



# Zagwarantowanie bezpieczeństwa oraz wydajności turbin wiatrowych małej mocy

*Prezentujemy opis aplikacji służącej do analizowania wydajności oraz zabezpieczenia turbin wiatrowych o małej mocy. Wykonano ją za pomocą platformy CompactRIO oraz oprogramowania LabVIEW – produktów firmy National Instruments.*

Rozwój rynku związanego z instalacjami elektrowni wiatrowych małej wielkości wiąże się z rosnącym zapotrzebowaniem na przystępną cenowo, czystą energię do zastosowań domowych. Wynika to także z obaw o środowisko wśród osób, które starają się w zrównoważony sposób korzystać ze źródeł energii. Jednak do stwierdzenia, że takie turbiny mogą w bezpieczny i poprawny sposób funkcjonować u klientów, wymagana jest weryfikacja wydajności, procesu eksploatacji oraz stopnia integralności konstrukcyjnej.

Współpraca z Kliux Energies zaowocowała stworzeniem samodzielnej, ujednoliconej platformy zdolnej do akwizycji i analizy danych zgodnie z międzynarodowymi standardami (IEC 61400/2, IEC 61400/11 and IEC 61400/12). Rozwiązanie pozwala na legalizację eksploatacji turbin wiatrowych małej

wielkości i dostarczanie producentowi danych przydatnych w procesie doskonalenia produktu.

## Konfiguracja sprzętowa

Biorąc pod uwagę wymagania zawarte w normach oraz dane potrzebne do walidacji projektu analitycznego, do budowy systemu wykorzystano platformę CompactRIO. Na turbinie Kliux GEO4K (o pionowej osi obrotu) oraz przyległych urządzeniach, w celu zebrania potrzebnych informacji, zamontowano sieć rozproszonych czujników. Dane z maksymalnie 34 kanałów są pobierane, analizowane i przechowywane przez urządzenie CompactRIO (rysunek 1). Oprócz tego, klasyfikowane są do jednej z czterech grup parametrów: związanych z warunkami atmosferycznymi, eksploatacją maszyny, obciążeniem i wielkościami elektrycznymi.

„Wykorzystaliśmy platformę CompactRIO wraz z oprogramowaniem LabVIEW do wykonania aplikacji analizującej wydajność elektrowni wiatrowych małej wielkości. Jest ona zgodna z międzynarodowymi regulacjami i spełnia wymagania producentów dotyczące efektywności, wykorzystania dostępnej mocy, integralności konstrukcyjnej, bezpieczeństwa pracy i wydajności.” – Acoidan Betancort Montesdeoca, Aresse Engineering S.L.  
Wyzwanie: Wykonanie samodzielnej i ujednoliconej platformy do akwizycji oraz analizy danych, której celem ma być kontrola wydajności, integralności konstrukcyjnej i parametrów pracy turbiny wiatrowej.  
Rozwiązanie: Zastosowanie urządzeń NI CompactRIO do budowy systemu składającego się z rozproszonej sieci czujników, zbierających dane dotyczące obciążenia, warunków środowiskowych i parametrów pracy.  
Autorzy: pracownicy firmy Aresse Engineering S.L.: Acoidan Betancort Montesdeoca, Gorka Gainza González, Mariano Aristu Aguerri.

Urządzenie zamontowano w skrzynce znajdującej się przy podstawie turbiny wiatrowej (SSWT – small-scale wind turbine). Z kolei router połączony z Internetem poprzez sieć 3G pozwala na sprawdzenie statusu pracy stanowiska i pobranie zapamiętanych danych (rysunek 2).

System jest scharakteryzowany poprzez cztery poniższe podsystemy:

*Dane związane z warunkami środowiskowymi:* Parametry nominalne są porównywane z aktualnie występującymi warunkami w celu obliczenia energii, z której turbina jest w stanie korzystać. Wbudowany kontroler NI cRIO-9014 otrzymuje informacje o prędkości wiatru (przy wykorzystaniu dźwiękowego wiatromierza GILL WindMaster),

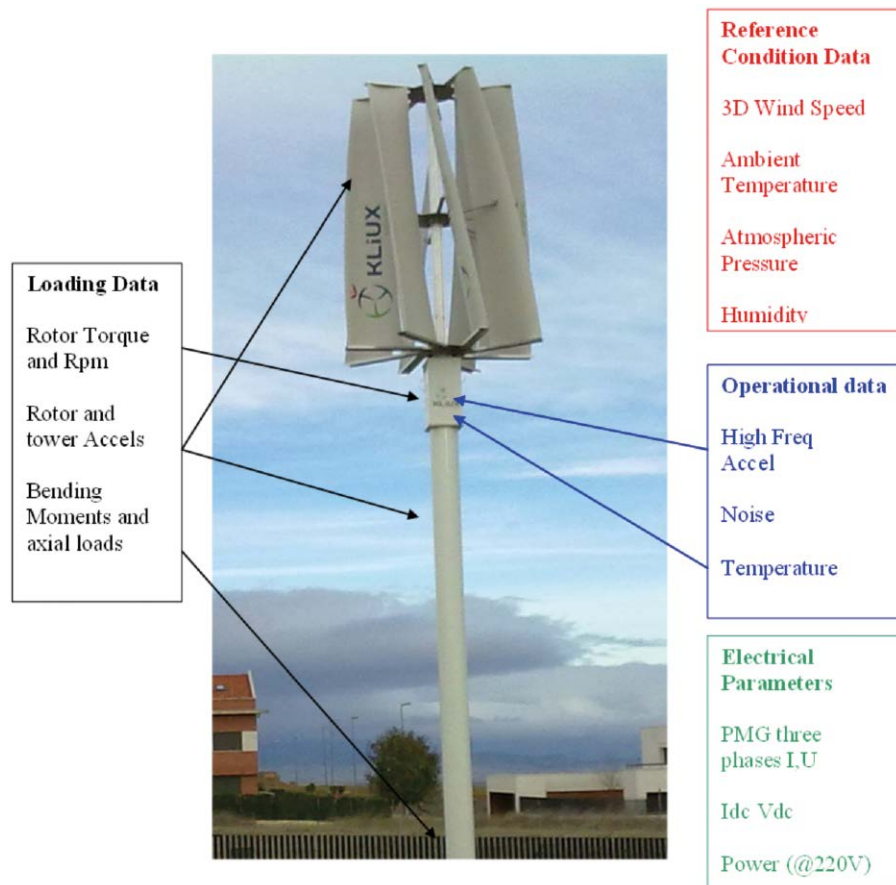
temperaturze, ciśnieniu oraz wilgotności (poprzez komunikację z czujnikiem Vaisala poprzez protokół RS485).

*Dane związane z eksploatacją:* Analizie zostaje poddana praca skrzyni biegów – badane są występujące w niej przyspieszenia, emitowane dźwięki oraz wewnętrzna temperatura. W oparciu o pozyskane dane

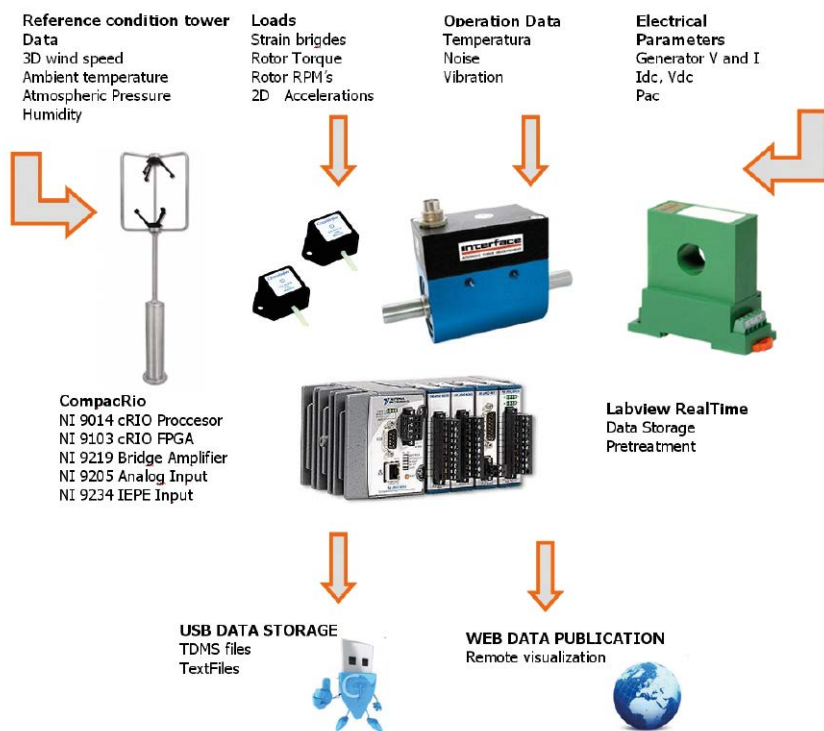
przeprowadzane jest predykcyjne monitorowanie stanu maszyny. Odbywa się to przy wykorzystaniu modułu DAQ serii C NI 9234, który kondycjonuje i zbiera dane wejściowe z trójosiowego akcelerometru firmy PCB oraz mikrofonu G.R.A.S. Z kolei drugi moduł serii C, NI 9219, przeprowadza akwizycję danych z czujnika temperatury Pt-100.

*Dane związane z obciążeniem:* Weryfikacja faktycznych obciążeń aerodynamicznych turbiny, w oparciu o jej założenia projektowe, wymaga pomiaru momentu obrotowego oraz prędkości wirnika, obciążeń przy podstawie wieży, przyspieszenia wirnika oraz bocznych przyspieszeń na różnych wysokościach wieży. Wszystkie pomiary są przeprowadzane przy użyciu pojedynczego modułu serii C, NI 9205, który zbiera dane z różnych czujników umieszczonych przy wirniku oraz wieży. Moduł NI 9219 odpowiada za kondycjonowanie sygnału z trzech tensometrów badających obciążenia osiowe oraz momenty zginające na wieży.

*Dane elektryczne:* Przeprowadzając ocenę wydajności turbiny należy obliczyć ilość produkowanej energii elektrycznej. Używany w tym celu moduł NI 9205 dyskretyzuje napięcie trójfazowe oraz aktualne dane z czujników Phoenix Contact CR Magnetics umieszczonych na generatorze oraz inwerterze.



Rysunek 1. Schemat przedstawiający rozmieszczenie punktów pomiarowych



Rysunek 2. Schemat systemu akwizycji danych

## Oprogramowanie

Łącząc akwizycję oraz analizę system został osadzony w urządzeniu CompactRIO. Za jego uruchomienie i monitorowanie odpowiada aplikacja stworzona przy pomocy oprogramowania NI LabVIEW. Zdalną komunikację z urządzeniem CompactRIO, za pośrednictwem sieci 3G, zapewnia router. Dzięki temu możliwy jest nadzór zmiennych systemowych w czasie rzeczywistym oraz rekalkulacja oprzyrządowania w chwili, gdy potrzebna jest zmiana współczynników, zakresów, jednostek, parametrów prędkości wiatru czy offsetu.

CompactRIO przeprowadza analizę statystyczną wszystkich procesów w trybie online. Dane statystyczne są zapisywane w pliku TDMS (Technical Data Management Streaming). Ze względu na konieczność długoterminowego przechowywania danych (rząd miesięcy), są one zapisywane w pamięci flash CompactRIO. Do dyspozycji są również narzędzia umożliwiające monitorowanie danych statystycznych w trybie online, aktualizację oprogramowania, dostęp do pamięci urządzenia w celu pobrania danych, przedstawienie informacji na wykresie oraz zmianę parametrów akwizycji lub logowania.

Niezbędna jest także analiza offline – odbywa się ona na podstawie danych zdalnie odbieranych z urządzenia CompactRIO. Przetworzone informacje pozwalają na ocenę zachowania i wydajności turbiny

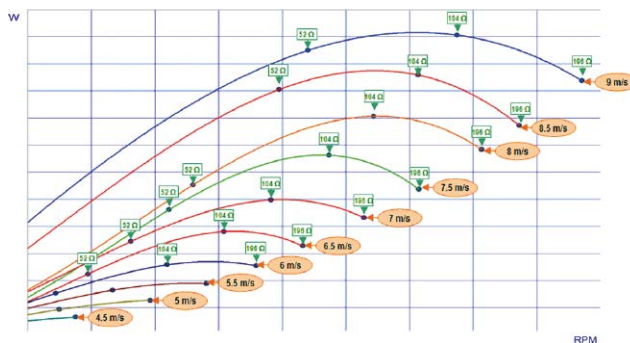
m.ElektronikaB2B.pl

teraz zawsze pod ręką w Twoim smartfonie

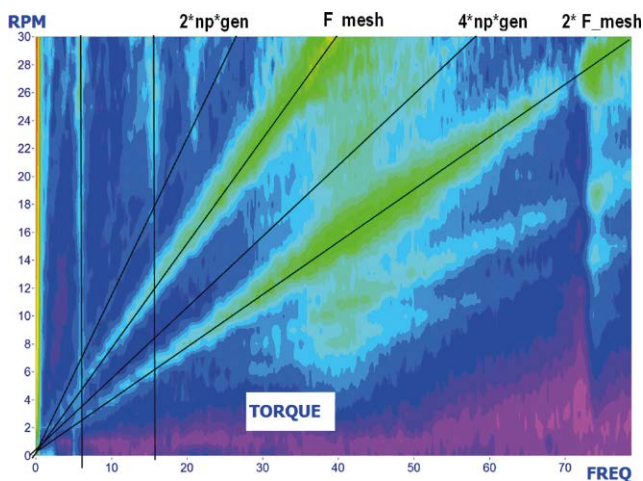


# Wejść

Bądź dobrze poinformowany



Rysunek 3. Wyniki przedstawiające zależność mocy od prędkości wirnika



Rysunek 4. Wykres Campbella przedstawiający moment obrotowy

wiatrowej. Pierwszym krokiem jest sprawdzenie prędkości wiatru, jego kierunku oraz turbulencji w celu obliczenia parametrów Weibulla – opisują one zasoby energii wiatrowej w miejscu ulokowania stanowiska. Następnie dokonywana jest aktualizacja pracy systemu w oparciu o obliczone parametry mechaniczne. Podczas tego procesu optymalizowane są obroty wirnika, współczynniki prędkości wiatru i mocy mechanicznej, poprawiana jest również wydajność skrzyni biegów oraz generatora. Ostatnim krokiem jest próba optymalizacji parametrów elektrycznych. Badanie związku generowanego napięcia i prędkości wiatru umożliwia uzyskanie optymalnego obciążenia na falowniku. Opisanie powyżej procesy przetwarzania końcowego są zgodne z międzynarodowymi standardami:

*IEC-61400/12: Analiza wydajności*

Krzywa mocy

Roczna produkcja energii

*IEC-61400/11: Emisja hałasu*

Moc akustyczna źródła

Identyfikacja tonów

*IEC-61400/2: Przeprowadzanie testów*

Testy weryfikujące poprawność założeń teoretycznych – sprawdzenie nominalnego momentu obrotowego, mocy, prędkości obrotowej oraz wydajności.

Sekcja 13.3: Testy obciążeń mechanicznych, momentów zginających oraz momentów obrotowych, których źródłem jest siła wiatru.

Sekcja 13.4: Testy wytrzymałościowe, wiarygodna analiza eksploatacji i dynamika działania (uwzględniana jest tu identyfikacja kształtu modalnego w oparciu o historię przyspieszeń oraz korelację z drganiami wzbudzonymi przez wyższe harmoniczne rotacji – przedstawiony na Ilustracji 4 wykres Campbella stworzono w oparciu o dane pochodzące z przetwornika momentu obrotowego).

## Podsumowanie

Dzięki wykorzystaniu platformy CompactRIO oraz LabVIEW zbudowano aplikację analizującą wydajność elektrowni wiatrowej małej mocy. Dużą wagę przywiązano do zachowania zgodności systemu z międzynarodowymi regulacjami, ale również do spełnienia wymagań stawianych przez producentów (oraz rynek) w zakresie efektywności, pojemności, integralności konstrukcyjnej, bezpieczeństwa pracy i wydajności. Będąc w pełni modułowym i konfigurowalnym rozwiązaniem, stworzony system pozwala na pracę z całym spektrum dostępnych na rynku turbin wiatrowych małej mocy.

**Acoidan Betancort Montesdeoca**  
**Aresse Engineering S.L.**  
**Polígono Industrial Berriainz, Calle C,**  
**Nave 103**  
**Berriozar w prowincji Navarra,**  
**Hiszpania**  
**general@arrese.com**