



LABORATORIUM

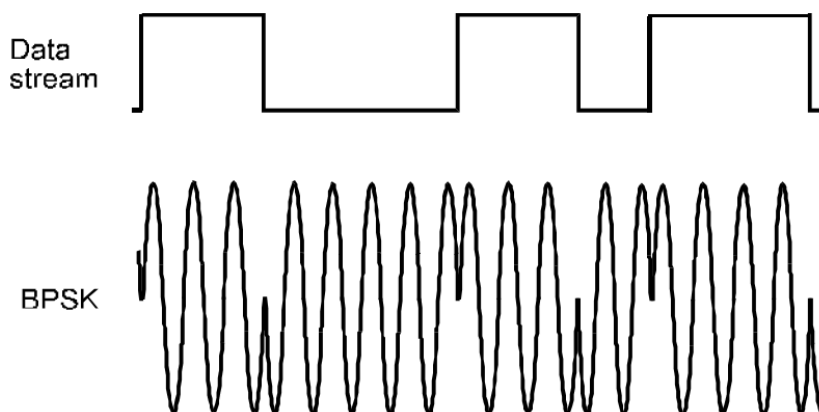
STRUMIENIOWANIE DANYCH MULTIMEDIALNYCH

Instrukcja do ćwiczenia laboratoryjnego:

MODULACJA BPSK

1. Wstęp

W trakcie ćwiczenia studenci zapoznają się z najprostszą modulacją sygnału wykorzystującą przesunięcie fazy – BPSK (*Binary Phase Shift Keying*). W tej modulacji przesunięcie fazy sygnału sinusoidalnego może przyjąć tylko jedną z dwóch wartości (0° lub 180°), co odpowiada transmitowanej przy jego pomocy binarnej wartości 0 lub 1. Modulacja ta, jako jedna z kilku, jest wykorzystywana m.in. w standardzie sieci bezprzewodowych IEEE 802.11b.



Modulacja BPSK. U góry sygnał binarny, poniżej odpowiadający mu sygnał BPSK

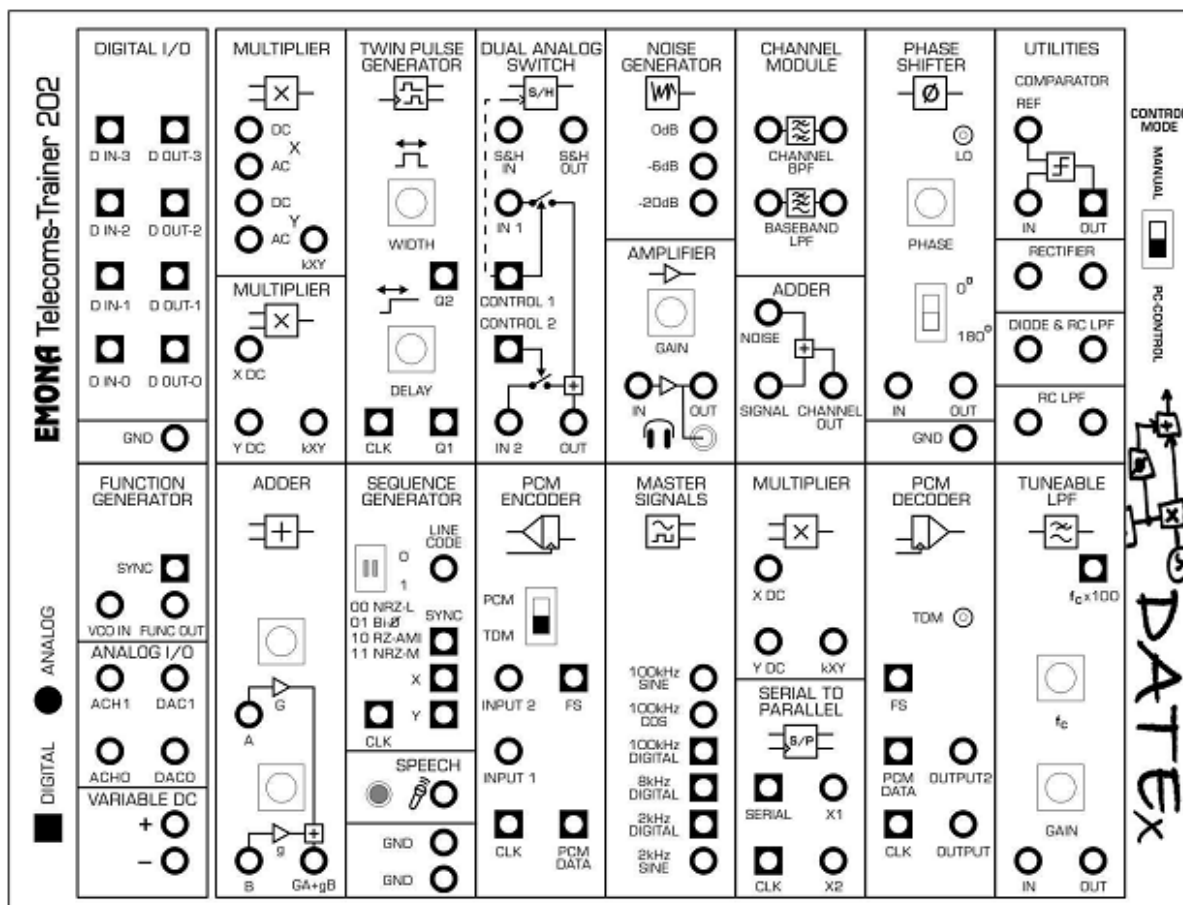
Ćwiczenie zostanie wykonane przy użyciu zestawów laboratoryjnych Elvis II firmy National Instruments z zamontowanymi na wierzchu modułami The Emona DATEx Telecommunications Add-in Module. Zestawy te są podłączone przy pomocy złącz USB do komputerów PC z zainstalowanym oprogramowaniem NI LabVIEW, umożliwiającym sterowanie nimi i wizualizację przetwarzanych sygnałów.

Prezentowany na kolejnym rysunku moduł Emona DATEx składa się z bloków funkcjonalnych, nazywanych również modułami, które można łączyć przy pomocy dostępnych przewodów tworząc gotowe układy odpowiadające schematom blokowym. Dla ułatwienia, przy nazwie każdego modułu znajduje się jego oznaczenie graficzne wykorzystywane na schematach. Ponadto należy pamiętać, że wejścia sygnału znajdują się zawsze w lewej części modułu, a wyjścia – w prawej. Gniazda dla

sygnałów analogowych oznaczono kółkami, a dla cyfrowych – kwadratami. Gniazda oznaczone kółkami z napisem *GND* są masą. W prawej górnej części Emony znajduje się przełącznik *Control Mode* umożliwiający wybór jednej z dwóch pozycji:

- *Manual* – tryb umożliwiający ręczne sterowanie dostępnymi przełącznikami znajdującymi się na Emonie,
- *PC Control* – tryb umożliwiający sterowanie przełącznikami z poziomu oprogramowania LabVIEW w komputerze PC.

W trakcie zajęć należy korzystać jedynie z trybu *Manual*.



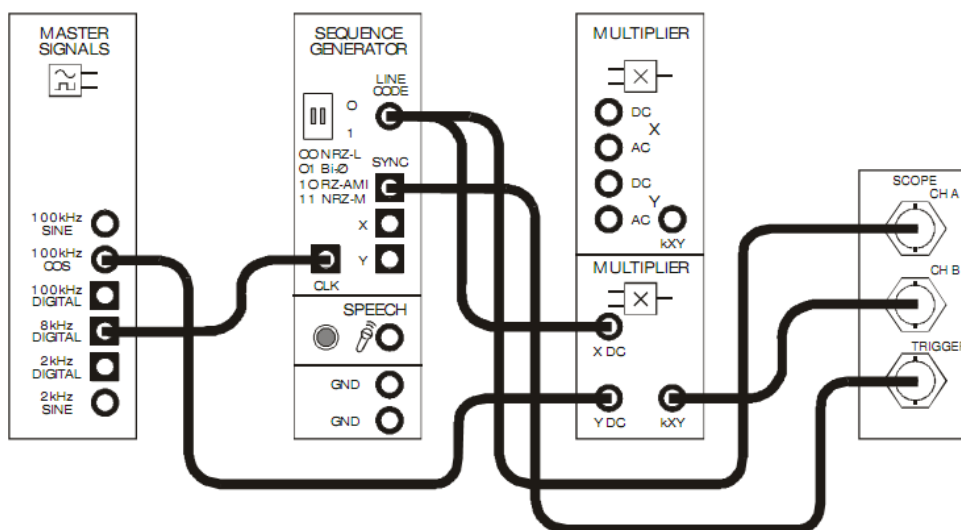
Widok zewnętrzny modułu The Emona DATEX Telecommunications Add-in Module

2. Przebieg ćwiczenia

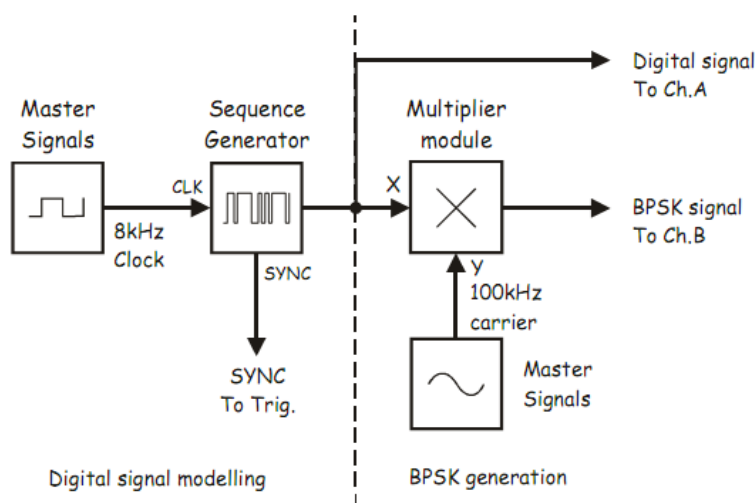
UWAGA: w trakcie ćwiczenia wszystkie podłączenia i przełączenia przewodów należy wykonywać przy **WYŁĄCZONYM** zasilaniu modułu Emona DATEX, a każde włączenie zasilania może się odbyć jedynie za zgodą prowadzącego zajęcia po sprawdzeniu układu. Ponadto wszystkie czarne przewody oscyloskopowe (masa) muszą być bezwzględnie podłączone do złącz masy (oznaczonych jako *GND*)!

1. W komputerze PC uruchom *NI Elvismx Instrument Launcher* znajdujący się w *Menu Start/National Instruments/NI Elvismx*. Upewnij się, że zasilanie Emony jest wyłączone, a przełącznik *PC Control* znajduje się w pozycji *Manual*. Następnie odszukaj na Emonie generator sygnałów (*Sequence generator*) i jego obie zworki przełącz do pozycji 0. Później przy pomocy dostępnych przewodów zmontuj następujący układ, pamiętając o podłączeniu czarnych

przewodów oscyloskopowych do *GND* (złącza oscyloskopowe znajdują się na lewym boku Elvisa):



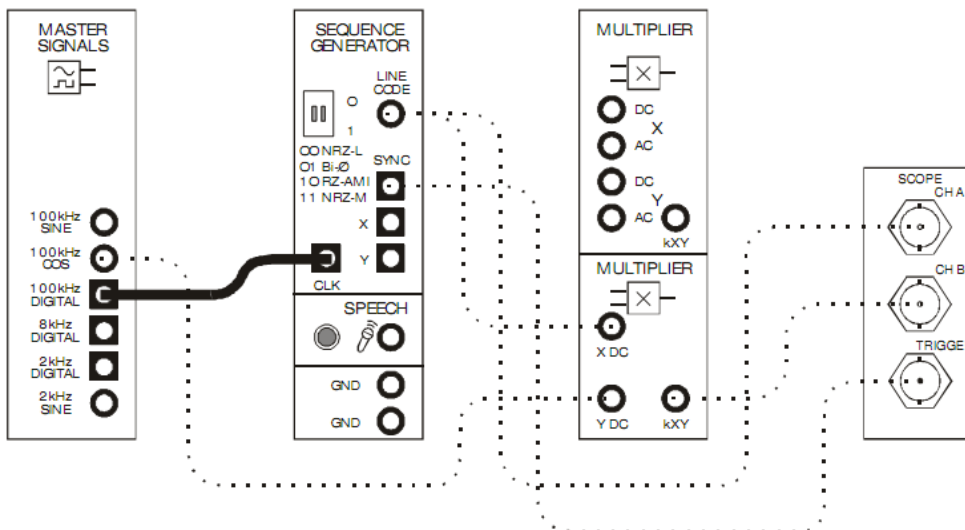
Układ ten odpowiada poniższemu schematowi blokowemu:



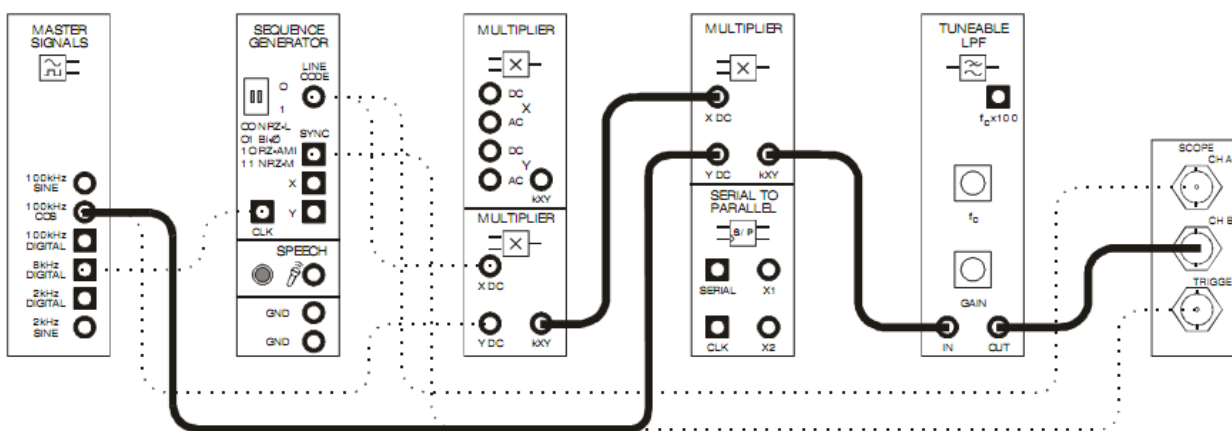
Na podstawie powyższego schematu i układu połączeń wyjaśnij, w jaki sposób będzie generowany sygnał BPSK (uwzględnij złącze Trigger)? (1 pkt)

2. Po uzyskaniu zgody prowadzącego zajęcia włącz zasilanie Emony. Z *NI Elvismx Instrument Launcher* uruchom cyfrowy oscyloskop (ikona *Scope*). Włącz oba kanały oscyloskopowe (opcja *Enabled*), przypisując zerowemu jako źródło *SCOPE CH 0*, a pierwszemu – *SCOPE CH 1*. Dla kanału pierwszego ustal skalę 2 V/div. Dla obu kanałów ustaw *Coupling* jako *DC*. W sekcji *Trigger* ustaw *Type* jako *Digital*, a *Source* jako *TRIG*. *Acquisition Mode* ustaw na *Continuously*. W trakcie obserwacji zmieniaj podstawę czasu (*Timebase*) od 10 μ s do 500 μ s.
 - a) W sprawozdaniu przerysuj oscylogram przedstawiający kilka wartości binarnych i odpowiadający im sygnał BPSK. (0,5 pkt)
 - b) Czy sygnał BPSK został prawidłowo utworzony? Z czego mogą wynikać niedokładności jego kształtu? (0,5 pkt)

- c) Przełącz przewód 8 kHz DIGITAL na 2 kHz DIGITAL w sekcji Master Signals (oczywiście przy wyłączonym zasilaniu Emony). Jak wpłynęło to na wykres prezentowany na oscyloskopie? Z czego może wynikać ewentualna zmiana? (0,5 pkt)
3. Po wyłączeniu zasilania Emony dokonaj modyfikacji połączeń, jak pokazano to na rysunku poniżej (kropkowane linie oznaczają przewody, których nie należy przełączać):



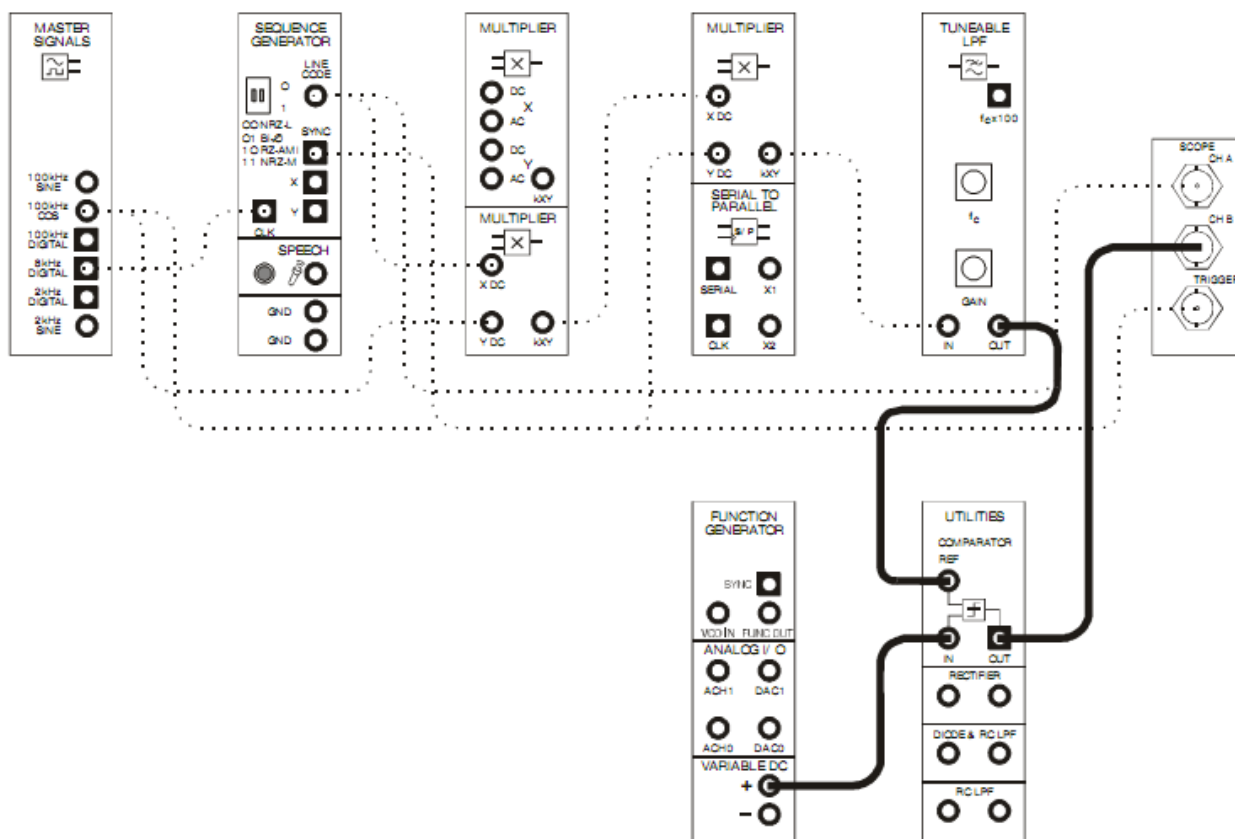
- a) Ustaw podstawę czasu na 10 $\mu\text{s}/\text{div}$ i zwiększając ją zaobserwuj, czy i jak wpłynęło to na poprawność kodowania sygnału (uwzględnij, że częstotliwość sygnału sinusoidalnego to również 10 kHz). (0,5 pkt)
- b) W sprawozdaniu zamieść oscylogram dla kilku wartości binarnych. Z czego może wynikać niedokładne odwzorowanie sygnału sinusoidalnego? (1 pkt)
4. Przy wyłączonym zasilaniu Emony ponownie przełącz przewód na 8 kHz DIGITAL w sekcji Master Signals, zaś podstawę czasu ustaw na 200 $\mu\text{s}/\text{div}$. W module Tuneable Low-pass Filter (Tuneable LPF) ustaw Frequency Adjust na maksymalną wartość, zaś Gain na połowę zakresu, a następnie zmodyfikuj układ, aby umożliwił demodulację sygnału, jak pokazano to na rysunku poniżej:



Na podstawie powyższego układu połączeń narysuj schemat blokowy tego demodulatora. Po włączeniu zasilania Emony zaobserwuj na oscyloskopie przebiegi sygnałów i zamieść je

w sprawozdaniu. Dlaczego sygnał zrekonstruowany nie jest dokładną kopią pierwotnego? (1 pkt)

5. Przy wyłączonym zasilaniu Emony zmodyfikuj układ, jak pokazano to na rysunku poniżej:



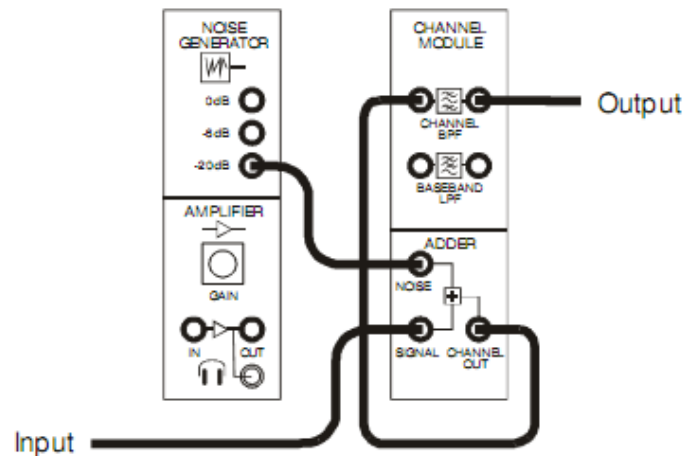
Jaki układ został dodany i do czego będzie służył? (1 pkt)

6. Po włączeniu zasilania Emony w *NI Elvismx Instrument Launcher* uruchom Variable Power Supplies VI (ikona *VPS*). Dla wyjścia dodatniego ustaw 0 V (w tym celu można nacisnąć przycisk *RESET*). W razie potrzeby należy nieco zwiększyć tę wartość.

a) Jak i dlaczego teraz wygląda zrekonstruowany sygnał na oscyloskopie? (0,5 pkt)

b) W sprawozdaniu zamieść rysunek oscylogramu (tak dobierz podstawę czasu, by było widać kilka wartości binarnych). (0,5 pkt)

7. W kanałach telekomunikacyjnych transmitowany sygnał zwykle zostaje zaszumiony. Zjawisko to można zasymulować na Emonie uzupełniając powyższy układ o następujące elementy (należy je dodać pomiędzy układem modulującym a demodulującym sygnał, co odpowiada symulowaniu zakłóceń w rzeczywistym kanale transmisyjnym):



- a) Przelączając wartości na wyjściu generatora szumu oceń, jak szum wpływa na możliwość rekonstrukcji sygnału. Przy jakich wartościach rekonstrukcja pierwotnego sygnału nie jest możliwa? (1 pkt)
- b) Podaj kilka przykładów źródeł szumu występujących w rzeczywistych kanałach transmisyjnych. (1 pkt)

3. Sprawozdanie

W sprawozdaniu należy zamieścić:

- odpowiedzi na pytania postawione w ćwiczeniu oraz przez prowadzącego,
- wymagane szkice oscylogramów,
- wnioski z realizacji ćwiczenia (1 pkt).