



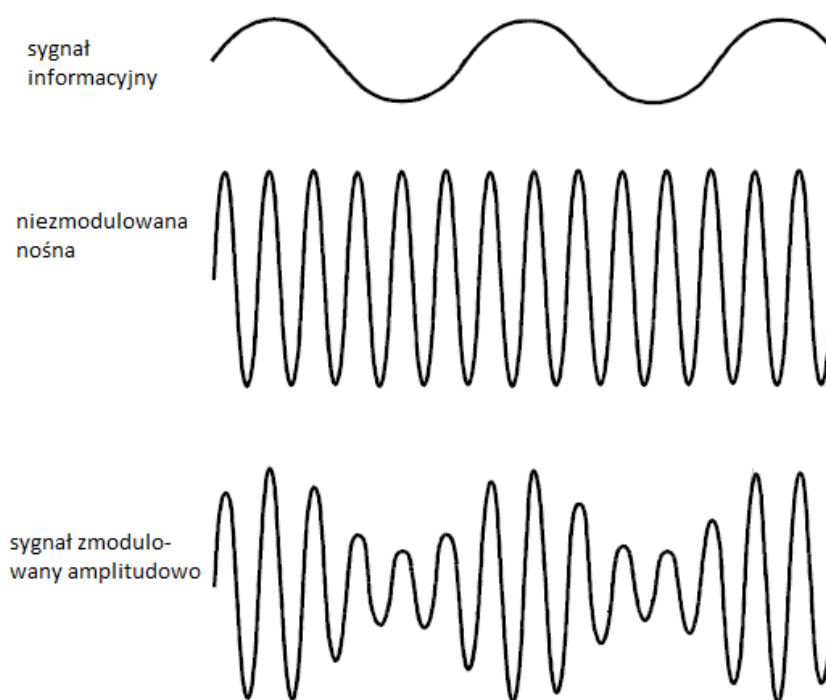
## LABORATORIUM STRUMIENIOWANIE DANYCH MULTIMEDIALNYCH

Instrukcja do ćwiczenia laboratoryjnego:

### MODULACJA AM

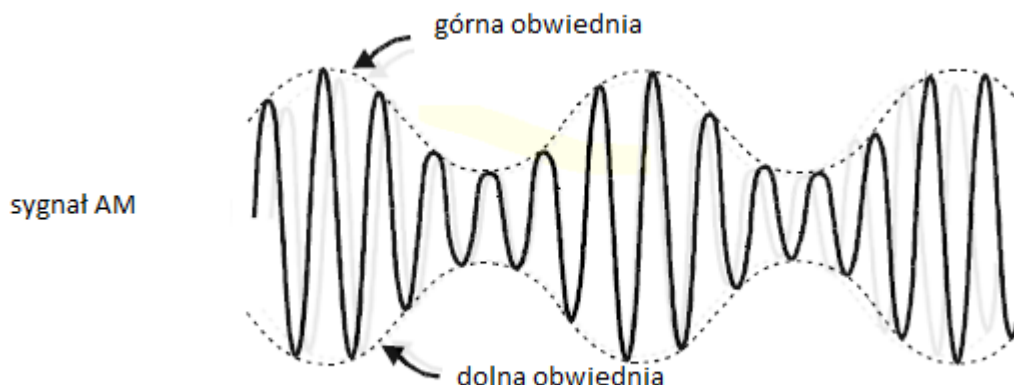
#### 1. Wstęp

W trakcie ćwiczenia studenci zapoznają się z modulacją amplitudową sygnału (z języka angielskiego *Amplitude Modulation* – AM), jedną z podstawowych modulacji używanych w telekomunikacji do przesyłania sygnału. Polega ona na kodowaniu sygnału informacyjnego (zwykle szerokopasmowego o małej częstotliwości) za pomocą chwilowych zmian amplitudy sygnału nośnego, zwanego często falą nośną lub po prostu nośną. Uzyskany sygnał zmodulowany jest wąskopasmowy i nadaje się np. do transmisji drogą radiową. W Polsce modulację AM wykorzystuje m.in. Polskie Radio do nadawania Programu I na falach długich przy użyciu nośnej o częstotliwości 225 kHz.



Rys. 1. Tworzenie sygnału AM przy użyciu nośnej i sygnału informacyjnego

Dla sygnału zmodulowanego można wyznaczyć obwiednie wokół maksimum i minimum jego amplitudy. Mają one ten sam kształt, co sygnał wiadomości. Dolna obwiednia jest odwrócona względem górnej.



Rys. 2. Obwiednie wokół sygnału AM

Modulację AM charakteryzuje współczynnik głębokości modulacji  $m = M/C$ , gdzie  $M$  to amplituda sygnału modulującego (informacji), a  $C$  to amplituda sygnału nośnego. Współczynnik ten mieści się w zakresie  $<0, 1>$  i często jest wyrażany w procentach.

Sygnał AM definiujemy jako:

$$AM = (\text{składowa stała} + \text{sygnał informacyjny}) \times \text{nośna}$$

Kiedy sygnał informacyjny jest sinusoidą (tak jak pokazano na rysunku 1.), okazuje się, że z rozwiązania powyższego równania wynika, iż sygnał AM składa się z trzech składowych sinusoid:

- sinusoidy o częstotliwości nośnej,
- sinusoidy o częstotliwości równej sumie częstotliwości nośnej i sygnału informacyjnego,
- sinusoidy o częstotliwości równej różnicy pomiędzy częstotliwością nośnej i sygnału informacyjnego.

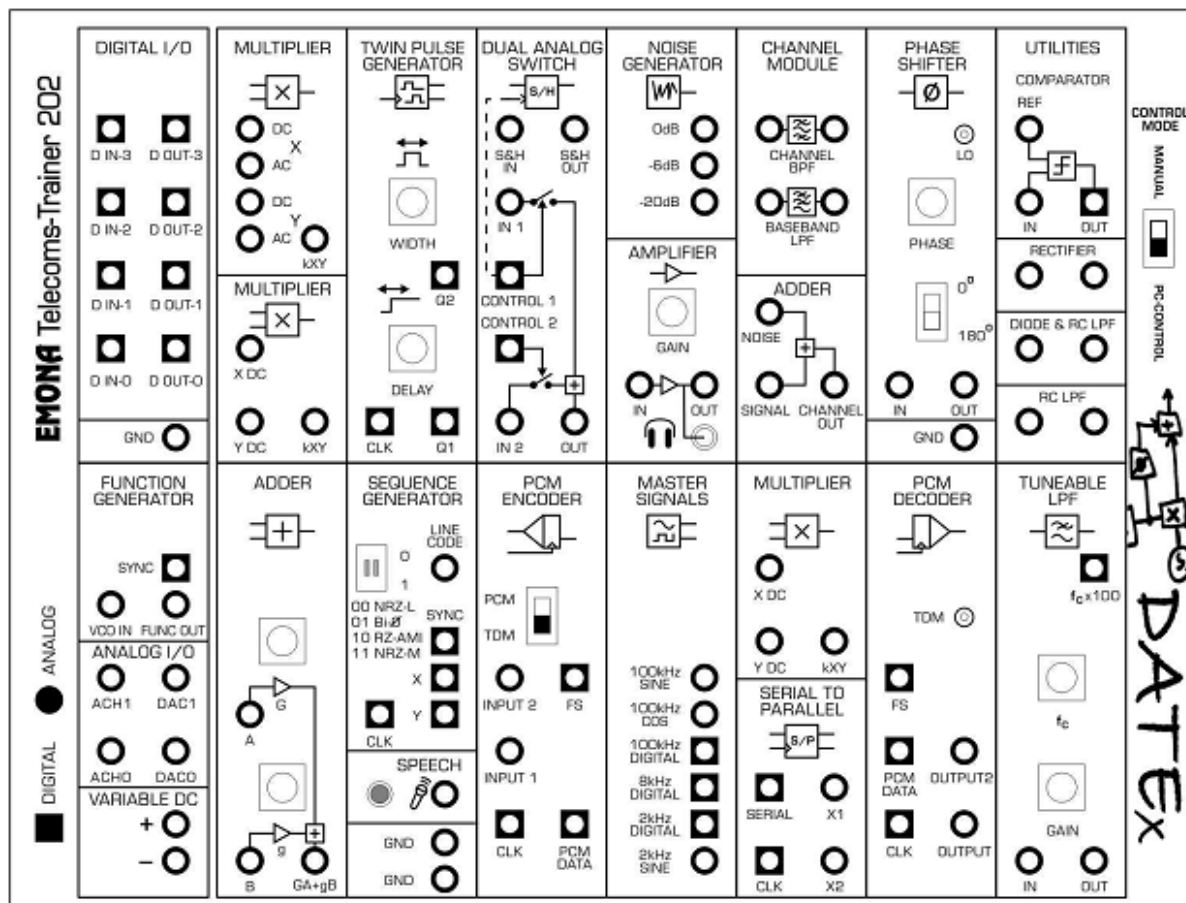
Innymi słowy, dla każdej sinusoidy w sygnale informacyjnym, sygnał AM zawiera parę sinusoid – jedną powyżej i jedną poniżej częstotliwości nośnej. Złożone sygnały informacyjne takie jak mowa i muzyka składają się z wielu par takich sinusoid. Te dwie grupy sygnałów sinusoidalnych są nazywane wstęgami bocznymi.

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.

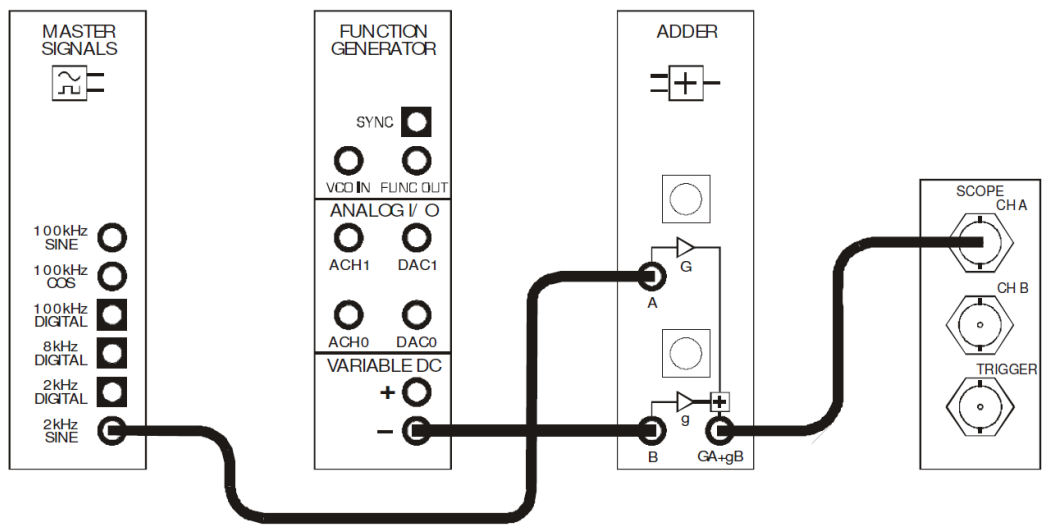


Widok zewnętrzny modułu The Emona DATEx Telecommunications Add-in Module

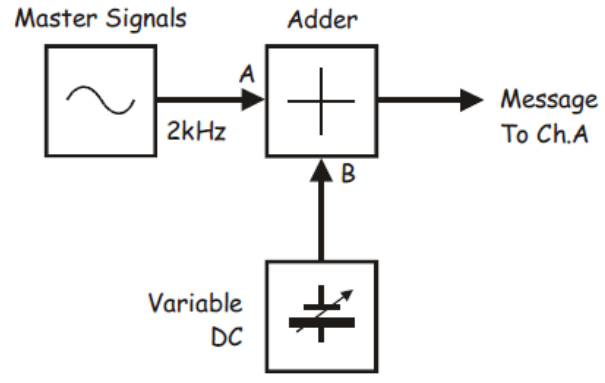
## 2. Przebieg ćwiczenia

**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):



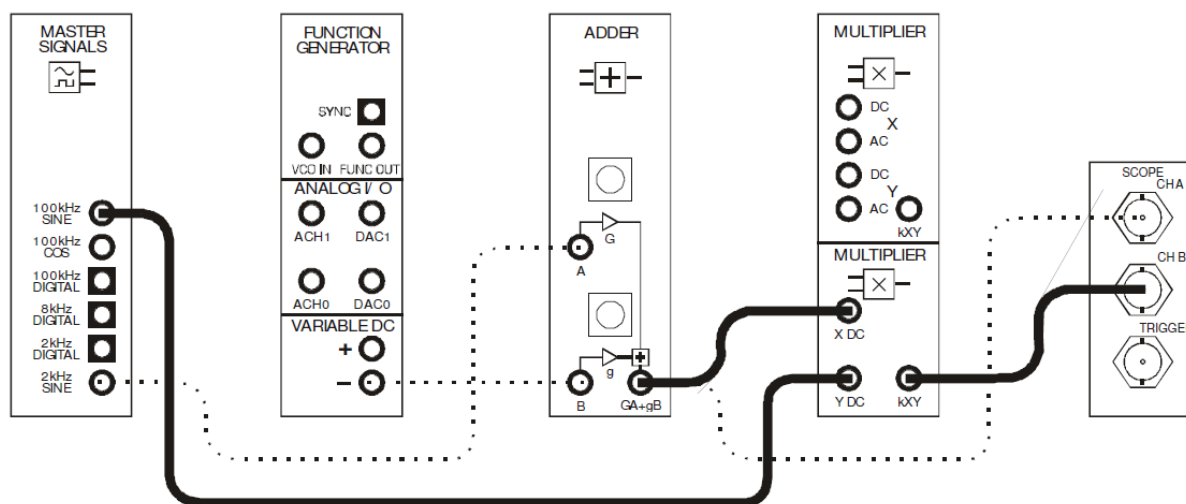
Układ ten odpowiada poniższemu schematowi blokowemu:



Po uzyskaniu zgody prowadzącego zajęcia włącz zasilanie Emony. Z NI Elvismx Instrument Launcher uruchom cyfrowy oscyloskop (ikona Scope). Włącz lewy kanał kanał oscyloskopowy (opcja Enabled), przypisując mu jako źródło SCOPE CH 0, Coupling ustaw jako DC, Trigger Source jako Immediate, a Scale na 500 mV/div, Acquisition Mode ustaw na Continuously. Po włączeniu oscyloskopu (ikona Run) dobierz Time/div tak, by widzieć kilka okresów sygnału. Następnie odpowiedz na pytania:

- a) Do czego służy ten układ? (0,5 pkt)
- b) Sprawdź i opisz, jaki wpływ na sygnał ma regulacja pokrętkiem G w sekcji Adder. (0,5 pkt)

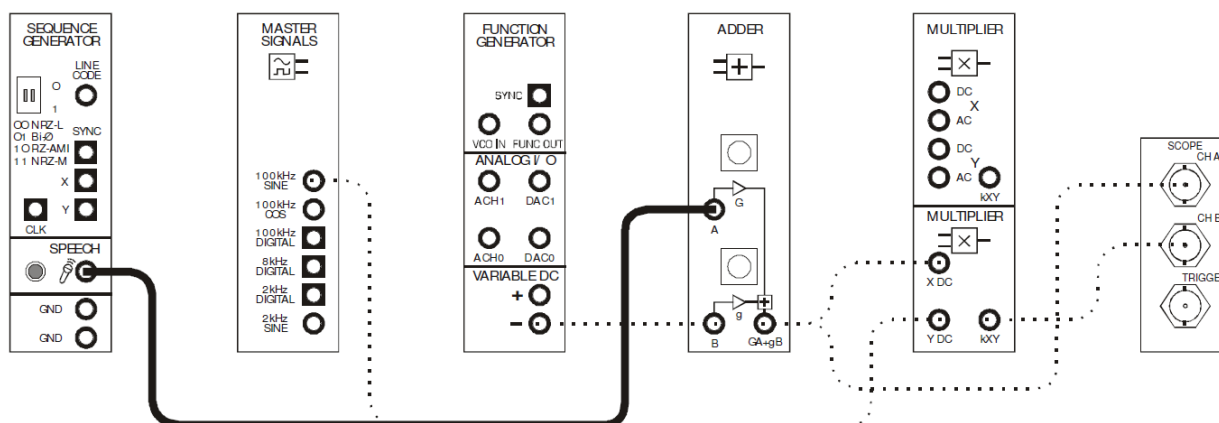
2. Po wyłączeniu zasilania Emony dokonaj modyfikacji połączeń, jak pokazano to na rysunku poniżej (kropkowane linie oznaczają przewody, których nie należy przełączać):



Po uzyskaniu zgody prowadzącego zajęcia włącz zasilanie Emony, a następnie włącz drugi kanał oscyloskopowy (CH 1) i ustaw dla niego *Coupling* na DC, *Volts/div* na 1V. Reguluj *Timebase* tak, aby widzieć około 2 okresy sygnału o częstotliwości 2 kHz.

- przerysuj oscylogram obu sygnałów. (0,5 pkt)
- wyjaśnij postać obu sygnałów. (1 pkt)
- czy sygnał w kanale CH 1 jest sygnałem AM? (0,5 pkt)
- jakie częstotliwości występują w sygnale podłączonym do kanału CH 1 oscyloskopu? Czy wśród nich jest sygnał o częstotliwości 2 kHz i dlaczego? (1 pkt)
- narysuj schemat odpowiadający temu układowi. (0,5 pkt)

- Dokonaj modyfikacji połączeń, jak pokazano to na rysunku poniżej. Tę operację można wykonać przy włączonym zasilaniu Emony.



Zacznij mówić do mikrofonu. Dobierz wartości *Scale* i *Time/div*, by widzieć kilka okresów sygnału modulującego i zatrzymaj pracę oscyloskopu (ikona *Stop*). następnie:

- przerysuj oscylogram obu sygnałów. (0,5 pkt)
- ocień prawidłowość tworzenia sygnału AM. (0,5 pkt)
- wyjaśnij, dlaczego sygnał na wyjściu pojawia się nawet, kiedy panuje cisza w sali (podaj przynajmniej 2 powody)? (0,5 pkt)

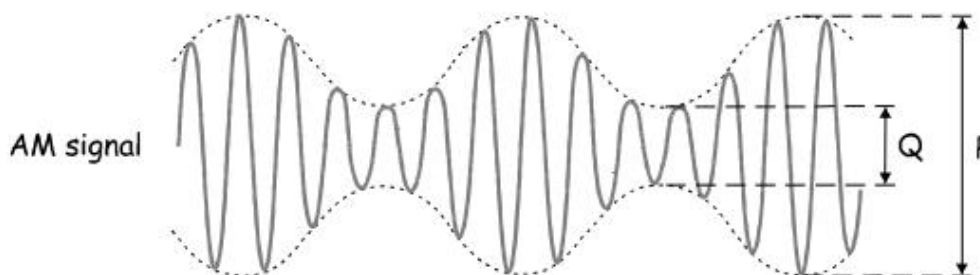
- Dokonaj modyfikacji połączeń, jak pokazano to na rysunku w punkcie 2. – ponownie odłącz przewód od mikrofonu i podłącz go do źródła sygnału sinusoidalnego o częstotliwości 2 kHz. Tę

operację można wykonać przy włączonym zasilaniu Emony. Za pomocą ikony *VPS* (*Variable Power Supplies*) dostępnej w *NI Elvismx Instrument Launcher* uruchom regulację zasilania sekcji *Variable DC*. W *Sweep Settings* parametr *Supply Source* ustaw na *Supply-*, a następnie uruchom zasilanie za pomocą ikony *Run* na dole okna.

a) Dla wartości napięcia 0V, -1V, -2V i -3V oblicz współczynnik głębokości modulacji  $m$  na podstawie wzoru (pokręta  $G$  i  $g$  w module *Adder* powinny się znajdować przed środkiem zakresu regulacji):

$$m = \frac{P - Q}{P + Q}$$

gdzie wartości  $P$  i  $Q$  można odczytać z oscyloskopu w następujący sposób:



Wyniki umieść w tabeli o kolumnach nazwanych: *napięcie*,  $P$ ,  $Q$  oraz  $m$ . (1 pkt)

b) jaki wpływ (i dlaczego) na głębokość modulacji oraz amplitudę sygnału AM ma regulacja parametrami  $G$  i  $g$  w module *Adder*? (0,5 pkt)

c) jakie zjawisko obserwujemy dla maksymalnych wartości  $G$  i  $g$ ? Jak będzie to wpływać na jakość transmitowanego w taki sposób sygnału? Przerysuj uzyskany oscylogram dla obu sygnałów. (1 pkt)

d) jakie wady i zalety posiada modulacja amplitudowa, czy jest odporna na zakłócenia? (0,5 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).