

Juliusz BŁOŃSKI,  
Krzysztof J. JESIONEK, Ryszard WYSZYŃSKI  
Politechnika Wrocławska

#### BADANIE WENTYLATORA W TRYBIE OFF-LINE

**Streszczenie.** Pomiary energetyczne wentylatorów oraz opracowanie wyników badań, przy użyciu tradycyjnie stosowanych metod, są bardzo pracochłonne. W związku z tym poszukuje się sposobów umożliwiających zmniejszenie nakładu pracy na ten cel. Jednym z rozwiązań jest zastosowanie techniki cyfrowej do rejestracji wyników pomiaru.

W pracy zaprezentowano układ rejestrujący rezultaty pomiaru energetycznego wentylatora w postaci nadającej się do bezpośredniego ich wprowadzenia na urządzenie wejściowe komputera. Uwarunkowane jest to wyborem odpowiedniego nośnika informacji i kompatybilnością systemu rejestracji z elektroniczną maszyną cyfrową. Zastosowanie opisanego układu przyspiesza znacznie sam pomiar oraz zwiększa jego dokładność.

#### 1. Wstęp

W różnego rodzaju badaniach naukowych i technicznych zaznacza się coraz wyraźniej tendencja automatyzacji procesu pomiaru, a kwestią niedalekiej przyszłości jest także dalsze przetwarzanie uzyskiwanych informacji bezpośrednio w trakcie pomiaru przez elektroniczną maszynę cyfrową. Wiąże się to ze znacznym rozwojem technik cyfrowych, stałym zwiększaniem pewności działania urządzeń cyfrowych, dużą ich dokładnością a jednocześnie stałą miniaturyzacją i obniżaniem się kosztów poszczególnych zespołów.

W praktyce pomiarowej dziedzinami zastosowania techniki cyfrowej są obecnie procesy przetwarzania informacji pomiarowej, jej rejestracji a następnie obróbki końcowej, przy użyciu komputera [1, 2 i 3]. W związku z tym można stwierdzić, że współcześnie badania różnego rodzaju obiektów wymagać będą coraz częściej takiego zbierania danych pomiarowych, które, po wstępnym przygotowaniu oraz obróbce za pomocą wyspecjalizowanych urządzeń, umożliwią bezpośrednio wprowadzenie ich do komputera, w celu wykonania dalszych obliczeń numerycznych.

Zależnie od charakteru zmienności rejestrowanych sygnałów, a w szczególności od zakresu częstotliwości i dynamiki zmian, stosowane mogą być różnego rodzaju systemy rejestracji [4], od najprostszych rejestratorów aż do systemów standardowej rejestracji cyfrowej. Podkreślić tu należy, że informacje zbierane w systemach CRD (Centralnej Rejestracji Danych) powinny być tak przygotowane, aby nadawały się do wprowadzenia na urządzenie wej-

ściowe elektronicznej maszyny cyfrowej. Tak więc podstawowym warunkiem jest kompatybilność systemu rejestracji danych z komputerem, ponieważ we wszystkich pozostałych przypadkach konieczne jest dodatkowe wstępne przetwarzanie informacji dla przedstawienia ich w standardowej formie.

## 2. Rejestracja danych

Badania różnego rodzaju maszyn i urządzeń wymagają przeprowadzenia szeregu pomiarów różnych wielkości w wielu punktach pomiarowych. W praktyce liczba tych punktów zawiera się w przedziale od kilku do kilkudziesięciu. Liczba dokonywanych odczytów w poszczególnych punktach pomiarowych może być natomiast bardzo duża, np. rzędu kilkuset. W takich przypadkach metody tradycyjne już zawodzą i koniecznością staje się użycie wielokanałowych systemów informacyjno-pomiarowych.

Wyróżnić można tu dwa podstawowe warianty pracy. Pierwszym jest przypadek, kiedy system CRD sprzęgnięty jest bezpośrednio z elektroniczną maszyną cyfrową, która dokonuje odpowiednich obliczeń już w trakcie pomiaru po uzyskaniu np. rezultatów jednej serii pomiarowej. Jest to najwyższy szczebel współpracy układu CRD z komputerem. W ten sposób pracują np. niektóre układy pomiarowe, związane z systemami sterowania, gdzie na podstawie uzyskiwanych informacji elektroniczna maszyna cyfrowa lub system operacyjny odpowiednio kierują procesem technologicznym. Jest to współpraca typu on-line wielokanałowego systemu pomiarowego z komputerem.

Drugi przypadek zachodzi natomiast wtedy, gdy system CRD stanowi jednostkę autonomiczną, której podstawowym celem jest jedynie zapisanie rezultatów pomiaru na rejestratorach cyfrowych. Postać zapisu powinna być czytelna dla urządzeń wejściowych maszyny cyfrowej, aby umożliwiać dalsze przetworzenie zebranych informacji według odpowiedniego programu. Obliczenia te mogą zostać wykonane już w dowolnym czasie. W takim przypadku mówimy o współpracy systemu CRD z elektroniczną maszyną cyfrową w trybie off-line.

Chociaż przyszłość badań eksperymentalnych związana jest niewątpliwie z systemami CRD współpracujących on-line z komputerami lub minikomputerami; to drugi sposób, przynajmniej w najbliższym czasie, będzie miał dominującą pozycję.

## 3. Badanie wentylatora

Powszechne stosowanie w wielu dziedzinach wentylatorów nie oznacza wcale, że w wystarczający sposób opracowano szereg złożonych zagadnień, związanych z ich projektowaniem czy eksploatacją. Dlatego też badania wentylatorów będą długo jeszcze zagadnieniem aktualnym. Należy także podkreślić, że w najczęściej spotykanych przypadkach badania wentylatora sprowadza

się do pomiaru pewnego zespołu wielkości, na podstawie których wyznaczyć można charakterystykę tej maszyny [5,6 i 7].

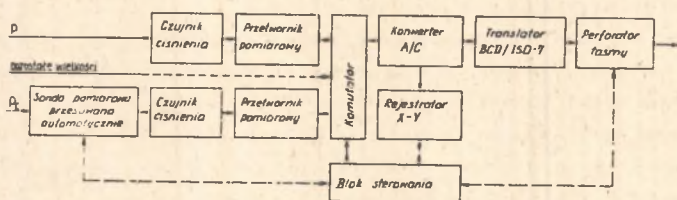
Zarówno w praktyce przemysłowej jak i laboratoryjnej, do pomiaru strumienia objętości stosuje się najczęściej sondowanie wybranego przekroju kontrolnego sondą Prandtla. W związku z tym otrzymuje się, jako rezultat badań eksperymentalnych, duży zbiór danych wymagający dłuższego przetworzenia. Wielkość tego zbioru zależy głównie od liczby podzbiorów wyników dla poszczególnych obciążeń wentylatora. W ramach jednego podzbioru zawarty jest komplet wyników obrazujących rozkłady ciśnień całkowitych i statycznych w przekroju pomiarowym oraz średnią temperaturę czynnika w tym przekroju. Do tego należy jeszcze dodać rezultaty pomiaru pobieranej mocy, ciśnienie barometryczne, temperaturę otoczenia, prędkość obrotową itp. W celu określenia charakterystyk wentylatora konieczne jest wykonanie całego szeregu operacji na elementach otrzymanego zbioru danych doświadczalnych.

Przetwarzanie wyników uzyskanych na drodze eksperymentalnej nie stwarza w chwili obecnej, szczególnie przy wykorzystaniu elektronicznej techniki obliczeniowej, większych problemów. Istnieje szereg programów komputerowych, umożliwiających otrzymanie wyników badań nie tylko w formie stosunkowo przejrzystych tabel, ale także w postaci graficznej (przy wykorzystaniu odpowiedniego zewnętrznego urządzenia wyjściowego maszyny cyfrowej - grafplotera) [8 i 9]. Sytuacja taka wymaga więc skierowania dużej części wysiłku metrologów, parających się tymi problemami, na automatyzację pomiaru w ramach systemu CRD [10].

#### 4. Układ pomiarowy

Aby maksymalnie uprościć a jednocześnie przyspieszyć procesy - pomiarowy i obliczeniowy - zakłada się, że wszystkie wyniki badań będą zarejestrowane na taśmie perforowanej [10]. Taki sposób przygotowania danych umożliwia wprowadzenie ich do systemu wielodostępnego za pośrednictwem konsoli dalekopisowej, przetworzenie według odpowiedniego programu i wyprowadzenie na tym samym dalekopisie wyników obliczeń. Odpowiednie obliczenia można także przeprowadzić sposobem wsadowym, np. na komputerze serii Odra 1300.

Sformułowane w ten sposób zadanie wymaga, aby wszystkie wyniki pomiarów przedstawione były w skwantowanej postaci cyfrowej, przy zastosowaniu odpowiedniego kodu umożliwiającego wprowadzenie ich na wejście perforatora taśmy. Dlatego też sygnały ze wszystkich punktów pomiarowych reprezentujące wielkości mierzone i stanowiące nieelektryczne wielkości analogowe należy przedtem przetworzyć na sygnały elektryczne a następnie, po odpowiednim ich przekształceniu, wyprowadzić z systemu CRD. Schemat układu przystosowanego także do automatyzacji pomiaru ciśnienia przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Schemat blokowy systemu CRD

Zasada działania układu automatycznego pomiaru ciśnień przedstawiona zostanie w skrócie dla toru dotyczącego ciśnienia całkowitego. Po przesunięciu sondy do kolejnego punktu pomiarowego na danej linii sondowania, impuls ciśnienia zamieniany jest w czujniku ciśnienia i w przetworniku pomiarowym na sygnał elektryczny. Wszystkie elektryczne sygnały wyjściowe z przetworników powinny zawierać się w standardowym zakresie danego typu wielkości dla urządzeń automatyki i CRD. Dla wyjść prądowych wynosi on 0-20/50 mA, a dla napięciowych 0-10 V.

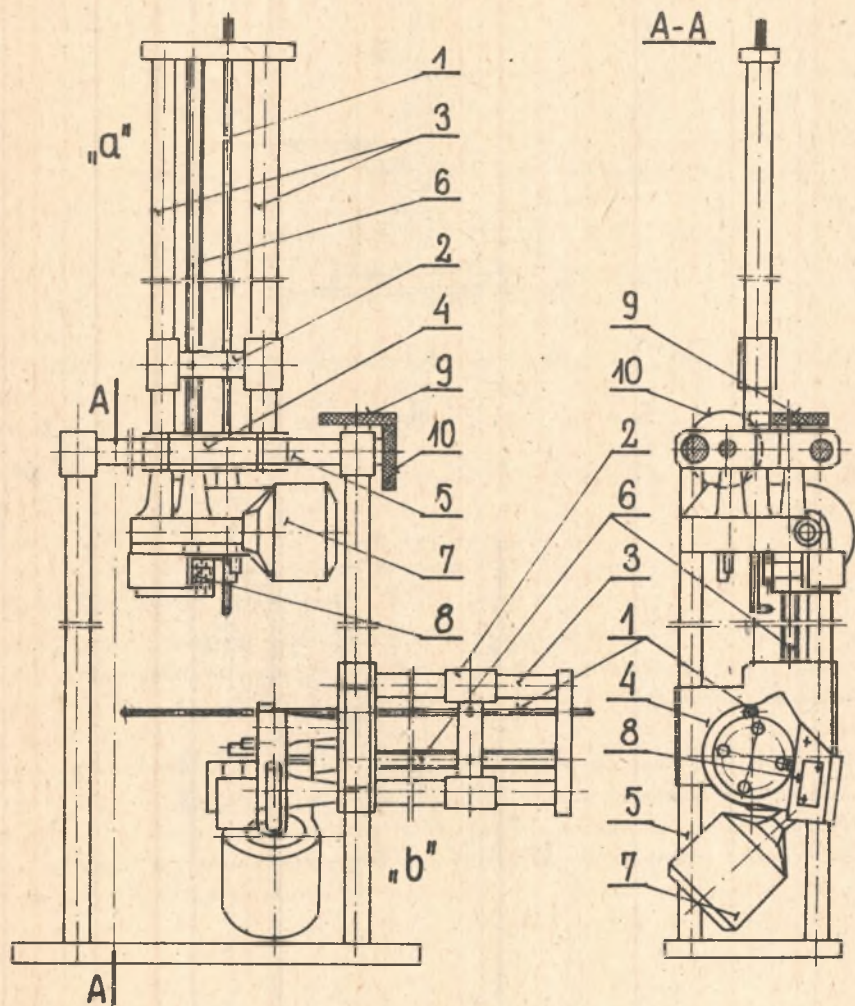
W przypadku pomiarów wielokanałowych stosuje się zazwyczaj jeden konwerter A/C. Wynika stąd konieczność kolejnego odczytywania poszczególnych wielkości, do czego niezbędny jest układ wybierania kanałów (komutator), sterowany np. przez programator czasowy [10, 11 i 12]. Ponieważ dalsza obróbka rezultatów pomiaru za pomocą systemów wielodostępnych lub w sposób wsadowy wymaga rejestracji danych na standardowej ośmiocięzkowej taśmie perforowanej, układ powinien być wyposażony w translator kodu BCD (w którym przekazywany jest sygnał wyjściowy z konwertera A/C) na kod ICL-1900. Blok sterowania koordynuje pracę poszczególnych elementów układu.

Bliższe wiadomości na temat automatyzacji pomiaru wielkości fizycznych tego typu, jak w omawianym problemie, znaleźć można w pracach [1, 2, 10, 12, 13, 14 i 15].

##### 5. Układ prowadzenia sondy piętrzącej

Pełna automatyzacja pomiaru przepływu przy użyciu sondy potrzebuje odpowiedniego urządzenia prowadzącego ją poprzez zadane w przekroju kontrolnym punkty pomiarowe. Ze względu na brak stosownych urządzeń było to zagadnienie wymagające specjalnego potraktowania. Rezultatem podjętych w tym kierunku prac są dwa uchwyty do automatycznego prowadzenia sondy.

Pierwsze rozwiązanie (rys. 2) dotyczy dokładniejszych pomiarów. Sonda napędzana jest tu silnikiem prądu stałego za pomocą śruby pociągowej. Przyjęty układ konstrukcyjny umożliwia pomiar, przy skokach sondy wynoszących odpowiednio 0,00025, 0,0005 i 0,001 m. W każdym punkcie pomiarowym czułka sondy może być unieruchamiana na okres 1-5 s.

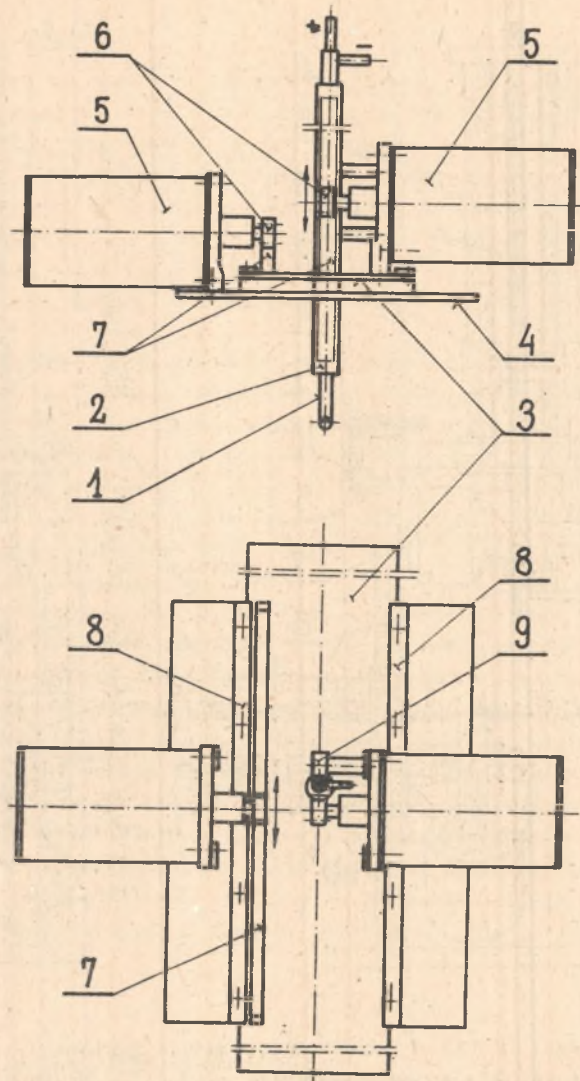


Rys. 2. Układ prowadzenia sondy, - wariant I

1 - sonda pomiarowa, 2 - gniazdo mocujące sondy, 3 - prowadnica sondy, 4 - suport, 5 - prowadnica suportu, 6 - śruba pociągowa, 7 - silnik, 8 - układ wyłączników krańcowych, 9 - pokrętko przesuwu ręcznego uchwyty "b", 10 - pokrętko przesuwu ręcznego uchwyty "a"

Drugie rozwiązanie przedstawione na rys. 3, wykorzystuje silnik reluktancyjny [16 i 17] typu EDS produkcji Zakładów Automatyki Przemysłowej w Ostrowiu Wlk. Sonda napędzana jest tutaj silnikiem skokowym za pośrednictwem zębalki, podobnie jak w niektórych rozwiązaniach firmy DISA.

W tym przypadku przyjęto większe wartości skoku sondy wynoszące odpowiednio: 0.005, 0.010 i 0.025 m. Uchwyty tego typu można stosować głównie do przekrojów pomiarowych posiadających odpowiednie większe wymiary aniżeli w pierwszym przypadku.



Rys. 3. Układ prowadzenia sondy - wariant II

1 - sonda pomiarowa, 2 - uchwyt sondy, 3 - suport, 4 - podstawa układu prowadzącego, 5 - silnik skokowy, 6 - koło zębate, 7 - zębátka, 8 - prowadnica, 9 - rolka prowadząca uchwyt

Układy elektroniczne obydwu uchwytów podłączone są do bloku sterowania systemu CRD.

## 6. Podsumowanie

Podstawowym celem pracy jest zaprezentowanie układu do pomiaru wentylatora przy współpracy w trybie off-line z komputerem. Problem pomiaru ośmiennów poruszono głównie z tego względu, że wymagane jest tu dodatkowe urządzenie do automatycznej zmiany położenia sondy pomiarowej. Pomiaru pozostałych wielkości nie omawiano, ponieważ wiadomości na ten temat znaleźć można w innych opracowaniach [1,2,3,10,12,13,14 i 15], dotyczących wielokanałowych systemów CRD. Zasada pomiaru jest identyczna a cała różnica polega tylko na użyciu innego przetwornika sygnału analogowego na sygnał elektryczny.

Korzyści zastosowania systemów CRD przy badaniach różnych maszyn i urządzeń są niewątpliwie. rosną ze wzrostem liczby odczytów dla danej serii pomiarowej. Do głównych zalet należą:

- wyeliminowanie ręcznej rejestracji wyników pomiaru,
- skrócenie czasu badań,
- wyższa jakość badań,
- poprawa warunków pracy personelu realizującego pomiary,
- obniżenie kosztów badań.

Do układu przedstawionego na rys. 1 dołączyć też można drukarkę wierszową, drukarkę mozaikową lub np. pisak X-Y. W tym ostatnim przypadku, w trakcie sondowania wykreślany będzie rozkład prędkości czynnika wzdłuż linii sondowania.

Na zakończenie należy podkreślić, że dalszym etapem prac prowadzonych w tym kierunku będzie, po uzyskaniu niezawodnego działania zaprezentowanego systemu, powiązanie układu pomiarowego z minikomputerem MOMIK 8b lub z elektroniczną maszyną cyfrową Odra serii 1300, pracującą w systemach operacyjnych MINIMOP-2 i GEORG 3.

## LITERATURA

- [1] Zimmermann R.: Automatyczna centralizacja, pomiary i obróbka danych. Wydawnictwo MON, Warszawa 1975.
- [2] Zimmermann R.: Przyrządy do rejestracji i analizy. WKŁ, Warszawa 1969.
- [3] Karkowski Z., Nowaczyk J.: Miernictwo cyfrowe. Skrypty Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1975.
- [4] Ficek K., Pałka E., Rudzki T.: Struktura systemu pomiarowego w zastosowaniu do badań maszyn i urządzeń. IV Konferencja Naukowo-Techniczna w Instytucie Lotnictwa "Miernictwo Dynamicznych Wielkości Mechanicznych". Warszawa, Listopad 1976, ss. 211-215.
- [5] Polski Komitet Normalizacyjny, PN/M-43010, "Wentylatory. Pomiary charakterystyk na stoiskach", Projekt Polskiej Normy.
- [6] Kuczewski S.: Wentylatory, WNT, Warszawa 1978.
- [7] Tuliszka E.: Sprężarki, dmuchawy i wentylatory. WNT, Warszawa 1976, Wyd. II.

- [8] Błoński J., Jesionek K., Sandecki A., Wyszynski R.: Obliczanie charakterystyki wentylatora na elektronicznej maszynie cyfrowej. Prace Naukowe Instytutu Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów Politechniki Wrocławskiej Nr 7, Seria: Studia i Materiały nr 6 - "Obliczanie i badanie wentylatorów", Wrocław 1976, ss. 27-35.
- [9] Błoński J., Jesionek K., Sandecki A., Wyszynski R., Zabdyr J.: Zastosowanie ETO do wyznaczania charakterystyki wentylatora. III Krajowy Przegląd Zastosowań Techniki Komputerowej w Przemysle Maszynowym. Materiały Konferencyjne, Tom II, Część 2, SIMP Oddział w Poznaniu. Październik 1976, ss. 79-92.
- [10] Błoński J., Jesionek K., Sandecki A., Wyszynski R.: Automatyzacja pomiarów wentylatorów. Prace Naukowe Instytutu Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów Politechniki Wrocławskiej Nr 7, Seria: Studia i Materiały nr 6 - "Obliczanie i badanie wentylatorów", Wrocław 1976, ss. 37-47.
- [11] Jesionek K.: Pole prędkości w przekroju kontrolnym kanału zakrzywionego. Instytut Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów Politechniki Wrocławskiej. Komunikat nr I-20/K-045/78, Wrocław 1978.
- [12] Praca zbiorowa: Dokumentacja techniczna układu kodowania wielkości analogowych UKWA-10. Instytut Automatyzacji Systemów Energetycznych. Wrocław 1974.
- [13] Bojkowski J., Janiczek J., Jellonek K.: Cyfrowy system pomiaru temperatury. Pomiary, Automatyka, Kontrola, nr 4, 1978, ss. 142-143.
- [14] Muchamediarowa N., Czerwiński J.: Wielokanałowy system pomiarowo-informacyjny. IV Konferencja Naukowo-Techniczna w Instytucie Lotnictwa "Miernictwo Dynamicznych Wielkości Mechanicznych", Warszawa, Listopad 1976, ss. 279-281.
- [15] Kiełbiński J.: Wielopunktowy pomiar ciśnień z komutacją po stronie ciśnienia. IV Konferencja Naukowo-Techniczna w Instytucie Lotnictwa "Miernictwo Dynamicznych Wielkości Mechanicznych", Warszawa, Listopad 1976, ss. 132-134.
- [16] Błoński J., Jesionek K.: Urządzenie sterujące sondą pomiarową. Instytut Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów Politechniki Wrocławskiej. Raport nr I-20/R-019/78, Wrocław 1978.
- [17] Błoński J., Jesionek K.: Instalacja doświadczalna do pomiaru przepływu powietrza. Instytut Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów Politechniki Wrocławskiej, Raport nr I-20/R-018/78, Wrocław 1978.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕНТИЛЯТОРА НА РЕЖИМЕ ОФ-ЛАЙН

#### Резюме

Энергетические измерения вентиляторов и обработка результатов измерений традиционными методами представляют собой весьма трудоемкий процесс. Необходимым становится введение в промышленную практику новых методов заключающихся в автоматизации измерений.

В статье представлена система автоматической регистрации результатов измерения вентилятора. Получена цифровая информация находится на перфорированной ленте. Исползованный метод делает возможным непосредственный ввод данных на устройство входа ЭЦВМ. Применение представленного метода сокращает время и повышает точность измерения.



## INVESTIGATION OF FAN BY OFF-LINE SYSTEM

## S u m m a r y

Both energy measurements and the analysis of results by traditional methods are time consuming. The new methods should be introduced to reduce the schedules, particularly when the model, guarantee and acceptance tests consisting in automatic measurements are to be performed.

Digital pressure (and other parameters) measurement system permitting to analyse pressure distribution in gauging cross-section of flow channel is presented in this chapter. Measurement results may be obtained on perforated tape for further electric data processing.