

**Wydział Transportu
Politechniki Warszawskiej**

Diagnostyka techniczna – laboratorium.

Specjalność IBET, VI sem.

Ćwiczenie nr 7.

Temat: Diagnostyka uszkodzeń łożyska tocznego.

Zespół nr:

Skład zespołu:

Ocena Końcowa:

1.

.....

2.

.....

3.

.....

4.

.....

5.

.....

6.

.....

Data wykonania Ćwiczenia: r.

BADANIE USZKODZEŃ ŁOŻYSK

1. WSTĘP

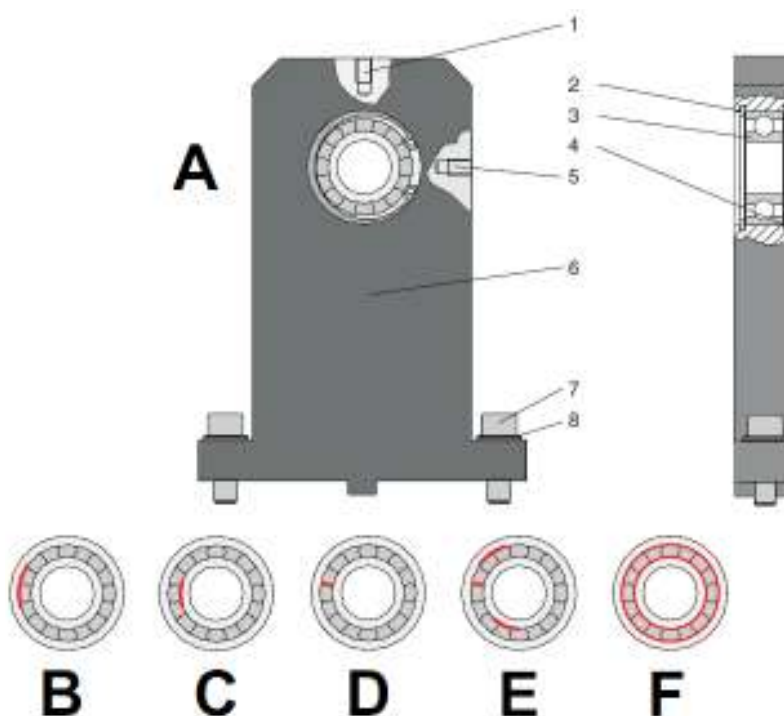
Celem ćwiczenia jest symulacja oraz rozpoznanie pięciu typowych uszkodzeń mogących wystąpić w łożyskach tocznych.

Uszkodzenie łożyska charakteryzuje się zwiększeniem hałasu oraz drgań generowanych przez łożysko. Uszkodzenia łożysk mogą być wykryte za pomocą przyrządu do pomiaru wibracji (PT500.2) wyposażonego w czujniki Brüel & Kjaer. Badanie łożysk polega na poszukiwaniu charakterystycznych częstotliwości drgań, które odpowiadają częstotliwościom typowym dla danych uszkodzeń łożyska. Ta metoda monitorowania stanu jest podstawowym sposobem kontroli stanu urządzeń podczas ich pracy.

2. OPIS STANOWISKA

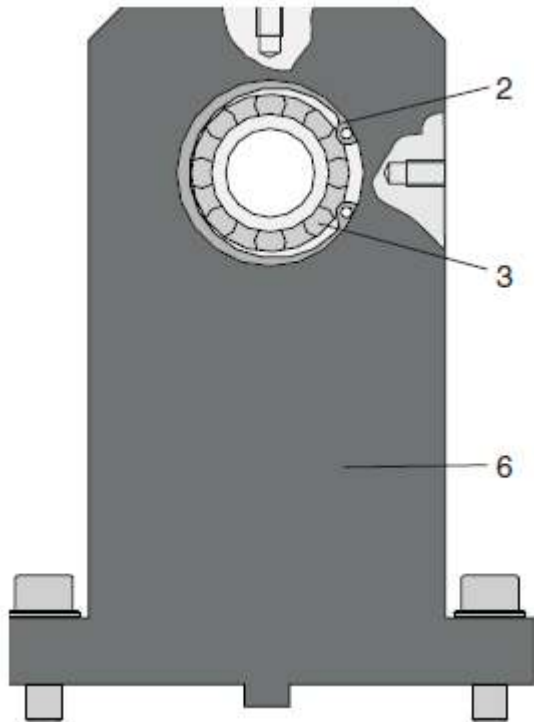
Zestaw do badania uszkodzeń łożysk tocznych składa się z: oprawy łożyska, sześciu łożysk o różnym stopniu uszkodzenia oraz zestawu przekładni pasowej. Przed rozpoczęciem eksperymentu należy za pomocą dołączonego do zestawu narzędzia zamontować w oprawie odpowiednie łożysko.

2.1. Elementy składowe zestawu.



- | | | | |
|---|--|---|---|
| A | Łożysko nie uszkodzone | 1 | Otwór gwintowany M8x8 do mocowania czujnika |
| B | Łożysko z uszkodzoną zewnętrzną bieżnią | 2 | Pierścień zabezpieczający 42x1.75 |
| C | Łożysko z uszkodzoną wewnętrzną bieżnią | 3 | Łożysko kulkowe |
| D | Łożysko z uszkodzoną kulką | 4 | Pierścień zabezpieczający 42x1.75 |
| E | Łożysko z uszkodzeniami jak w łożyskach B, C i D | 5 | Otwór gwintowany M8x8 do mocowania czujnika |
| F | Kompletnie zniszczone łożysko | 6 | Oprawa łożyska |
| | | 7 | Śruba mocująca M8x25 |
| | | 8 | Podkładka |

2.2. Wymiana łożyska



Zaczynamy od zestawu gotowego do eksperymentu.

- Wyłącz silnik elektryczny
- Otwórz osłonę zabezpieczającą
- Odkręć oprawę łożyska od podstawy
- Zdejmij oprawę łożyska z wałka
- Zdejmij zabezpieczenie łożyska za pomocą narzędzia będącego w zestawie
- Wypchnij łożysko z oprawy
- Zamontuj nowe łożysko
- Zamontuj zabezpieczenie łożyska
- Zamontuj oprawę łożyska

2.3. Eksploatacja

Łożyska muszą być nasmarowane czystym olejem (za wyjątkiem łożyska zniszczonego). Jeśli łożyska narażone są na zanieczyszczenie powinny być od czasu do czasu czyszczone w nafcie oraz za pomocą sprężonego powietrza i nasmarowane dla uniknięcia korozji.

3. Bezpieczeństwo

3.1. Zagrożenia dla zdrowia



UWAGA! Ryzyko uszkodzenia ciała przez obracające się elementy. Używaj urządzenia tylko przy zamkniętej osłonie.

3.2. Zagrożenia dla sprzętu



Uwaga! Upewnij się czy łożysko jest poprawnie zamontowane (założone zabezpieczenia) i czy jest nasmarowane olejem.

4. Ćwiczenie.

4.1. Łożysko z uszkodzeniem na bieżni zewnętrznej (łożysko B)

Podczas ćwiczenia możliwe będzie obserwacja stanu łożyska i zespołu, w którym jest ono zamontowane.

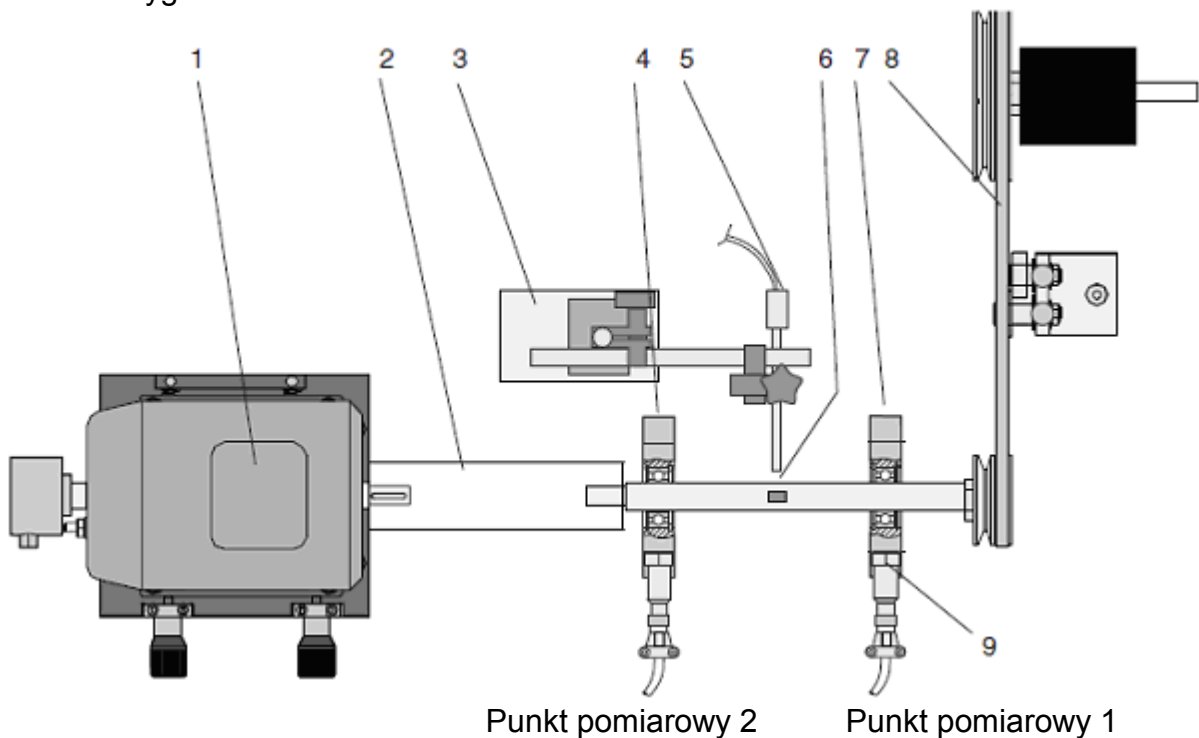
4.2. Potrzebne akcesoria

PT 500 - stanowisko do badania uszkodzeń urządzeń

PT 500.02 (03) - zestaw do rejestracji drgań Brüel & Kjaer

PT 500.14 - zestaw przekładni pasowej.

4.3. Przygotowanie ćwiczenia



Rys. 4.1 Zestaw do badania uszkodzeń łożysk.

- | | |
|---|---|
| 1 silnik elektryczny, | 6 krótki wałek z odblaskową naklejką, |
| 2 sprzęgło, | 7 oprawa łożyska z zestawu PT 500.12 z uszkodzonym łożyskiem, |
| 3 płyta stalowa z magnetycznym uchwytem, | 8 przekładnia pasowa, |
| 4 oprawa łożyska z zestawu PT 500 z nieuszkodzonym łożyskiem, | 9 czujnik przyspieszenia (zamocowany poziomo). |
| 5 czujnik prędkości obrotowej, | |

Kolejność wykonania czynności:

- zamontuj silnik elektryczny (1) do podstawy,
- podłącz jednostkę sterującą silnikiem,
- zamontuj krótki wał (6) z oprawą łożyska z zestawu PT500 oraz oprawę łożyska z uszkodzonym łożyskiem (B). Połącz wał (6) z silnikiem za pomocą sprzęgła,
- ustaw oprawę z uszkodzonym łożyskiem tak by możliwe było zamontowanie na końcu wału małego koła pasowego,
- zamocuj małe koło pasowe za pomocą mocowania zaciskowego,
- skompletuj przekładnię pasową montując duże koło pasowe oraz mechanizm napinający pasek klinowy,
- zamontuj czujnik drgań do obudowy uszkodzonego łożyska,
- zamontuj płytę stalową oraz uchwyt magnetyczny wraz czujnikiem prędkości obrotowej,
- naklej taśmę odblaskową na wałek,
- ustaw napięcie paska klinowego.

4.4. Przebieg ćwiczenia

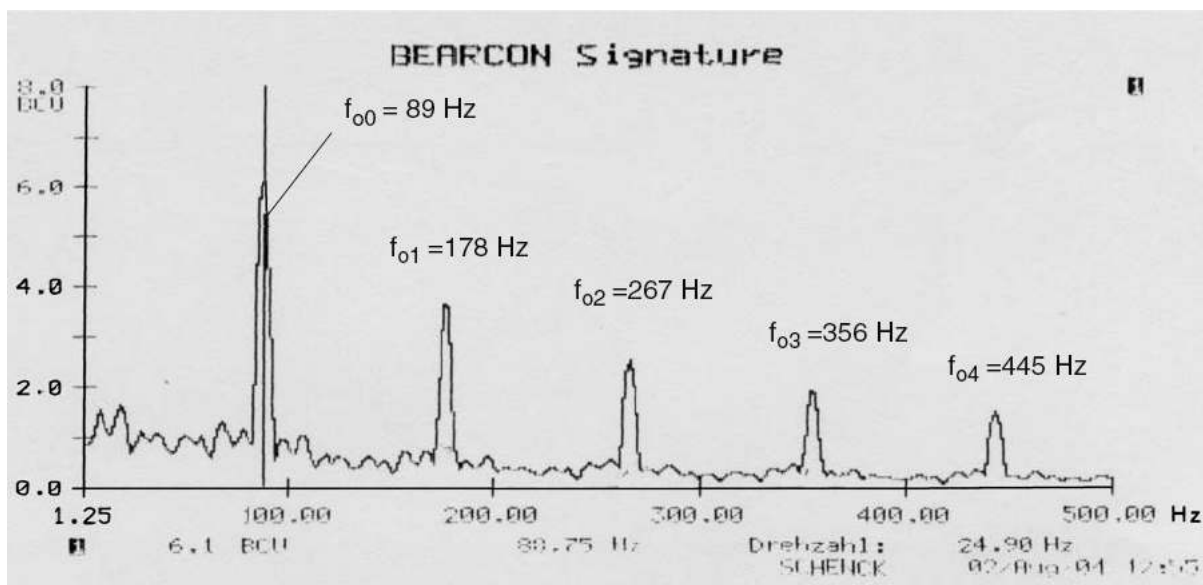
Podłącz czujniki drgań do aparatury pomiarowej.
Ustaw aparaturę pomiarową jak poniżej

NASTAWY		
	1	2
Wejście:	Aktywne	Aktywne
Typ czujnika:	Przyspieszeniowy	Przyspieszeniowy
Czułość:	100 [mV/g]	100 [mV/g]
Zakres pomiarowy	20 (zmienny)	20 (zmienny)

Ustawienia dla sygnału odniesienia:	
Zewn.	Aktywne
Poziom sygnału wyzwalającego:	50%
Krawędź sygnału wyzwalającego:	Dodatnia
Jednostka prędkości obrotowej:	obr/min
Prędkość / Odniesienie	1 / 1

- opuść osłonę,
- włącz sterownik silnika elektrycznego,
- sprawdź kierunek obrotów,
- uruchom silnik,
- ustaw prędkość obrotową na 1500 obr/min,
- odczytaj charakterystykę.

4.5. Łożysko z uszkodzoną bieżnią zewnętrzną (B)

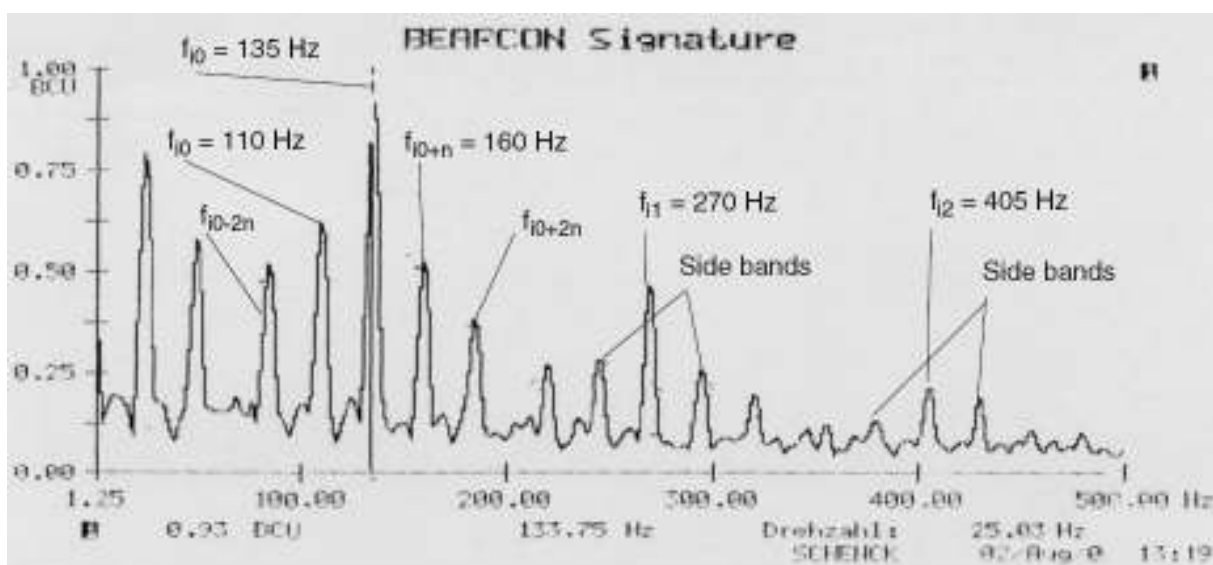


Rys. 4.2. Widmo częstotliwości dla łożyska B przy 1500 [obr/min].

Cechy uszkodzeń pierścienia zewnętrznego:

Każda kulka uderza podczas pracy łożyska w uszkodzone miejsce. To uderzenie oraz jego odpowiedź jest identyfikowane jako częstotliwość charakterystyczna uszkodzenia. Jak wynika z rys. 4.2, częstotliwość charakterystyczna uszkodzenia dla łożyska B, to $f_{00} = 89$ [Hz]. Przy częstotliwościach odpowiadających wielokrotności częstotliwości charakterystycznej uszkodzenia, widzimy harmoniczne (od pierwszej do czwartej) drgań spowodowanych uderzeniami kulek o zewnętrzny pierścień łożyska.

4.6. Łożysko z uszkodzoną wewnętrzną bieżnią (C)

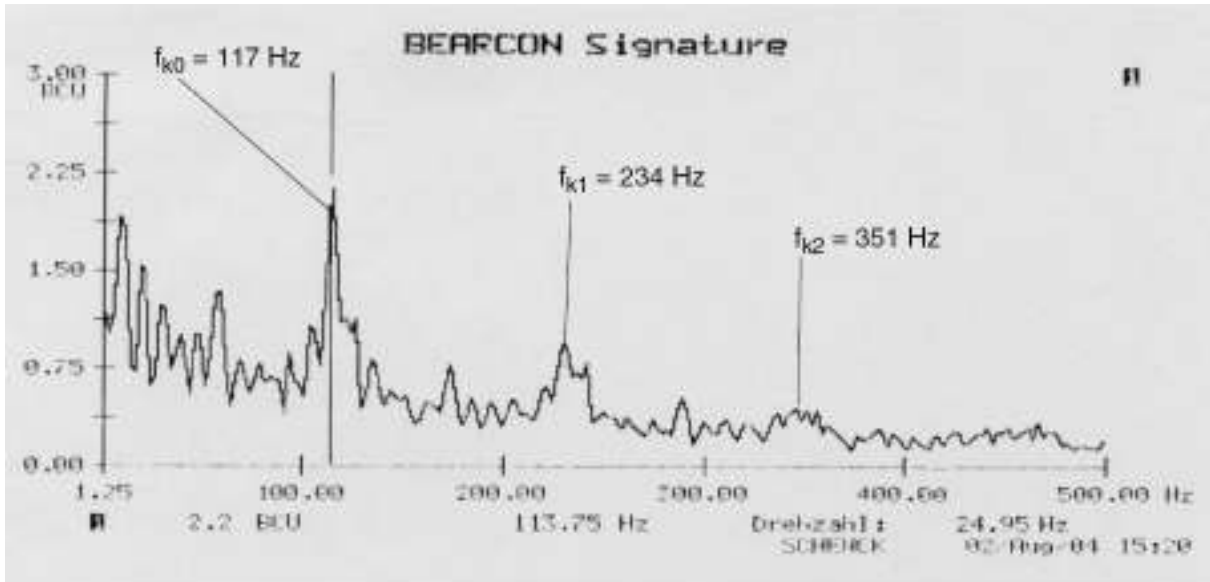


Rys. 4.3. Widmo częstotliwości dla łożyska C przy 1500 [obr/min].

Cechy uszkodzeń wewnętrznej bieżni:

Pomiar wykazał, że częstotliwość charakterystyczna (podstawowa) tego uszkodzenia wynosi $f_{i0}=135$ [Hz], zaś kolejne harmoniczne odpowiednio $f_{i1}=270$ [Hz] i $f_{i2}=405$ [Hz]. W przedziałach ± 25 Hz względem harmonicznych f_{i0} , f_{i1} , f_{i2} , można zaobserwować tzw. boczne pasma (side bands) częstotliwości, zaznaczone na rys. 4.3.

4.7. Łożysko z uszkodzoną kulką (D)

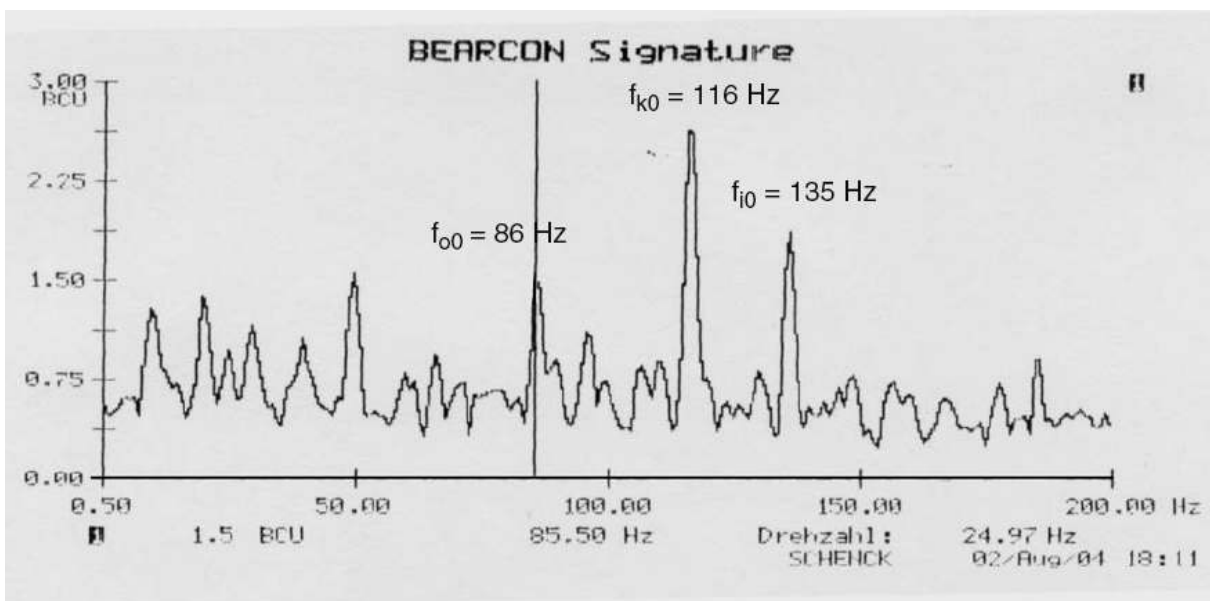


Rys. 4.4. Widmo częstotliwości dla łożyska D przy 1500 [obr/min].

Cechy uszkodzeń kulki (kulek) łożyska:

Według pomiaru otrzymujemy częstotliwość charakterystyczną uszkodzenia $f_{k0}=117$ [Hz], dodatkowo pierwsza i druga harmoniczna mogą być zaobserwowane przy 234 i 351 [Hz]. Łożysko z uszkodzoną kulką, nie przy każdym obrocie wywołuje drgania; może to powodować nieregularność wykresu oraz to, że nie w każdym pomiarze będzie on wyglądał tak samo.

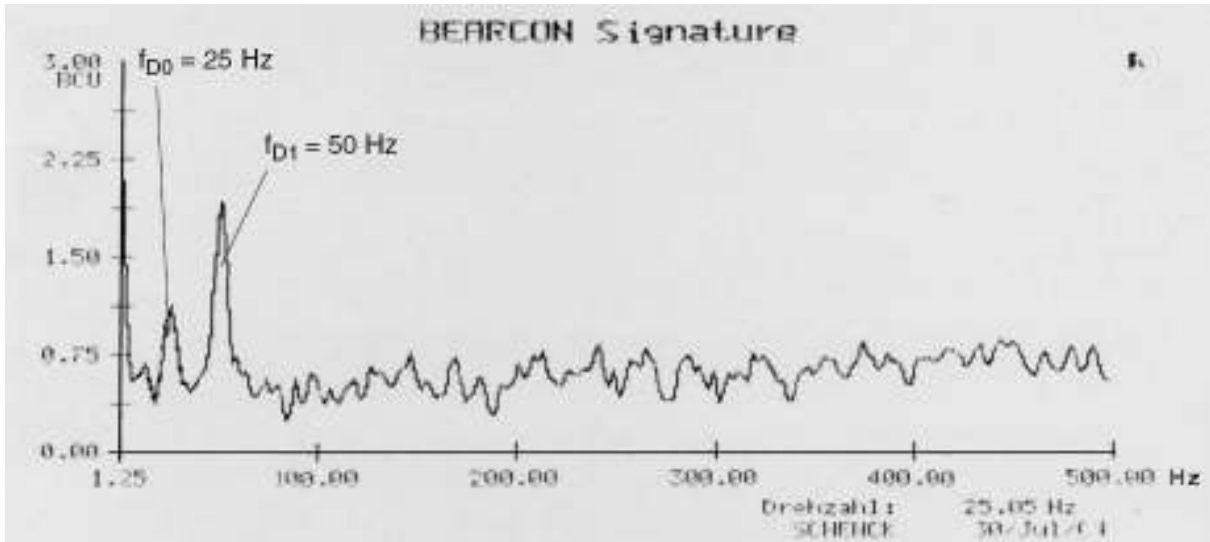
4.8. Łożysko z uszkodzonymi zewnętrzną i wewnętrzną bieżnią oraz kulką (E)



Rys. 4.5. Widmo częstotliwości łożyska E przy 1500 [obr/min].

Cechy poszczególnych uszkodzeń są widoczne na wykresie (rys.4.5).
 Częstotliwość charakterystyczna uszkodzenia zewnętrznej bieżni: $f_{D0}=86\text{Hz}$.
 Częstotliwość charakterystyczna uszkodzenia wewnętrznej bieżni: $f_{i0}=135\text{Hz}$.
 Częstotliwość charakterystyczna uszkodzenia kulki: $f_{k0}=116\text{Hz}$.

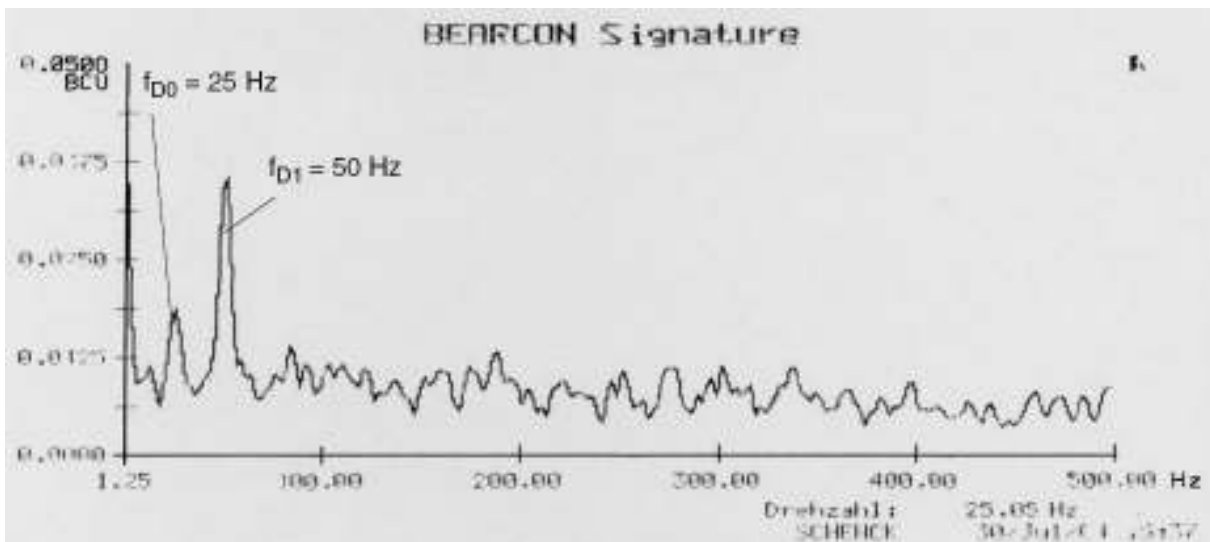
4.9. Łożysko zniszczone (F)



Rys. 4.6. Widmo częstotliwości dla łożyska F przy 1500 [obr/min].

Łożysko zniszczone charakteryzuje się wyższym hałasem podczas pracy niż łożysko A bez uszkodzeń. Częstotliwość charakterystyczna pracy zniszczonego łożyska to $f_{D0}=25$ [Hz] a pierwsza harmoniczna $f_{D1}=50$ [Hz] (rys.4.6).

4.10. Łożysko sprawne (bez uszkodzeń) (A)



Rys. 4.7. Widmo częstotliwości dla łożyska A przy 1500 [obr/min].

Właściwości:

- mały hałas,
- częstotliwość charakterystyczna łożyska przy $f_{D0}=25$ [Hz] i pierwsza harmoniczna przy $f_{D0}=50$ [Hz].

5. DANE TECHNICZNE STANOWISKA

Łożyska: toczne kulkowe jednorzędowe typu 6004

Wymiary: $d = 20$ [mm], $D = 42$ [mm], $B = 12$ [mm]

Średnica odniesienia: 31 [mm]

Średnica kulki: 6,35 [mm]

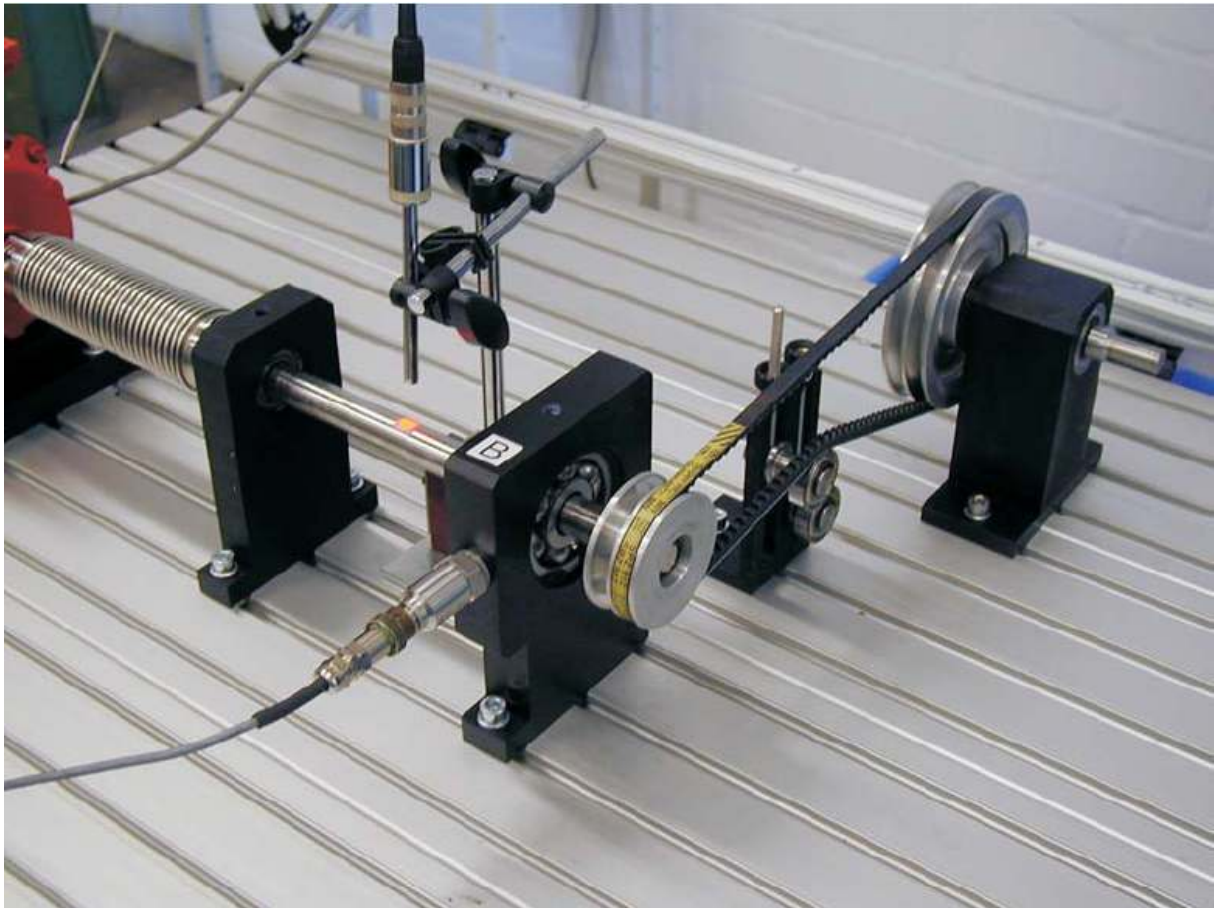
Liczba kulek: 9.

Prędkość obrotowa n [obr/min] wału wywołuje częstotliwości charakterystyczne drgań opisanych wzorami w tabeli 5.1.

Tabela 5.1. Wzory na częstotliwości charakterystyczne drgań układu z badanym łożyskiem tocznym.

Parametr	Wzór na częstotliwość
częstotliwość obrotów bieżni wewnętrznej	$f_{Ri} [Hz] = 1,0 \cdot \frac{n[\text{obr} / \text{min}]}{60}$
częstotliwość charakterystyczna dla uszkodzenia wewnętrznej bieżni	$f_i [Hz] = 5,42 \cdot \frac{n[\text{obr} / \text{min}]}{60}$
częstotliwość charakterystyczna dla uszkodzenia zewnętrznej bieżni	$f_o [Hz] = 3,58 \cdot \frac{n[\text{obr} / \text{min}]}{60}$
częstotliwość charakterystyczna dla uszkodzenia kulki	$f_r [Hz] = 4,68 \cdot \frac{n[\text{obr} / \text{min}]}{60}$
częstotliwość obrotów kosza kulek	$f_c [Hz] = 0,398 \cdot \frac{n[\text{obr} / \text{min}]}{60}$
częstotliwość obrotów kulek	$f_K [Hz] = 2,34 \cdot \frac{n[\text{obr} / \text{min}]}{60}$

6. PROPONOWANE ZESTAWIENIE ELEMENTÓW STANOWISKA BADAWCZEGO



Rys. 6.1. Ustawienie stanowiska do badania łożysk. Obciążenie łożyska jest realizowane za pomocą przekładni pasowej.

7. SPRAWOZDANIE

1. Strona tytułowa
2. Opis przebiegu ćwiczenia i wykonywanych czynności.
3. Uproszczony schemat stanowiska.
4. Policz częstotliwości charakterystyczne dla zadanej przez prowadzącego ćwiczenie prędkości obrotowej i porównaj wyniki z otrzymanym wykresem.

2. LITERATURA

Niniejsza instrukcja została napisana na podstawie dokumentacji technicznej dostarczonej przez producenta stanowiska laboratoryjnego PT 500, firmę G.U.N.T. Gerätebau GmbH, www.gunt.de