|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **SPRAWOZDANIE Z LABORATORIUM MIERNICTWA ELEKTRONICZNEGO** | | | | |
| **Numer ćwiczenia** | 7 | **Temat ćwiczenia** | Pomiary częstotliwości i przesunięcia fazowego sygnałów okresowych | |
| **Numer grupy** | 2 | **Termin zajęć** | 11 Maja 2016 | |
| **Skład grupy** | | | **Prowadzący** | **Ocena** |
| Bartosz Rodziewicz, 226105  Sebastian Korniewicz, 226183 Wojciech Ormaniec, 226181 | | | Mgr inż. Krzysztof Skorupski |  |

# **Cel ćwiczenia**

Celem ćwiczenia jest poznanie:

* podstawowych metod pomiaru częstotliwości, okresu i przesunięcia fazowego,
* wpływu parametrów sygnału badanego na dokładność pomiaru częstotliwości i okresu,
* zasad doboru metody pomiarowej przy pomiarze częstotliwości i okresu oraz sposobu obliczania niepewności pomiaru.

# **Spis przyrządów**

* Generator sygnału okresowego
* Częstościomierz Meratronik C549A
* Oscyloskop dwukanałowy

# **Przebieg ćwiczenia**

|  |
| --- |
|  |
| Rys. 1 |

1. Pomiar częstotliwości

Pomiar został wykonany zgodnie ze schematem (rys. 1).

* 1. Wpływ czasu próbkowania na dokładność pomiaru

Pomiar polegał na kilkukrotnym zmierzeniu sygnału (amplituda ∼5V, kształt prostokątny) o kilku różnych częstotliwościach przy różnych czasach próbkowania. Wyniki pomiarów znajdują się w tabelce poniżej (tab. 1).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | f | Tw | fx | Δfx | δfx | fx±Δfx | T­x |
| L.p. | Hz | s | Hz | Hz | % | Hz | s |
| 1 | 100 | 1 | 0.100k | 1 | 1 | 100±1 |  |
| 2 | 100m | 0.11k | 10 | 9.1 | 110±10 |  |
| 3 | 10m | 0.0001M | 100 | 100 | 100±100 |  |
| 4 | 1m | 0.001M | 1000 | 1000 | 1±1k |  |
| 5 | 25k | 1 | 25k | 1 | 0.004 | 25k±1 |  |
| 6 | 100m | 25k | 10 | 0.04 | 25k±10 |  |
| 7 | 10m | 0.025M | 100 | 0.4 | 25±0.1k |  |
| 8 | 1m | 0.026M | 1000 | 3.84 | 26±1k |  |
| 9 | 4M | 1 | Brak pomiaru z powodu przekroczonego zakresu | | | | |
| 10 | 100m | Brak pomiaru z powodu przekroczonego zakresu | | | | |
| 11 | 10m | 3.9999M | 100 | 0.03 | 3.9999M±100 |  |
| 12 | 1m | 4.001M | 1000 | 0.02 | 4.001M±1k |  |
| Tab. 1 | | | | | | | |

Znaczenie oznaczeń:

* f – badana częstotliwość
* Tw – czas bramkowania

|  |
| --- |
| ,  gdzie δX to błąd względny,  ΔX to wartość błędu bezwzględnego,  a X to wartość zmierzona. |
| **Wzór nr 1 – błąd względny** |

* fx – wynik pomiaru

Tx – wyliczony okres Przykładowe obliczenia:

Δfx – ostatnia cyfra na wyświetlaczu jest niepewna

*δfx:*

*Tx:*

* 1. Wpływ kształtu na dokładność pomiaru częstotliwości

Pomiar polegał na zmierzeniu sygnału o stałej częstotliwości przy różnych kształtach sygnału i stałym czasie bramkowania. Wyniki pomiarów znajdują się w tabelce poniżej (tab. 2).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | f | Tw | Kształt | fx | Δfx | δfx | fx±Δfx | T­x |
| L.p. | kHz | s |  | kHz | Hz | % | Hz | s |
| 1 | 36 | 1 | prostokątny | 36.000 | 1 | 0.003 | 36k±1 |  |
| 2 | 36 | 1 | piłokształtny | 35.999 | 1 | 0.003 | 35999±1 |  |
| 3 | 36 | 1 | sinusoidalny | 35.999 | 1 | 0.003 | 35999±1 |  |
| Tab. 2 | | | | | | | | |

* 1. Wpływ amplitudy na dokładność pomiaru częstotliwości

Pomiar polegał na zmierzeniu sygnału o amplitudzie 5V i 0.5V w trzech różnych pozycjach pokrętła wyzwalania częstościomierza o stałej częstotliwości (42kHz) i określonym czasie bramkowania (1ms). Wyniki w tabelce (tab. 3). W trakcie pomiaru zauważyliśmy jednak, że kolejne odczyty dla pomiaru przy amplitudzie 0.5V (które nie zostały przez nas zanotowane) były dość niestabilne, podczas, gdy odczyty dla amplitudy 5V były dość stabilne.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Amplituda | Poz. pokr. | fx | Δfx | δfx | fx±Δfx | T­x |
| L.p. |  |  | kHz | Hz | % | Hz | s |
| 1 | 5V | lewo | 41.999 | 1 | 0.002% | 41999±1 |  |
| 2 | środek | 42.000 | 1 | 0.002% | 42k±1 |  |
| 3 | prawo | 41.999 | 1 | 0.002% | 41999±1 |  |
| 4 | 0.5V | lewo | 42.010 | 1 | 0.002% | 42010±1 |  |
| 5 | środek | 42.009 | 1 | 0.002% | 42009±1 |  |
| 6 | prawo | 41.999 | 1 | 0.002% | 41999±1 |  |
| Tab. 3 | | | | | | | |

1. Pomiar okresu sygnału

Pomiar został wykonany zgodnie ze schematem (rys. 1).

* 1. Badanie wpływu częstotliwości impulsów wzorcowych

Pomiar polegał na kilkukrotnym zmierzeniu sygnału (amplituda ∼5V, kształt prostokątny) o kilku różnych częstotliwościach przy różnych czasach próbkowania.

Wyniki pomiarów znajdują się w tabelce poniżej (tab. 4).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | f | fw | Tx | ΔTx | δTx | Tx±ΔTx | f­x |
| L.p. | Hz | Hz | s | s | % | ms | Hz |
| 1 | 100 | 1 | 10.003m | 0.001m | 0.01 | 10.003±0.001 | 100 |
| 2 | 10 | 10.01m | 0.01m | 0.1 | 10.01±0.01 | 99.9 |
| 3 | 100 | 0.0101 | 0.0001 | 1 | 10.1±0.1 | 99 |
| 4 | 25k | 1 | 0.041m | 0.001m | 0.01 | 0.041±0.001 | 24390 |
| 5 | 10 | 0.04m | 0.01m | 0.1 | 0.04±0.01 | 25k |
| 6 | 100 | 0.0002 | 0.0001 | 1 | 0.2±0.1 | 5k |
| 7 | 4M | 1 | 0.001m | 0.001m | 0.01 | 0.001±0.001 | 1M |
| 8 | 10 | 0.01m | 0.01m | 0.1 | 0.01±0.01 | 100k |
| 9 | 100 | 0.0001 | 0.0001 | 1 | 0.1±0.1 | 10k |
| Tab. 4 | | | | | | | |

Ostatni pomiar (4MHz) nie ma sensu, ponieważ przekracza zakres miernika, czego nie zauważyliśmy w trakcie zajęć. Również pomiar 25KHz przy fw=100Hz nie ma sensu, ponieważ przekracza dokładność miernika na tym zakresie.

* 1. Wpływ kształtu na dokładność pomiaru

Pomiar polegał na zmierzeniu sygnałów o kilku częstotliwościach, przy różnych kształtach sygnału, lecz stałej częstotliwości wzorcowej (1Hz). Wyniki pomiarów znajdują się w tabelce poniżej (tab. 5).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | f | Kształt | Tx | ΔTx | δTx | Tx±ΔTx | f­x |
| L.p. | Hz |  | ms | ms | % | ms | Hz |
| 1 | 100 | prostokątny | 10.001 | 0.001 | 0.01 | 10.001±0.001 | 100 |
| 2 | piłokształtny | 9.997 | 0.001 | 0.01 | 9.997±0.001 | 100 |
| 3 | sinusoidalny | 10.002 | 0.001 | 0.01 | 10.002±0.001 | 100 |
| 4 | 25k | prostokątny | 0.041 | 0.001 | 0.01 | 0.041±0.001 | 24390 |
| 5 | piłokształtny | 0.041 | 0.001 | 0.01 | 0.041±0.001 | 24390 |
| 6 | sinusoidalny | 0.040 | 0.001 | 0.01 | 0.04±0.001 | 25k |
| 7 | 4M | prostokątny | 0.000 | 0.001 | 0.01 | 0±0.001 | ∞ |
| 8 | piłokształtny | Błąd generatora | | | | |
| 9 | sinusoidalny | 0.001 | 0.001 | 0.01 | 0.001±0.001 | 1M |
| Tab. 5 | | | | | | | |

Pomiar dla 4MHz tak jak ostatnio nie miał tutaj sensu.

* 1. Wpływ amplitudy na dokładność pomiaru

Pomiar polegał na zmierzeniu sygnału o amplitudzie 5V i 0.5V i trzech różnych częstotliwościach, lecz stałej częstotliwości wzorcowej (1Hz). Wyniki pomiarów znajdują się w tabelce poniżej (tab. 6).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | f | Amplituda | Tx | ΔTx | δTx | Tx±ΔTx | f­x |
| L.p. | Hz |  | ms | ms | % | ms | Hz |
| 1 | 100 | 5V | 9.999 | 0.001 | 0.01 | 9.999±0.001 | 100 |
| 2 | 0.5V | 10.007 | 0.001 | 0.01 | 10.007±0.001 | 99.9 |
| 3 | 25k | 5V | 0.041 | 0.001 | 0.01 | 0.041±0.001 | 24390 |
| 4 | 0.5V | 0.04 | 0.001 | 0.01 | 0.04±0.001 | 25k |
| 5 | 4M | 5V | 0.000 | 0.001 | 0.01 | 0±0.001 | ∞ |
| 6 | 0.5V | 0.001 | 0.001 | 0.01 | 0.001±0.001 | 1M |
| Tab. 6 | | | | | | | |

|  |
| --- |
|  |
| Rys. 2 |
|  |
| Rys. 3 |

Pomiar dla 4MHz tak jak ostatnio nie miał tutaj sensu.

1. Pomiar przesunięcia fazowego

Pomiar (zgodnie ze schematem rys. 2) polegał na zbadaniu przesunięcia sygnału okresowego na wykresie po przepuszczeniu go przez przesuwnik fazowy (w 3 różnych ustawieniach, rys. 3). Wyniki pomiaru w tabelce poniżej (tab. 7).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | f | pw | Δpw | δpw | pw±Δpw |
| L.p. | Hz | s | s | % | s |
| 1 | 1k | 1.4\*20µ | 0.1\*20µ | 7 | 28±2µ |
| 2 | 3\*20µ | 0.1\*20µ | 3 | 60±2µ |
| 3 | 2.2\*50µ | 0.1\*50µ | 5 | 110±5µ |
| Tab. 7 | | | | | |

Znaczenie symboli:

f – częstotliwość badanego sygnału

pw – przesunięcie sygnału względem sygnału nie przepuszczonego przez przesuwnik fazowy

# **Wnioski**

* Im większy czas próbkowania tym dokładniejszy pomiar częstotliwości (i okresu). Jednak im większa częstotliwość badanego pomiaru potrzebny coraz krótszy czas bramkowania z powodu ograniczeń dokładności miernika na danym czasie pomiaru.
* Mniejsza częstotliwość wzorcowa powoduje dokładniejsze pomiary okresu.
* Kształt ma mały wpływ na pomiar, jednak sinusoidalny wydaje się być najdokładniejszy przy pomiarach częstotliwości, jak i okresu.
* Większa amplituda badanego sygnału powoduje dokładniejszy wynik pomiaru.
* Więcej kondensatorów i oporników powoduje większe przesunięcie fazowe.