Lucrarea de laborator 5 Modulația in amplitudine

Discuții preliminare

În modulația in amplitudine (AM) semnalele de comunicatii, sunetul si muzica sunt convertite intr-un semnal electric cu ajutorul unui dispozitiv cum ar fi microfonul. Acest semnal electric se numește mesaj sau semnal de bandă. Semnalul este apoi utilizat pentru variația electrică a amplitudini pe o curbă sinosoidală numită purtatoare. Purtătoarea are de obicei o frecvență mult mai mare decat frecvența semnalului de bandă.

Figura 1 de mai jos arată un semnal de bandă si o purtatoare nemodulate. De asemenea, prezintă rezultatul modulației in amplitudine, purtatoarea si semnalul de banda variază de sus in jos dealungul amplitudinii ei nemodulate.



In figura 2 este prezentat semnalul modulat (AM), dar cu linie punctată, adaugata la varfurile pozitive si negative ale purtatoarei, se poate vedea anvelopa semnalului. Daca te uiți la anvelopa superioara vei observa ca este de aceiasi formă cu semnalul de bandă. Anvelopa inferioară este de asemenea aceeaşi numai cu susul in jos (inversată).



Figura 2

In telecomunicații, modelul matematic care defineste semnalul AM este:

AM = (DC + mesaj) x purtatoarea

Cand mesajul este o curbă sinosoidală simplă (ca in figura 1) solutia ecuației implică trigonometrie, semnalul AM consta in trei sinusoide:

- Una la frecventa purtatoare
- Una cu o frecventa egala cu suma dintre frecventa purtatoarei si mesaj
- Una cu o frecventa egala cu diferenta dintre operatorul de transport si frecventa mesajului

Cu alte cuvinte, pentru fiecare sinusoida în mesaj, semnalul AM include o pereche de sinusoide - una desupra si una dedesuptul frecventei purtatoarei. Semnalele (mesajele) complexe precum muzica, sunete sunt alcatuite din mii de sinusoide si deci semnalul AM include mii de perechi de sinusoide de transport. Aceste doua perechi de sinusoide sunt numite benzi laterale si aşa AM este cunoscută ca purtator cu dubla bandă laterală double-sideband, full carrier (DSBFC).

Este clar din această discuție că semnalul AM nu constă in semnalele de la frecvența mesajului. Aceasta in ciuda faptului ca anvelopa semnalului, AM este de aceeasi formă ca mesajul.

Experimentul

În acest experiment veți folosi DATEx Emona pentru a genera un semnal real AM, implementat cu modelul matematic. Acest lucru inseamna că veți adauga o componentă DC la o curba sinosoidala ca să creți mesajul, apoi il veți inmultiti cu o frecventă sinosoidală mai mare numită purtatoare. Veți examina semnal AM folosind osciloscopul si il veți compara cu cel original. Veți face același lucru cu vorbirea pentru mesaj in loc de sinosoidala simpla.

După aceasta, veți varia amplitudinea semnalului pentru a vedea modul in care acesta afectează modulare purtatoarei. Veți observa, de asemenea, efectele de modulare a purtatoarei in exces, veți măsura adâncimea AM semnalul de modulare folosind osciloscopul.

Parcurgerea acestui experiment necesită în medie o oră.

Echipament:

- PC cu softul adecvat
- NI ELVIS cu terminale corespunzătoare
- Unitate de achiziție de date NI, de ex. USB-6251 (sau un osciloscop dual de 20MHz)
- Modul experimental Emona DATEx
- Doi conectori BNC
- Cabluri de legătura cu mufa de 2mm.

Procedura

Partea A - Generarea unui semnal AM printr-un mesaj simplu

- 1. Asigurați-vă ca comutatorul de NI ELVIS de alimentare din partea din spate este oprit.
- 2. Lansați cu atenție DATEx Emona experimental add-in modul ELVIS NI.
- 3. Setați modul de control, comută pe modul DATEx (colţul din dreapta sus) pe PC-ul control.
- 4. Verificați dacă unitatea de achiziție de date NI este oprită.
- 5. Conectați ELVIS NI la NI unitatea de achiziție de date (DAQ) si conectati la (PC).
- 6. Porniți NI ELVIS din la spate apoi rândul său pe Prototyping board Întrerupătorul din față.
- 7. Porniți calculatorul.

- 8. Odată ce procesul de boot este complet, porniţi DAQ apoi verificaţi sau ascultaţi dacă PC-ul le recunoaşte.
- 9. Lansarea software-ul NI ELVIS.
- 10. Lansarea DATEx programului pe panoul frontal (SFP) și verificați dacă aveți controlul asupra softului DATEx board
- 11. Verificați dacă aveți acum control asupra programului DATEx prin activarea Encoder PCM modulului PDM soft / control TDM pe SFP DATEx.
- 12. Glisați NI ELVIS "Variable Power Supplies" comutati pe iesirea negativa modul de control, în poziția manual.
- 13. Lansați sursele de alimentare variabile VI.
- 14. Întoarceți variabilă negativa de alimentare de control tensiunea de ieșire moale la aproximativ jumatate.
- 15. Nu este nevoie sa ajustați variabila Power Supplies VI din nou, așa că reducetio la minim (dar nu o opriti pentru ca aceasta va opri controlul asupra acestui dispozitiv).
- 16. Localizați modulul sumator "Adder" pe SFP DATEx și rotiți butoanele *G* și *g* de control al softului in mod invers sensul acelor de ceasornic.
- 17. Realizeați setările din Figura 3 de mai jos.



18. Lansarea multimetrul digital NI ELVIS VI.

Notă: Ignorați mesajul despre acuratețe maximă și pur și simplu faceți clic pe butonul OK.

19. Configurați multimetrul digital pentru măsurarea tensiunii DC.

- 20. Reglați controlul modulului sumator de la butonul g pentru a obține o tensiune DC de ieşire de 1V.
- 21. Închideți multimetrul digital VI - nu aveți nevoie de el din nou (dacă nu modificați accidental setarile sumatorului "Adder").
- 22. Realizeați setările din Figura 4 de mai jos.

Notă: Introduceți sonda neagră a osciloscopului la masă GND.



Acestă setare poate fi reprezentată prin schema bloc din figura 5 de mai jos. Ea implementează partea subliniată a ecuației:

AM = (DC + mesaj) × purtatoarea



23. Lansați osciloscopul NI ELVIS VI.

- 24. Configurati domeniul de aplicare pentru fiecare din procedurile de la Experimentul 1 (pagina 1-13), cu următoarele modificări:
 - Trigger Source la Immediate în loc de CH A
 - Controlul canalului A *Coupling*, pe DC in loc de AC
 - Controlul de scală al canalului A, la poziţia 500mV/div în loc de 1V/div

La acest moment, osciloscopul ar trebui să arate doar o linie dreaptă care este de cu două diviziuni mai suns de la linia centrală, deoarece tensiunea DC de ieșire a sumatorului este 1V.

25. În timp ce urmăriți ieșire a modulului sumator pe osciloscop, rotiți butonul de control G în sensul acelor de ceasornic pentru a obține o sinusoidă de 1Vp-p.

Sfat: Amintiţi-vă că puteţi utiliza tasta TAB şi săgețile tastaturii pentru reglarea fină a setărilor SFP DATEx

Modulul de ieşire al sumatorului poate fi acum scris matematic astfel:

AM = (sinus 1VDC + 1Vp-p 2kHz) × purtatoarea

Întrebarea 1: În ce mod este ieşire modulului Adder acum diferită pentru semnalul din Master, iesirea semnalului modulului 2kHz SINE.

- 26. Reglați controlul *Trigger Source* al osciloscopului la CH A și Trigger Level la 1V.
- 27. Modificati conxiunile așa cum se arată în figura 6 de mai jos.



Acesta conectare poate fi reprezentată prin schema bloc din Figura 7 de mai jos. Completările care le-ați făcut sunt puse în evidență în ecuației prin subliniere:

AM = (DC + mesaj) × operatorul purtatoarei



Cu valori, ecuația de mai su devine:

 $AM = (sinus 1VDC + 1Vp-p 2kHz) \times 4Vp-p 100kHz sine$

- 28. Reglați domeniu timp pentru a vizualiza numai două cicluri a semnalului mesaj.
- Activati canalul B de intrare al osciloscopului, apăsând butonul de control B de *Display* ON / OFF pentru a vizualiza modulul de multiplicare, precum şi semnal mesaj.
- 30. Desenați două forme de undă la scara pe graficul de mai jos.

Sfat: Trasați semnalul mesajului în partea superioară a graficului și semnalul AM în partea inferioara.



31. Utilizați canalului A al osciloscopului pentru a suprapune mesajul cu anvelopa superioara a semnalului AM și comparatile.

Sfat: Dacă nu ați faceti acest lucru apăsați butonul *Autoscale* al Canalul B.

Întrebarea 2: Ce caracteristică de ieșire a modulului de multiplicare sugerează că este un semnal AM? Sfat: În cazul în caren nu sunteți sigur cu privire la răspuns vedeti discuția preliminară.

Întrebarea 3: Semnalul modulat în amplitudine are forma de undă complexă formată din mai multe semnale. Este unul dintre semnale o sinusoidă de 2kHz? Explicați răspunsul dumneavoastră.

Întrebarea 4: Pentru semnalele de intrare date pentru modulul de multiplicare, cât de multe sinusoide are semnal modulat în amplitudine şi care sunt frecvențele lor?

Partea B - Generarea unui semnal AM prin utilizarea vorbirii

Acest experiment a generat un semnal modulat în amplitudine folosind o undă sinosoidală pentru mesaj. Cu toate acestea, mesajul in comunicațiile comerciale este mai probabil să fie sunet și muzică.

Următoarea parte a experimentului vă permite să vedeți cum arată un semnal AM modulat prin utilizarea vorbirii.

- 32. Deconectați ștecherul de pe Master Semnale modulului de ieșire 2kHz SINE care este conectat la intrarea A a modulului sumator.
- 33. Conectați-l la ieșirea modulului *Speech* așa cum se arată în figura 8 de mai jos.



- 34. Setati domeniul de aplicare a Timebase la poziția 1ms/div.
- 35. Zumzetul și vorbirea în microfon se vor vizualiza

Întrebarea 5: De ce există un semnal la ieșirea modulul de multiplicare chiar și atunci când nu vorbiți?

Partea C - Adâncimea modulării

Este posibil să se moduleze purtatoarea cu sume diferite. Aceasta parte a experimentului va permite studierea acestui lucru.

- 36. Reglați *Timebase-ul* osciloscopului la poziția 100us/div.
- 37. Deconectați mufa de la ieșirea a modulului *Speech* și reconectați-l la ieșirea modulului *Master Signals* la 2kHz SINE.

Notă: Afișajul osciloscopului ar trebui să arate ca desenele de pe hârtie milimetrică de la pagina 5-10.

38. Amplitudine semnalului mesaj se setează prin rotirea lui G in stanga și dreapta, observând efectul asupra semnalului AM.

Întrebarea 6: Care este relația dintre amplitudinea mesajului și suma purtatoarei modulate?

Probabil ați observat că dimensiunea semnalului de mesaj și modulația purtatoarei sunt proporționale. Asta inseamnă ca atunci când amplitudinea mesajului crește și valoarea purtatoarei modulate crește.

Faptul că un mesaj modulează un operator de transport este cunoscut în industrie ca *indice de modulare (m)*. Indicele de modulare este o caracteristică importantă a unui semnal AM din mai multe motive, inclusiv calcularea distribuției puterii semnalului între operatorul de transport și benzile laterale.

Figura 9 de mai jos arată două dimensiuni cheie ale unei purtatoare modulată în amplitudine. Aceste două dimensiuni permit ca indicele de modulare al unei purtatoare să fie calculat.



Figura 9

Următoarea parte a experimentului vă permite să măsurați aceste dimensiuni pentru a calcula indexul modulație purtatoarei.

- 39. Reglați modul Adder din G pentru a ajusta amplitudinea semnalului (mesaj) la 1Vp-p.
- 40. Măsurarea și înregistrarea semnalului AM si dimensiunea lui P. Se face in tabelul 1 de mai jos.
- 41. Măsurare și înregistrarea semnalului AM și dimensiunea lui Q.
- 42. Se calculează și se înregistreze profunzimea modulării semnalului AM cu ajutorul ecuația de mai jos.

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

I	а	b	e	1	

P dimension	Q dimension	m

O problemă care este important să se evite in transmiterea AM supramodularea. În cazul în care purtatoarea este supra-modulată, se poate afecta funcționarea receptorului. Următoarea parte a experimentului vă dă o şansă de a observa efectul de supra-modulare.

- 43. Creșteți amplitudinea semnalului (mesajului) la maximum prin rotirea butonului G al sumatorului la aproximativ jumătate din cursa sa in sensul acelor de ceasornic și observați efectul asupra semnalului AM.
- 44. Apăsați butonul Autoscale pentru ambele canale ale osciloscopului.
- 45. Utilizați controlul la poziția conalului A pentru a suprapune mesajul cu semnalul AM și comparațile.

Întrebarea 7: Care este problema cu semnalul AM atunci când este supra-modulat?

Întrebarea 8: Ce crezi ca este indexul maxim al modulației purtatoarei fără supra-modulare?

- □ un numar cu minus
- 0
- □ 1
- □ mai mare ca 1
- 46. Desenați cele două forme de undă la scară în spațiul de mai jos.

