

СОФТУЕРЕН ИНСТРУМЕНТ С ГРАФИЧЕН ПОТРЕБИТЕЛСКИ ИНТЕРФЕЙС ЗА СИМУЛАЦИОННО ИЗСЛЕДВАНЕ НА АМПЛИТУДНА МОДУЛАЦИЯ, С ПРИЛОЖЕНИЕ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ДИСЦИПЛИНАТА „КОМУНИКАЦИОННИ ВЕРИГИ”

Адриана Бороджиева

aborodjjeva@ecs.uni-ruse.bg

**Русенски университет „Ангел Кънчев”, 7017 Русе, ул. „Студентска” № 8
БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: Амплитудна модулация, комуникационни вериги, MATLAB, GUIDE, графичен потребителски интерфейс.

Резюме: В публикацията се описва разработен софтуерен инструмент с графичен потребителски интерфейс за симулационно изследване на амплитудна модулация, който ще намира приложение в учебния процес по дисциплината „Комуникационни вериги”, включена като задължителна в учебния план на специалност „Телекомуникационни системи”, за образователно-квалификационната степен „бакалавър”, в Русенски университет „Ангел Кънчев”. Инструментът е реализиран чрез MATLAB и средата за разработване на графични потребителски интерфейси GUIDE. Приложението позволява визуализирането във времевата и в честотната области на носещия, модулиращия и амплитудно-модулиращия сигнал, при модулация с една, две или три честоти на модулиращия сигнал, при зададени параметри на носещия и модулиращия сигнал. Позволява извеждането в отделен графичен прозорец на математическия модел на амплитудно-модулиращия сигнал. Предвидена е възможност за изчисляване на отделената мощност в режим на „мълчание”, на мощността на горната/долната странична лента, както и на пълната мощност, при известно съпротивление. Разглеждат се и случаите на двулентова и еднолентова амплитудна модулация с подтискане на носещата съставка. В отделен графичен прозорец е предвидено да се извежда информация за амплитудната модулация, видовете амплитудни модуляции, техните предимства и недостатъци. С разработеното приложение се цели повишаване на интереса на студентите, изучаващи дисциплината „Комуникационни вериги”.

ВЪВЕДЕНИЕ

Модулацията е процес, при който информационното съдържание на звуков, видео или цифров сигнал се предава на високочестотен (ВЧ) носещ сигнал, преди последният да се излъчи от радиопредавателя. Обратният процес – възстановяването на информацията от ВЧ сигнал, се нарича демодулация или детектиране. Устройството, реализиращо процеса на модулация, се нарича модулатор. При аналоговата модулация

модулаторът изменя някои от параметрите на високочестотен сигнал, пропорционално на модулиращия (нискочестотен) сигнал. По-сложните модулатори преобразуват в цифрова форма и кодират модулиращия сигнал преди модулацията. Най-общо модулаторът може да се разглежда като черна кутия с два входа и един изход. На единия вход се подава модулиращият (нискочестотен) сигнал $u_m(t) = U_m \cdot \cos(\omega_m t + \varphi_m)$, а на другия вход – носещият (високочестотен) сигнал $u_c(t) = U_c \cdot \cos(\omega_c t + \varphi_c)$ с постоянна амплитуда и честота. На изхода се получава $u(t) = U(t) \cos(\omega_c t + \theta(t)) = U(t) \cos \Phi(t)$. Неговата амплитуда $U(t)$ или ъгълът му $\Phi(t)$, или и двете се управляват от $u_m(t)$. При модулацията е необходимо да се спазва условието $\omega_c \gg \omega_m$. При амплитудна модулация амплитудата на носещия сигнал се променя в зависимост от $u_m(t)$, а ъгълът $\theta(t)$ остава постоянен. При ъглова модулация амплитудата остава постоянна, а модулиращият сигнал управлява $\Phi(t)$. Ъгловата модулация има две разновидности – честотна и фазова. Амплитудната модулация (Amplitude Modulation – AM) се използва широко в онези случаи на предаване на аналогова реч, при които са необходими прости радио-приемници (например, при радиоразпръскване с търговски цели) или при които се осъществява връзка чрез йоносферно разпространение на радиовълните и е необходима тясна честотна лента (например радиовръзка при междуконтинентални самолети) [1, 2].

В публикацията се описва разработен софтуерен инструмент с графичен потребителски интерфейс за симулационно изследване на амплитудна модулация, който ще намира приложение в учебния процес по дисциплината „Комуникационни вериги“, включена като задължителна в учебния план на специалност „Телекомуникационни системи“, за образователно-квалификационната степен „бакалавър“, в Русенски университет „Ангел Кънчев“.

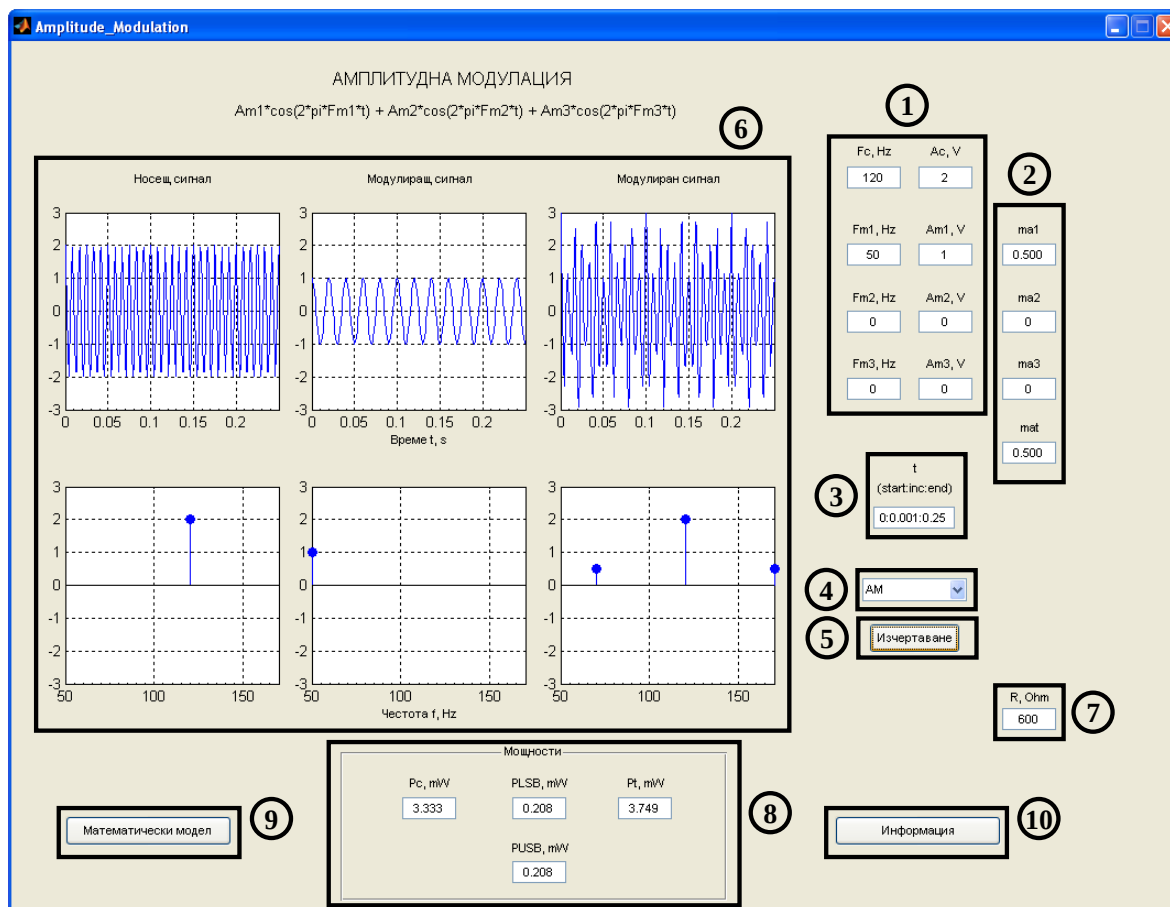
СОФТУЕРЕН ИНСТРУМЕНТ С ГРАФИЧЕН ПОТРЕБИТЕЛСКИ ИНТЕРФЕЙС ЗА СИМУЛАЦИОННО ИЗСЛЕДВАНЕ НА АМПЛИТУДНА МОДУЛАЦИЯ

Софтуерният инструмент с графичен потребителски интерфейс за симулационно изследване на амплитудна модулация е реализиран чрез MATLAB и средата за разработване на графични потребителски интерфейси GUIDE (Graphical User Interface Development Environment). На фиг. 1 е показан външният вид на софтуерния инструмент с графичен потребителски интерфейс, като неговата функционалност е описана по-долу чрез примери.

В блок 1 на фиг. 1 потребителят (студентът) въвежда параметрите на носещия и модулиращия сигнал: $A_c [V]$ – амплитуда на носещия сигнал, $F_c [Hz]$ – честота на носещия сигнал, $A_{mi} [V]$ – амплитуда на i -тата съставка на модулиращия сигнал, $F_{mi} [Hz]$ – честота i -тата съставка на модулиращия сигнал ($i = 1 \div 3$, предвидени са максимален брой 3 на съставките на модулиращия сигнал). При така въведените данни, в блок 2 на фиг. 1 се изчисляват частичните (парциалните) индекси на модулация за трите съставки на модулиращия сигнал $m_{ai} = A_{mi} / A_c$, както и общият индекс на ампли-

тудна модулация $m_{at} = \sqrt{\sum_{i=1}^3 m_{ai}^2}$. Четирите стойности за индекс на модулация трябва задължително да са в диапазона $[0 \dots 1]$, за да не се получава изкривяване на полезния сигнал. В случай, че са известни парциалните индекси на амплитудна модулация за трите съставки на модулиращия сигнал, примерно $m_{a1} = 0,3$, $m_{a2} = 0,4$ и $m_{a3} = 0,5$, тогава се препоръчва въвеждането на амплитудите на носещия и модулиращия сигнал,

съответно: $A_c = 10\text{ V}$, $A_{m1} = 3\text{ V}$, $A_{m2} = 4\text{ V}$ и $A_{m3} = 5\text{ V}$, като лесно може да се установи, че при такива параметри, парциалните индекси на модулация са исканите.



Фиг. 1. Външен вид на софтуерния инструмент с графичен потребителски интерфейс

В блок 3 на фиг. 1 се задава интервалът на изменение на времето, като се указват началната стойност (*start*), стъпката на изменение (*inc*, съкращение от *increment*) и крайната стойност (*end*) на времето в следния формат: *start:inc:end*.

Приложението позволява визуализирането във времевата и в честотната области на носещия, модулиращия и амплитудно-модулирания сигнал, при модулация с една, две или три честоти на модулиращия сигнал, и при зададени параметри на носещия и модулиращия сигнал. Визуализирането във времевата област се извършва в зададения интервал на изменение на времето (фиг. 1, блок 3). От падащото меню (фиг. 1, блок 4) може да се избере вида на амплитудната модулация, за която ще се визуализират сигналите, като опциите са четири: обикновена амплитудна модулация (AM, Amplitude Modulation) с двете странични честотни ленти и с носещата съставка, двулентова амплитудна модулация с подтискане на носещата съставка (DSB/SC AM, Double Side-Band Suppressed-Carrier Amplitude Modulation) и еднолентова амплитудна модулация с подтискане на носещата съставка (Single Side-Band Suppressed-Carrier Amplitude Modulation), като е възможно да се предава само долната (Lower Side-Band) или горната (Upper Side-Band) странична честотна лента. Последните две опции са отбелязани в менюто, съответно като: 1) DSB/SC AM, LSB; 2) DSB/SC AM, USB.

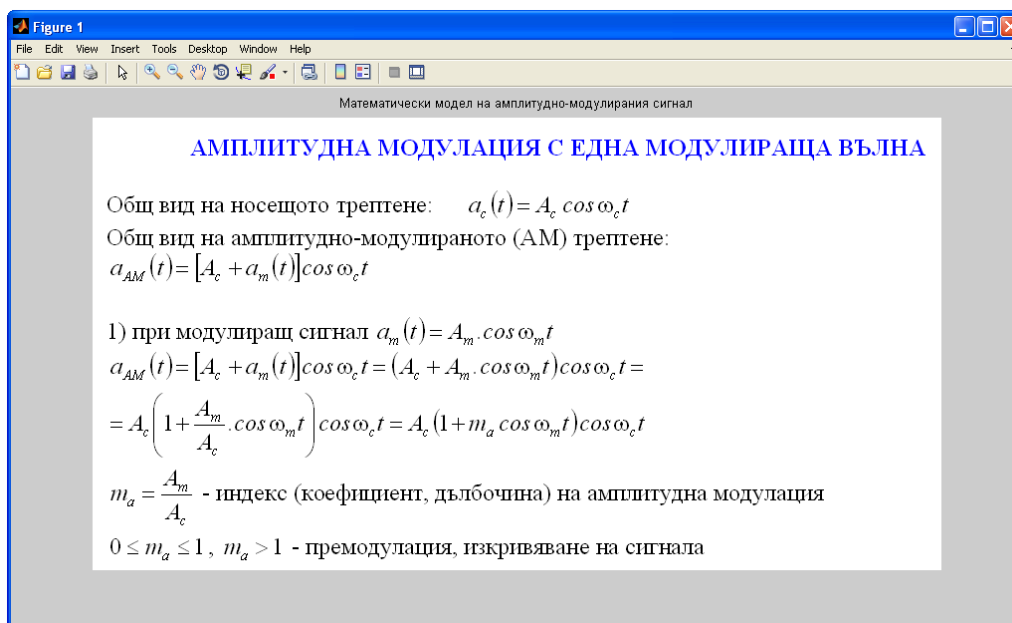
При натискане на бутона „Изчертаване“ (фиг. 1, блок 5) се извършва визуализирането във времевата и в честотната области (фиг. 1, блок 6) на носещия, модулиращия и амплитудно-модулирания сигнал (за съответния вид амплитудна модулация, който е

избран чрез падащото меню в блок 4, фиг. 1). В случая на фиг. 1 е разгледана амплитудна модулация с една модулираща вълна, при следните параметри на сигналите: $A_c = 2V$, $F_c = 120\text{ Hz}$, $A_{m1} = 1V$, $F_{m1} = 50\text{ Hz}$, $A_{m2} = A_{m3} = 0V$, $F_{m2} = F_{m3} = 0\text{ Hz}$. При това положение за индексите на амплитудна модулация се получава съответно: $m_{a1} = 0,500$ (изведено с три знака след десетичната запетая, а не както е по подразбиране с четири знака), $m_{a2} = m_{a3} = 0$ и $m_{at} = 0,500$.

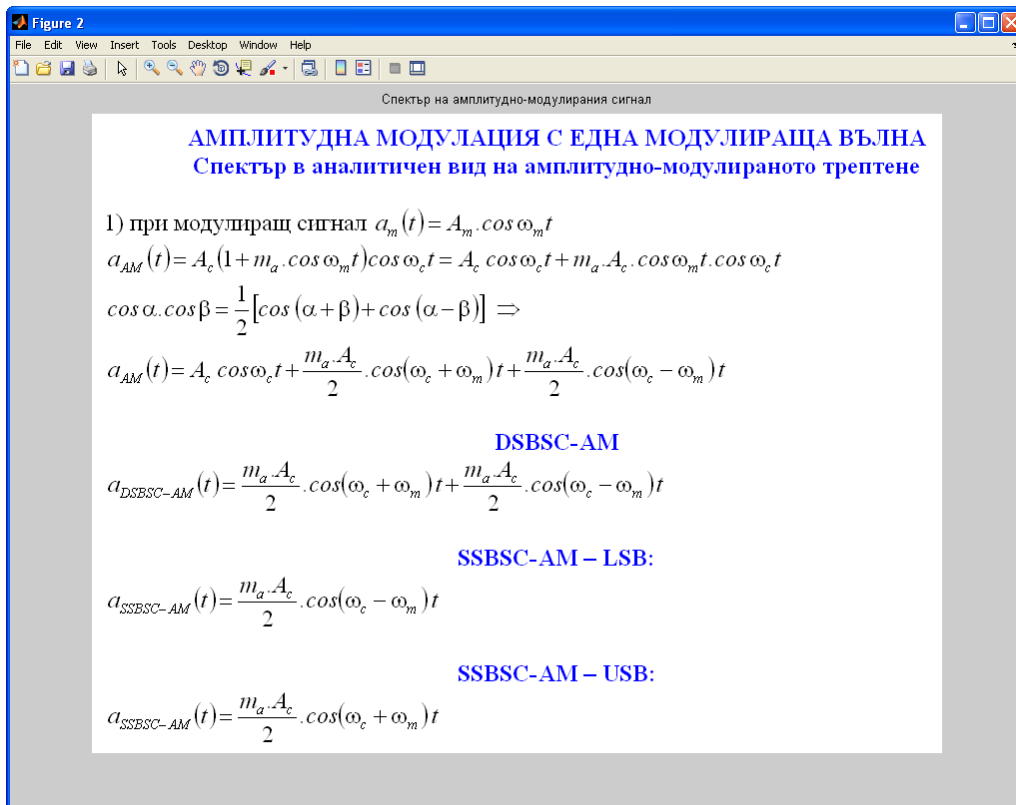
Предвидена е възможност за изчисляване на отделената мощност в режим на „мълчание“, на мощността на горната/долната странична лента, както и на пълната мощност, при известно съпротивление. За целта е необходимо да се въведе стойност на съпротивлението $R[\Omega]$ (фиг. 1, блок 7), при което се извършват изчисленията на указаните мощности и резултатите се представят в панел „Мощности“ (фиг. 1, блок 8), където $P_c[mW]$ – мощност в режим на „мълчание“, $P_{USB}[mW]/P_{LSB}[mW]$ – мощност на горната/долната странична лента, $P_t[mW]$ – пълна мощност, като $P_t = P_c + P_{LSB} + P_{USB}$. Отново е предвидено изчислените мощности да се извеждат с три знака след десетичната запетая.

Приложението позволява при натискане на бутона „Математически модел“ (фиг. 1, блок 9) извеждането в отделни графични прозорци на математическия модел на амплитудно-модулирания сигнал (фиг. 2 а, за случая с една модулираща вълна), на аналитичния вид на спектъра (фиг. 2 б), на спектралната диаграма (фиг. 2 в), която е аналогична на изобразената в честотната област за амплитудно-модулирания сигнал, и на основните зависимости (фиг. 2 г) за изчисляване на трите вида мощности и широчината на честотния спектър на амплитудно-модулирания сигнал.

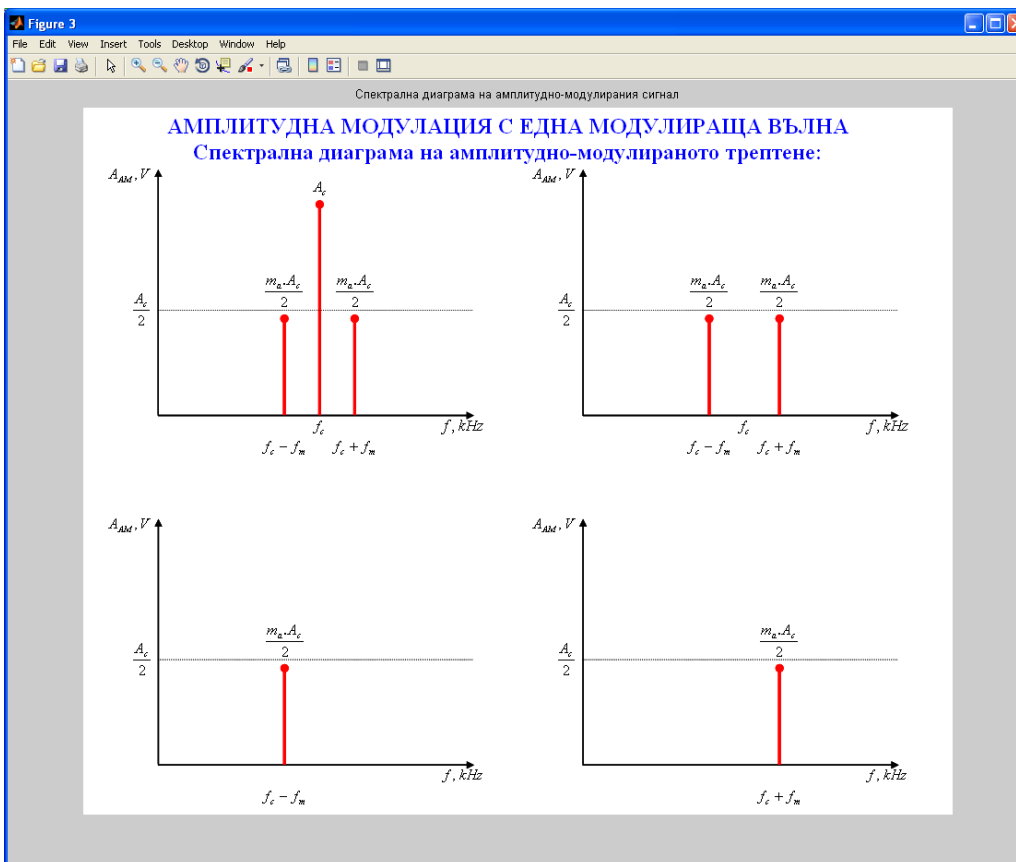
В отделен графичен прозорец е предвидено да се извежда информация за амплитудната модулация, видовете амплитудни модуляции, техните предимства и недостатъци при натискане на бутона „Информация“ (фиг. 1, блок 10).



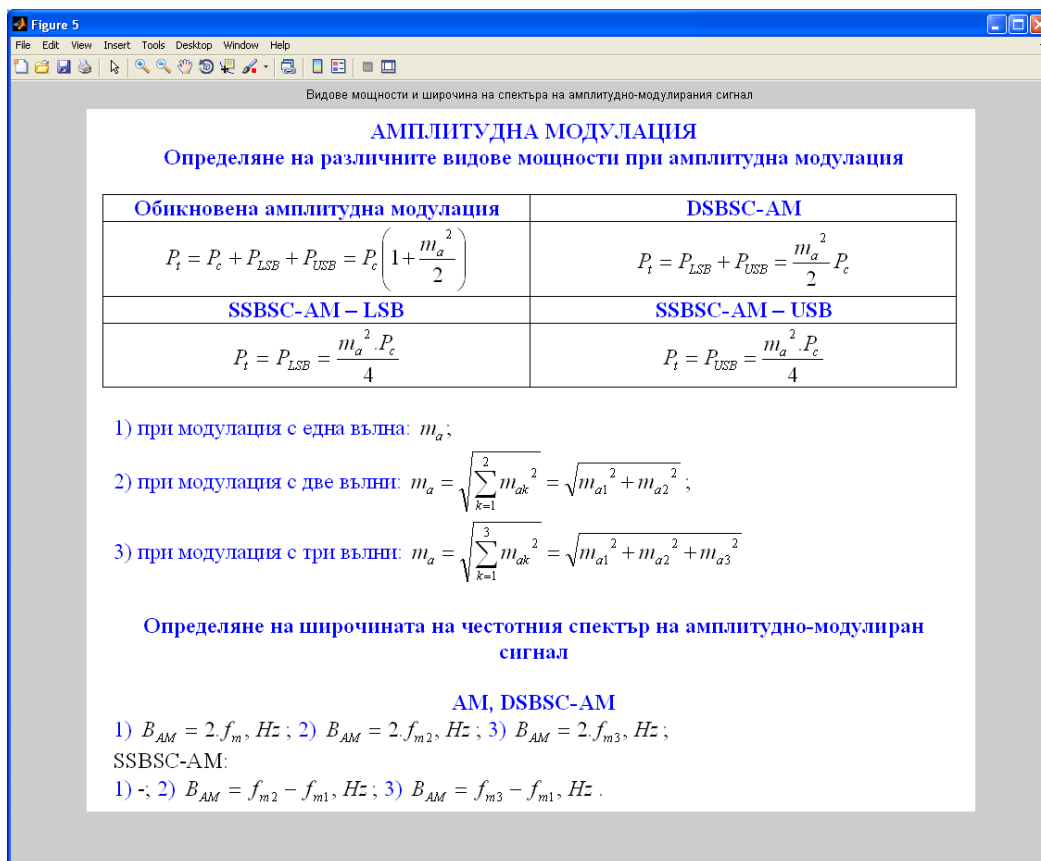
a)



б)



в)



2)

Фиг. 2. Симулационни резултати при изследването на амплитудната модулация с една модулираща вълна: а) математически модел; б) аналитичен вид на спектъра; в) спектрална диаграма; г) мощности и широчина на честотния спектъра на амплитудно-модулирания сигнал

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С разработения обучаващ модул се цели повишаване на интереса на студентите, изучаващи дисциплината „Комуникационни вериги” върху темата за амплитудна модулация. Бъдещата работа предвижда разширяването на софтуерния инструмент и с включването на другите видове модулации, изучавани в курса по „Комуникационни вериги” – ъгловата модулация с двете ѝ разновидности (честотна и фазова), както и импулсните модулации (в това число, амплитудно-импулсната модулация и импулно-кодвата модулация).

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Манукова-Маринова, А., А. Бороджиева. „Комуникационни вериги – ръководство за упражнения”. Русе, Русенски университет „Ангел Кънчев”, 2002, 104 стр..
- [2] Краус, Х., Ч. Бостиан, Ф. Рааб. „Полупроводникова радиотехника”. София, Техника, 1985, 410 стр.

SOFTWARE TOOL WITH GRAPHICAL USER INTERFACE FOR SIMULATION STUDY OF AMPLITUDE MODULATION APPLIED IN THE COURSE “COMMUNICATION CIRCUITS”

Adriana Borodzhieva
aborodjieva@ecs.uni-ruse.bg

**University of Ruse “Angel Kanchev”, 7017 Ruse, 8 Studentska Street
BULGARIA**

Key words: *Amplitude modulation, communication circuits, MATLAB, GUIDE, graphical user interface.*

Abstract: *This publication describes the developed software tool with graphical user interface for simulation study of amplitude modulation, which will be used in the course “Communication Circuits” included as compulsory in the curriculum of the specialty “Telecommunication Systems” for the “Bachelor” educational qualification degree in University of Ruse “Angel Kanchev”. The tool is implemented using MATLAB and GUIDE (Graphical User Interfaces Development Environment). The application allows the visualization of the carrier, modulating and amplitude-modulated signal in the time and the frequency domains with modulation using one, two or three frequencies of the modulating signal, and given parameters of the carrier and the modulating signal. It allows the mathematical model of amplitude-modulated signal to be displayed in a separate graphical window. There is a possibility for calculating the power emitted in the “silence” mode (when the modulating signal is not available), the power of the upper/lower side-band, as well as the total power at a given resistance. The cases of Double Side-Band Suppressed-Carrier Amplitude Modulation and Single Side-Band Suppressed-Carrier Amplitude Modulation are discussed. Information about the amplitude modulation, amplitude modulation types, their advantages and disadvantages is intended to be displayed in a separate graphical window. The developed application aims to increase students’ interest in studying the course “Communication Circuits”.*