy przewodów do transmisji danych, dodatkowo powinno to korzystnie wpłynąć na montaż i demontaż systemu, ze względu na wymiary i masę przewodów.

Wstępny projekt koncentratora danych oparto na podłączeniu do systemu w standardzie RS-485 wraz z podłączeniem zasilania 24V. Wymusza to właściwą realizację obwodów zasilania, aby niewłaściwe podłączanie i rozłączanie przewodów nie mogło uszkodzić elementów systemu pomiarowego. Dodatkowo należy zadbać o to, żeby występujące podczas łączenia energie nie powodowały powstania zdolnych do spowodowania wybuchu iskier, co znacząco podniesie wygodę i bezpieczeństwo użytkownika. Na Rysunku 1 przedstawiono schemat funkcjonalny modułu koncentratora danych.



Rysunek 1 Schemat funkcjonalny modułu koncentratora danych.

2. System zasilania hotplug

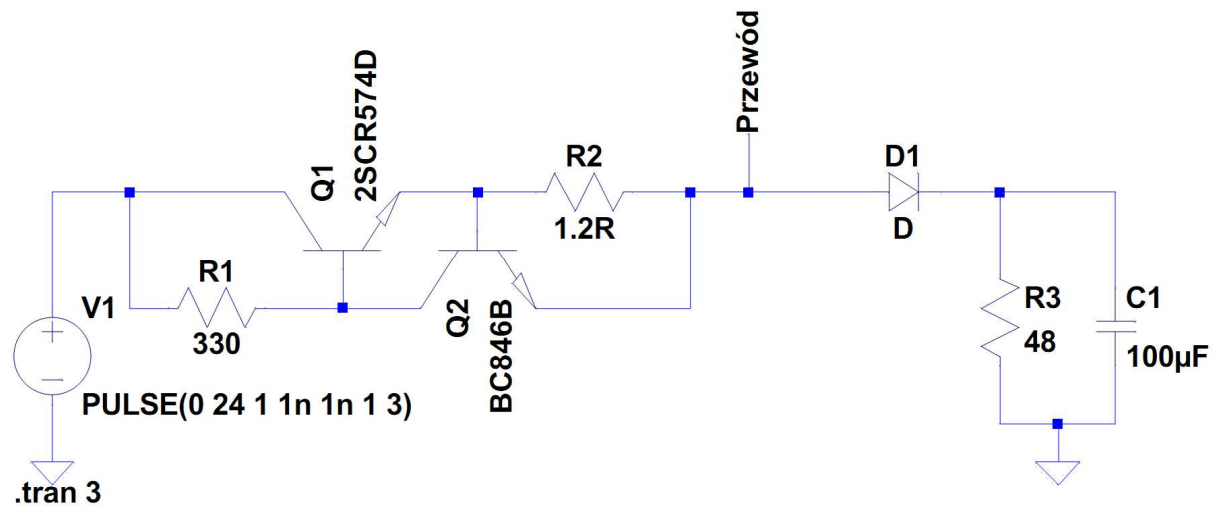
Zagrożenie wybuchem na wiertni spowodowane jest przede wszystkim gazami wybuchowymi, w szczególności metanem. Oznacza to grupę wybuchowości I. Z Polskich Norm można odczytać, że dla obwodów rezystancyjnych i zastosowanego napięcia zasilania na poziomie 24V prąd zapalający przekracza 1A. W takiej sytuacji należy dążyć do tego, aby układ zasilania hotplug mógł być rozpatrywany jako obwód rezystancyjny, oraz, żeby maksymalny prąd nie przekraczał odczytanej wartości 1A. Dla linii danych dla standardu RS-485 typowe napięcia mieszczą się w zakresie $0\div 5V$, natomiast dopuszczalne w zakresie $-7V\div 12V$ przy napięciu wspólnym z zakresu $\pm 7V$. Oznacza to, że dla maksymalnego napięcia 12V minimalny prąd zapalający wyniesie ponad 3A.

Należy również określić pobór prądu modułu koncentratora danych. Jeśli założymy dwa czterowieściowe moduły wejść analogowych i dwa czterowieściowe moduły wejść impulsowych, to pobór mocy wyniesie 4W, czyli 170mA dla modułów wejść i maksymalnie 320mA dla czujników. Daje to całkowity prąd około 500mA. Przy takim prądzie spadek napięcia na elementach zabezpieczających nie powinien przekraczać około 2V w idealnym przypadku, żeby zapewnić właściwe napięcie zasilania czujników.

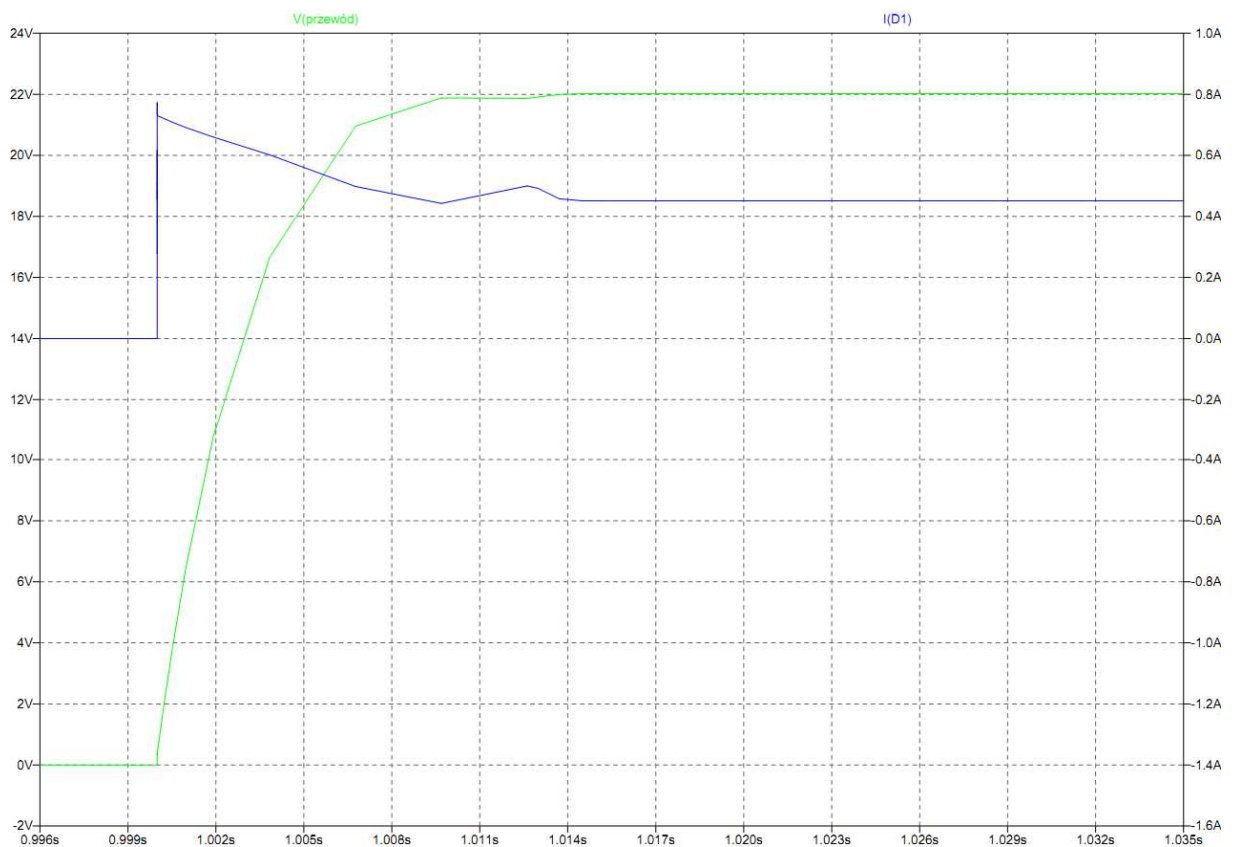
Kolejnym problemem jest zabezpieczenie linii danych oraz linii masy układu. W przypadku masy układu najprostsze i jednocześnie skuteczne zabezpieczenie można zrealizować poprzez połączenie elektryczne masy układu z uziemieniem. Niestety w takim przypadku łatwo można doprowadzić do tzw. pętli masy, która może być źródłem poważnych zakłóceń. Z tego powodu proponowane rozwiązanie polega na połączeniu masy układu z uziemieniem za pomocą diod ograniczających różnicę napięć. W podobny sposób można zabezpieczyć linie danych, przy czym w tym przypadku należy zastosować diody zenera o napięciu nominalnym około 5,6V. Przy takim napięciu można łatwo ograniczyć maksymalny prąd do wartości poniżej 3A za pomocą rezystora szeregowego o wartości 2Ω

dla linii danych i $0,3\Omega$ dla linii masy. Takie wartości rezystancji nie wprowadzą istotnych zakłóceń zarówno w zasilaniu, jak i w transmisji danych.

Na Rysunku 2 przedstawiono proponowany układ zasilania hotplug dla linii zasilającej. Na Rysunku 3 przedstawiono wyniki symulacji komputerowej.



Rysunek 2 Układ zasilania hotplug dla linii zasilającej 24V.



Rysunek 3 Wyniki symulacji komputerowej układu zasilania hotplug.

Kondensator po stronie obciążenia ma za zadanie symulować warunki zwarcia w momencie podłączenia zasilania do modułu koncentratora danych. Można zauważyć, że maksymalna wartość

prądu wynosi około 800mA, przy czym wartość taka występuje przez czas na poziomie nanosekund, co oznacza, że nie musi być brany pod uwagę ze względu na zagrożenie wybuchem ze względu poziom energii. Decydująca jest w tym przypadku wartość prądu występująca zaraz po stanie przejściowym, czyli 730mA. Jest to wartość poniżej 1A, czyli dopuszczalna w atmosferze metanowej. Jednocześnie dioda D1 zabezpiecza przed możliwością wystąpienia niebezpiecznej iskry od strony modułu koncentratora danych.

Napięcie w przewodzie wynosi 22V, natomiast napięcie zasilające modułu koncentratora danych wynosi 21,65V co jest wartością nieco niższą od zakładanej, ale dopuszczalną.