

Ćwiczenie laboratoryjne

Wyznaczanie charakterystyk harvestera piezoelektrycznego.

Opracował: Dariusz Grzybek

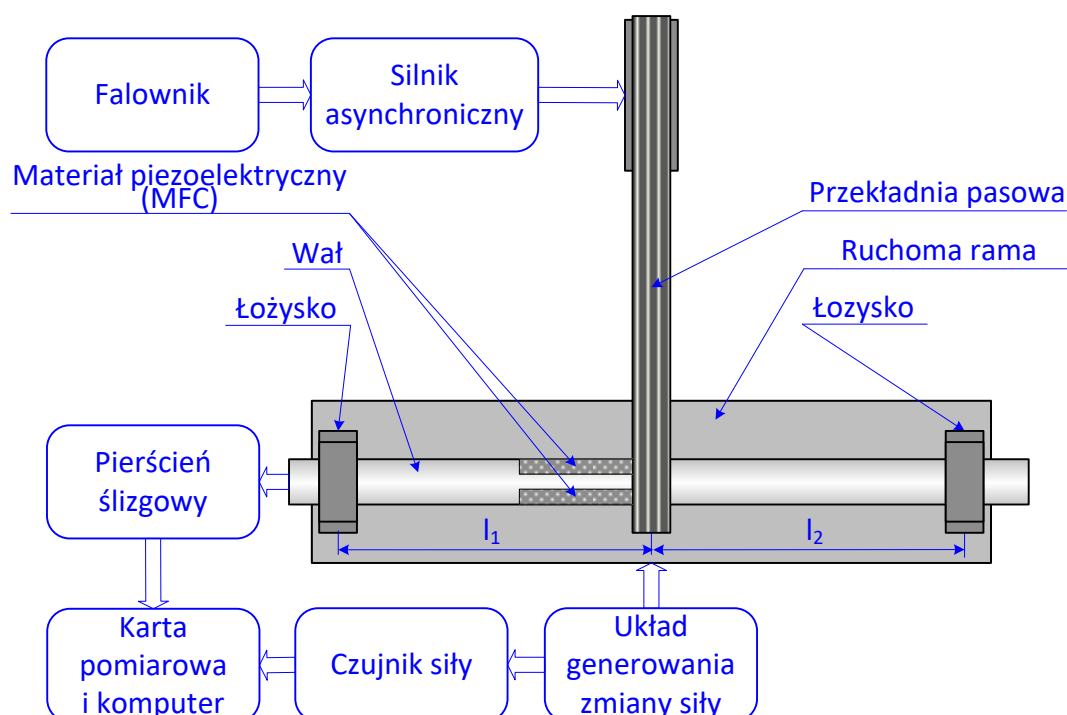
Cel:

Zapoznanie się z budową i własnościami układu do pozyskiwania energii elektrycznej, w którym wykorzystano materiał piezoelektryczny.

1. Opis stanowiska laboratoryjnego

1.1. Konstrukcja mechaniczna i układ pomiarowy

Struktura mechaniczna stanowiska laboratoryjnego obejmuje: ruchomą płytę zamontowaną na nieruchomej ramie, wał zamocowany w dwóch łożyskach, przekładnię pasową, układ generowania zmiany siły naciągu pasa w przekładni pasowej. Schemat struktury mechanicznej stanowiska przedstawiony jest na rys. 1.



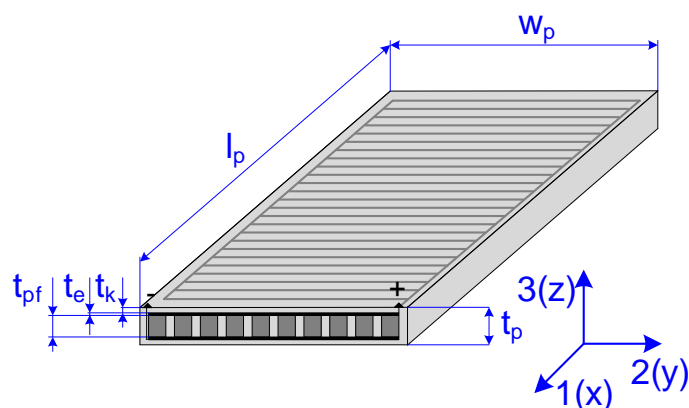
Rys. 1. Schemat stanowiska laboratoryjnego

Przekładnia pasowa generuje ruch obrotowy wału. Silnik asynchroniczny, sterowany przy pomocy falownika, umożliwia zmianę wartości prędkości obrotowej wału. Układ generowania siły umożliwia zmianę wartości siły naciągu pasa w przekładni pasowej, co pozwala na zmianę obciążenia wału.

Układ pomiarowy stanowiska obejmuje pierścień ślizgowy (wyprodukowany przez Hottinger Baldwin Messtechnik HBM), który umożliwia przepływ prądu z wału do karty pomiarowej, czujnik siły L6E (wyprodukowany przez Zemic) oraz kartę pomiarową DaQBoard 2000 (wyprodukowaną przez IOtech).

1.2. Struktura harwestera piezoelektrycznego

W stanowisku znajdują się 3 jednakowe układy do pozyskiwania energii elektrycznej (harwestery piezoelektryczne). Każdy z tych układów składa się z warstwy kompozytu piezoelektrycznego (Macro Fiber Composite typ P2) oraz mostka Graetza. Kompozyt piezoelektryczny jest naklejony bezpośrednio na powierzchnię wału. Struktura kompozytu przedstawiona jest na Rys. 2, a wymiary w Tabeli 1.



Rys. 2. Schemat kompozytu piezoelektrycznego MFC typ P2

Tabela 1. Wymiary warstwy kompozytu piezoelektrycznego

Wymiary	Jednostka	Wartość
Długość warstwy MFC (l_p)	mm	85
Szerokość warstwy MFC (w_p)	mm	14
Grubość warstwy MFC (t_p)	mm	0,3
Grubość włókien piezoelektrycznych (t_{pf})	mm	0,18
Grubość elektrod (t_e)	mm	0,018
Grubość warstwy poliamidowej (t_k)	mm	0,04

2. Przebieg zajęć

2.1. Zapoznanie się z budową harwestera piezoelektrycznego:

- omówienie poszczególnych elementów harwestera: kompozytu piezoelektrycznego, elektrycznego układu przekazywania energii oraz sposobu obciążenia harwestera,
- omówienie praktycznych przyczyn potrzeby pozyskiwania energii z obracających się wałów maszyn.

2.2. Pomiar napięcia generowanego przez harwester piezoelektryczny przy zmieniających się wartościach prędkości obrotowej wału. Przyjęte wartości wielkości w trakcie badań:

- siła obciążająca wał (F_w): 200 N,
- prędkość obrotowa wału (n): od 0 do 20 rps,
- obciążenie harwestera (R_{load}): 100 k Ω .

2.3. Pomiar napięcia generowanego przez harwester piezoelektryczny przy zmieniających się wartościach siły obciążającej wał. Przyjęte wartości wielkości w trakcie badań:

- siła obciążająca wał (F_w): 100 N, 200 N, 300 N
- prędkość obrotowa wału (n): 10 rps,
- obciążenie harwestera (R_{load}): 100 k Ω .

2.4. Pomiar napięcia generowanego przez harwester piezoelektryczny przy zmieniających się wartościach obciążenia harwestera. Przyjęte wartości wielkości w trakcie badań:

- siła obciążająca wał (F_w): 200 N,
- prędkość obrotowa wału (n): 10 rps,
- obciążenie harwestera (R_{load}): 10 k Ω , 50 k Ω , 100 k Ω , 200 k Ω , 400 k Ω , 600 k Ω , 800 k Ω i 1000 k Ω .

3. Sprawozdanie

3.1. Na podstawie wyników z punktu 2.2 narysuj przebieg:

a) napięcie versus prędkość obrotowa wału.

3.2. Na podstawie wyników z punktu 2.3 narysuj przebieg:

a) napięcie versus siła obciążająca wał.

3.3. Na podstawie wyników z punktu 2.4 narysuj przebieg:

a) napięcie versus obciążenie harwestera.

3.4. Wyznacz przebiegi:

a) moc elektryczna versus prędkość obrotowa wału,

b) moc elektryczna versus siła obciążająca wał,

c) moc elektryczna versus obciążenie harwestera.

3.5. Wylicz wartość optymalnego obciążenia harwestera (R_{load}), dla którego uzyskuje się największą wartość mocy elektrycznej dla wartości wielkości:

a) siła obciążająca wał (F_w): 200 N,

b) prędkość obrotowa wału (n): 10 rps.

Należy wykorzystać zależność:

$$R_{lopt} = \frac{1}{nC_{pf}}$$

gdzie: C_{pf} – pojemność włókien piezoelektrycznych w warstwie MFC.

3.6. Na podstawie uzyskanych przebiegów oraz wartości odpowiedz na pytania:

a) jaki jest wpływ prędkości obrotowej wału na pozyskiwaną moc elektryczną?

b) jaki jest wpływ obciążenia wału na pozyskiwaną moc elektryczną?

c) jaki jest wpływ obciążenia harwestera na pozyskiwaną moc elektryczną?

Odpowiedzi należy uzasadnić opierając się na przedstawionych na wykładach równaniach konstytutywnych materiałów piezoelektrycznych.

Literatura:

1. Wykłady z przedmiotu Materiały i Konstrukcje Inteligentne