

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

МОДЕЛЮВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ У
ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ PROTEUS

Методичні рекомендації до виконання курсового проекту з
дисципліни «Мікропроцесорні системи»
(магістерський рівень)

Ужгород – 2023

УДК 004.056.55, 003.26

Мешко Р.О., Рябощук М.М. Моделювання мікропроцесорних систем у програмному середовищі Proteus. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту з дисципліни «Мікропроцесорні системи». Ужгород: в-во УжНУ, 2023, 26 с.

Укладачі:

Роман Мешко – старший викладач кафедри приладобудування ДВНЗ «УжНУ»

Михайло РЯБОЩУК – канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри приладобудування ДВНЗ «УжНУ»

Відповідальний за випуск – Михайло РЯБОЩУК., канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри приладобудування ДВНЗ «УжНУ».

Методичні рекомендації розглянуто та схвалено на засіданні кафедри приладобудування, протокол № 9 від 21.06.2023 року.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 Аналіз, моделювання, симуляція роботи схеми засобами програмної симуляції - Proteus 8.6.....	5
2 Моделювання на основі цифрових діаграм на базі мікроконтролера (МК), або платформи Arduino	20
3 Порядок симуляції роботи конструкцій на базі платформи Arduino засобами Proteus	22
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	25

ВСТУП

Методичні вказівки до виконання курсового проекту із дисципліни «Мікропроцесорні системи» із роз'ясненням що до виконання запланованих завдань.

Відповідно до освітньої програми, КП з навчальної дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

- здатність здійснювати автоматизацію складних технічних й технологічних об'єктів і комплексів;
- здатність проектувати та впроваджувати високонадійні технічні системи автоматизації й робототехнічні комплекси та їх прикладне програмне забезпечення.
- здатність застосовувати сучасне спеціалізоване програмне забезпечення для комп'ютерно-інтегрованих технологій та впровадження робототехніки.

1 Аналіз, моделювання, симуляція роботи схеми засобами програмної симуляції - Proteus 8.6

Перелік основних завдань:

1. Створення електричної принципової схеми із використанням елементної бази Proteus.
2. Підготовка схеми до процесу симуляції (симуляція роботи датчика, згідно уніфікованих вхідних сигналів).
3. Аналіз схеми за допомогою набору інструментів Proteus (осцилограф, аналізатор спектру, вольтметри, амперметри).
4. Симулювання конструкції на базі МК.

Моделювання на основі аналогових діаграм

Схема, яку ми збираємося моделювати, - підсилювач на основі 741 операційного підсилювача (ОП), який показано нижче (рис.1.1).

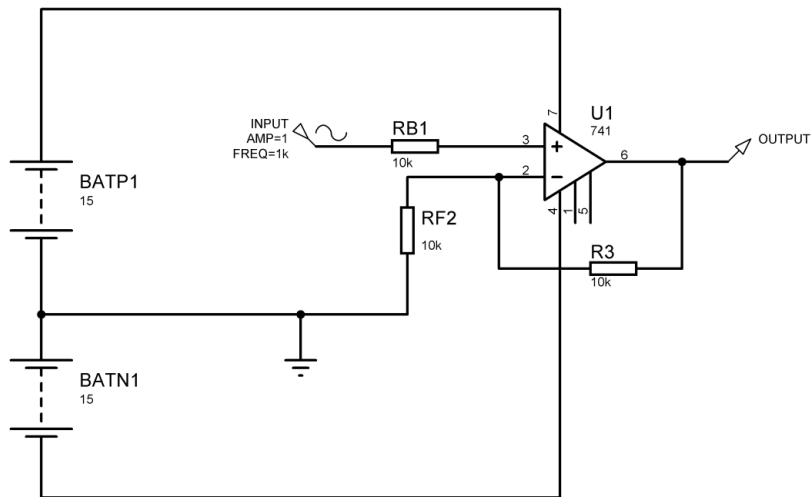


Рисунок 1 - Схема ввімкнення операційного підсилювача (741)

Застосовується ОП 741 в класичному включенні: він працює від двох полярного джерела напруги 15 В. Резистор

зворотного зв'язку R3 встановлює коефіцієнт підсилення близько 10. Елементи RF2, R3 встановлюють зсув на неінвертуючому вході і його розділення по постійному струму від входу схеми.

Зробимо аналіз перехідних процесів схеми. Ця форма аналізу якнайповніша, така, що дає багато інформації про схему. Закінчивши опис моделювання з аналізом перехідних процесів, останні форми аналізу її доповнюватимуть.

Генератори

Щоб перевірити схему, ми повинні забезпечити її відповідним вхідним сигналом.

Використовуємо генератор прямокутних імпульсів для нашого випробувального сигналу. Об'єкт «генератор» використовується для отримання необхідного сигналу.

Клацніть на іконі Генератор, перемикач об'єктів покаже список доступних типів генераторів. Для нашого моделювання виберемо генератор імпульсів (Pulse). Виберіть тип Pulse, перемістите курсор миші на вікно редактора, праворуч від клеми IN, і клацніть лівою кнопкою на провіднику, щоб розмістити генератор.

Об'єкти генераторів, як і інші об'єкти ISIS, підтримують операції попереднього перегляду і повороту перед розміщенням, редагування, переміщення, повороту і видалення об'єкту після розміщення.

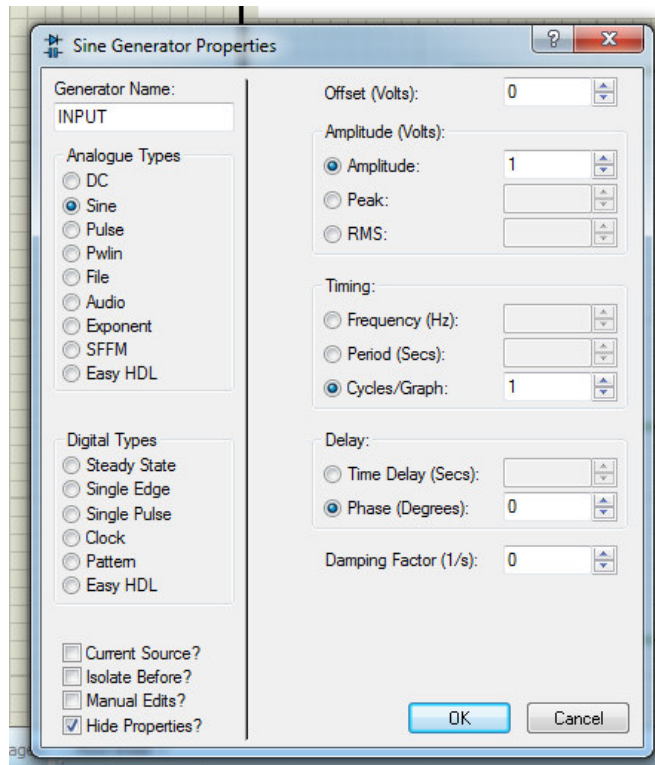


Рисунок 2 - Вікно типових налаштувань генератора

Генератори можуть бути розміщені на схемі звичайним способом, з подальшим з'єднанням їх провідниками, або, опустивши його на вже наявний провідник. Якщо ви пересунете генератор в інше місце, то ISIS вирішить, що ви хочете від'єднати його, і не перетягне за ним провідник, як він робить це для елементів.

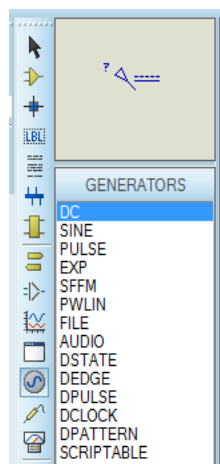


Рисунок 3 - Вибір генератора із переліку інструментів

Зверніть увагу, як генератор автоматично встановив зв'язок з клемою IN. Коли генератор під'єднується до об'єкту провідником (або розташовується прямо на наявний провідник), йому встановлюється ім'я вузла схеми, до якого він приєднаний. Якщо у вузла немає імені, тоді, за умовчанням, використовується ім'я виведення найближчого елементу.

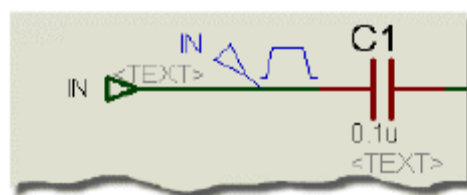


Рисунок 4 - Застосування генератора у схемі

Налаштуємо генератор, щоб встановити форму імпульсів, яка потрібна. Щоб редагувати генератор, виділіть його правою кнопкою, а потім лівою клацніть на ньому, що зробить доступною діалогову форму редагування генератора (Edit Generator).

Виберіть поле “Максимальна напруга” (High Voltage) і встановіть величину 10 мВ.

Також встановіть тривалість імпульсу (pulse width) 50 мкс (50u).

Натисніть кнопку ОК, щоб прийняти зміни. Генератори і Пробники дають повний опис властивостей, підтримуваних всіма типами генераторів. Для цієї схеми потрібний лише один генератор, але їх кількість на схемі може бути не обмежена.

Пробники

Визначивши вхід нашої схеми, використовуючи генератор, тепер потрібно розмістити пробники в точках, які потрібно контролювати.

Щоб встановити пробник, клацніть ліво кавішею на іконці “Пробник напруги” (Voltage Probe) (переконайтеся, що випадково не вибрали пробник струму).

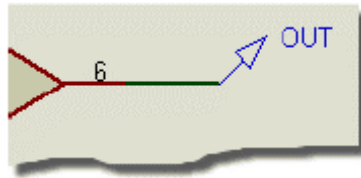


Рисунок 5 - Встановлення пробника

Пробники можуть встановлюватися на провідники або спочатку розміщені, а потім сполучені, провідниками таким же способом, як і генератори. Перемістіть мишку на вікно редактора, зліва від виводу 3 U1, і клацніть лівою кнопкою, щоб встановити провідник пробника, що сполучає вивід 3 з R1 і R2. Переконайтеся, що встановили пробник на провідник, оскільки не можна його встановлювати на сам вивід.

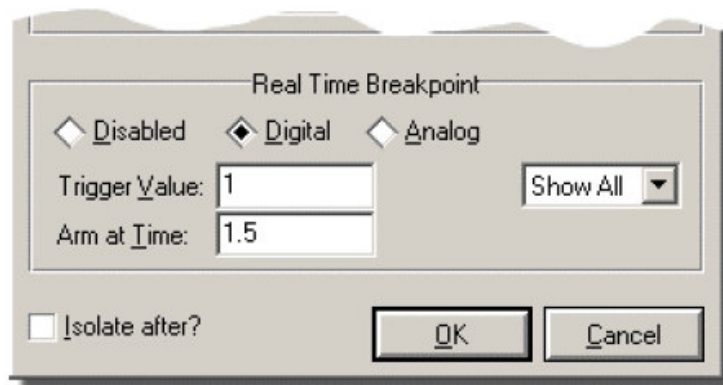


Рисунок 6 - Встановлення переривання моделювання від пробника за умов

Зверніть увагу, що він отримав ім'я найближчого елемента, до якого приєднаний, з ім'ям виводу в дужках. Тепер встановіть другий пробник клацанням лівою кнопкою миші, але вже зліва від клеми OUT, на провіднику між вузлом і клемою.

Об'єкти пробників, подібно до генераторів і більшості інших об'єктів ISIS, підтримують процедури попереднього перегляду і орієнтування перед розміщенням, і редагування, переміщення, перевертання і видалення після розміщення.

Пробники можуть редагуватися, як правило, для зміни їх мітки-показника.

Діаграми

Діаграми відіграють важливу роль в моделюванні: вони не лише діють як засоби демонстрації результатів, але і визначають, яке моделювання виконується.

Розмістивши одну або більше діаграм і вказавши типи даних, які ви передбачаєте побачити на діаграмі (логічні рівні, напруга, імпеданс і так далі), ISIS визнає, якого типу або типів моделювання виконати, і які частини схеми мають бути включені в моделювання.

Тепер, щоб остаточно підготувати схему для моделювання, необхідно розмістити діаграми для відображення результатів.

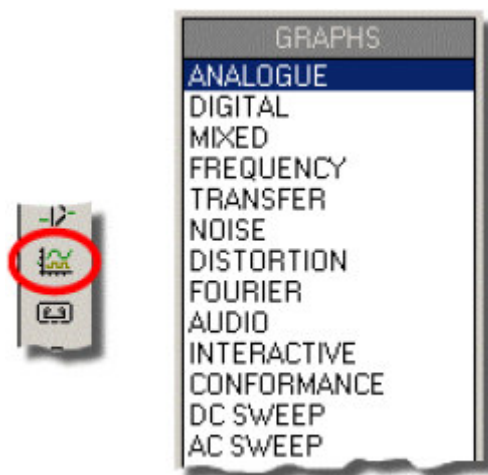


Рисунок 7 - Встановлення діаграм

Для аналізу перехідних процесів потрібний аналоговий тип діаграми (Analogue).

Назва “аналоговий” підходить більше, ніж “перехідна характеристика”, для того, щоб відрізнити його від цифрового типу діаграм (Digital), який використовується для відображення результатів цифрового аналізу, що є, насправді, спеціалізованою формою аналізу перехідних процесів. Обидва можуть відображатися одночасно, використовуючи змішану діаграму (Mixed).

Щоб розмістити діаграму, виберіть іконку Діаграма (Graph): перемикач об'єктів покаже список доступних типів діаграм. Виберіть тип Аналоговий (Analogue), перемістіть мишку на вікно редактора, натисніть і утримуйте натиснутою ліву кнопку миші, розтягніть прямокутник до відповідного розміру, а потім відпустіть кнопку миші, щоб розмістити діаграму.

Діаграми працюють подібно до інших об'єктів ISIS, хоча вони мають деякі особливості.

Можете виділити діаграму звичайним способом, правою кнопкою миші, а потім (використовуючи ліву кнопку миші) перетягнете одну з міток-маніпуляторів або всю діаграму, щоб змінити її розмір і перемістити діаграму.

Тепер нам потрібно додати генератор і пробники на діаграму. Кожен генератор має асоційований з ним пробник, тому не потрібно розташовувати пробник прямо на генератор, щоб побачити форму коливань на вході.

Є три способи додавання пробників і генераторів на діаграму:

Перший спосіб – по черзі виділяти кожний пробник/генератор, перетягувати їх на діаграму і відпускати там – якраз так само, як би ми переміщали об'єкт.

ISIS виявить, що саме ви намагаєтеся помістити на діаграму, поверне пробник/генератор в первинне положення

і додасть запис в діаграму з таким же покажчиком, як і в пробнику/генераторі.

Записи можуть бути асоційовані з правою і лівою осями на аналоговій діаграмі, і пробники/генератори додадуться до осі, ближче до якої вони були розташовані.

Не потрібно вибирати, куди опустити пробник/генератор, новий запис завжди додається нижче вже створених.

Другий і третій способи додавання пробників/генераторів на діаграму використовують команду “Додати запис” (Add Trace) в меню Діаграма (Graph); ця команда завжди додає пробники в поточну діаграму (коли є більше ніж одна діаграма; поточна діаграма – діаграма, яка вибрана в даний момент в меню Graph).

Якщо активувати команду Add Trace без виділених пробників і генераторів, тоді з'явиться діалогова форма “Додати короткий запис”, і пробник може бути вибраний із списку всіх пробників проекту (включаючи пробники на інших схемах).

Якщо пробники/генератори вже виділені, то, активувавши команду Add Trace, ви отримаєте пропозицію швидко додати виділені пробники в поточну діаграму; вибір варіанту NO активує діалогову форму “Додати короткий запис”, описаний раніше.

Вибір варіанту YES додасть всі виділені пробники/генератори на поточну діаграму в алфавітному порядку.

Скористаємося Quick Add для додавання наших пробників і генератора на діаграму. Виділіть будь-який пробник або генератор, або, якщо їх більше одного, розтягніть прямокутник виділення довкола всієї схеми – команда Quick Add ігнорує всі виділені об'єкти, окрім пробників і генераторів.

Виберіть опцію Add Trace з меню Graph і відповідайте на нагадування Yes.

Записи з'являться на діаграмі (ISIS думає, що це поточна діаграма, оскільки він єдиний і використовувався останнім).

Записи складаються з імені (на лівій осі) і порожньої області даних (основне тіло діаграми). Якщо записи не з'явилися на діаграмі, то це, вірогідно, через те, що вона дуже мала, щоб ISIS накреслив їх. Змініть розмір діаграми, виділивши її і потягнувши за кут, щоб зробити більшою.

Тепер ви можете, використовуючи ліву кнопку миші, перетягнути запис вгору або вниз, або редагувати запис (лівим клацанням без переміщення миші), правою кнопкою видалити запис (тобто видалити її з діаграми). Щоб зняти виділення зі всіх записів, клацніть правою кнопкою миші де-небудь на діаграмі, але не на мітці запису (це виділить або видалить запис).

Залишився останній етап установки, який потрібно виконати перед початком моделювання, і це установка часу виконання моделювання. ISIS моделює схему стільки часу, скільки вказано на кінці осі «х» діаграми, а для нової діаграми за умовчанням - це одна секунда. Для нашого випадку потрібно, щоб вхідні прямокутні імпульси були досить високої звукової частоти, скажімо, біля 10 кГц. У результаті потрібний період- 100 мкс.

Виділіть діаграму і клацанням лівої кнопки миші викличе діалогову форму редагування діаграми перехідних процесів. Ця форма містить поля, які дозволять створити заголовок діаграми, точно встановити час початку і закінчення моделювання (це відповідає лівій і правій крайнім точкам на осі «х»), промаркувати ліву і праву осі (це не відображується на цифрових діаграмах), так само вказати основні властивості циклу моделювання.

Все, що потрібно – це змінити час зупинки з 1.00 на 100 мкс (можна записати 100 u – ISIS конвертує це в 100E-6) і вибрати OK.

Проект тепер готовий для моделювання. На цьому етапі потрібно завантажити нашу версію проекту ("Samples\tutorials\asimtut2.DSN").

Як альтернативу, можна продовжити працювати із схемою, яку ввели самі, і завантажити Asimtut2.DSN лише тоді, коли виникнуть проблеми.

Моделювання

Щоб змоделювати схему, все, що необхідно, це запустити команду «Моделювати» (Simulate) в меню Graph (або використовувати “гарячу” клавішу клавіатури: пропуск).

Команда Simulate забезпечить моделювання схеми і оновлення поточної діаграми (яка відмічена в меню Graph) відповідно до результатів моделювання.

Рядок стану покаже, як швидко проходить процес моделювання. Коли моделювання буде завершено, діаграма перемалюється заново з новими даними.

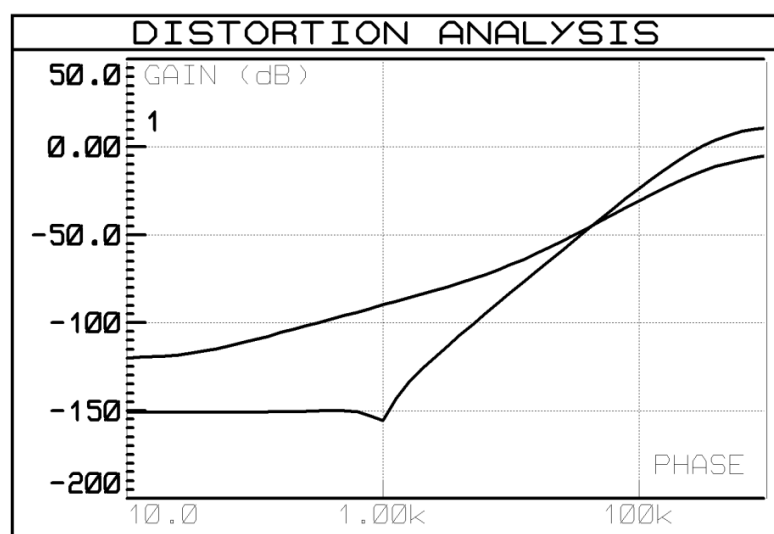


Рисунок 8 - Аналіз перехідних процесів (затухання)

Для поточної версії ISIS і ядра симулятора початковий час діаграми ігнорується – моделювання завжди починається з нульового моменту і продовжується, доки не досягне часу зупинки, або доки симулятор не досягне стану спокою. Ви можете перервати моделювання в середині натисненням клавіші ESC.

Протокол моделювання зберігається для останнього виконаного моделювання.

Можна побачити протокол, використовуючи команду View Log в меню Graph (або гарячими клавішами Ctrl+"v").

Протокол моделювання надає повну інформацію, яка важкодоступна в записах діаграми. Якщо запустити команду Simulate удруге, ви помітите, що моделювання не відбувається.

Якщо з якоїсь причини потрібно моделювати діаграму заново, то потрібно поставити галочку “Завжди моделювати” (Always Simulate) на діаграмі в діалоговій формі редагування аналізу перехідних характеристик.

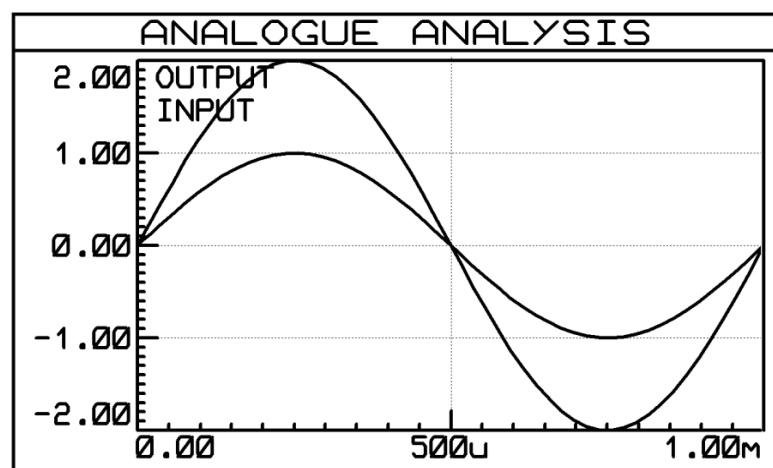


Рисунок 9 - Дослідження коефіцієнта підсилення схеми ОП (вхід - 1/вихід - 2).

Якщо є сумніви, що моделювання було насправді, можна перевірити галочку “Протокол списку з'єднань” (Log Netlist) в тій же діалоговій формі. Це включить список з'єднань симулятора в протокол моделювання. Перше моделювання завершено.

Використання пробників струму

Закрити вікно діаграми можна звичайним способом або, щоб швидше, натиснути ESC на клавіатурі.

Використовуємо пробник струму, щоб перевірити струм в колі зворотного зв'язку, вимірявши струм через резистор R4.

Пробники струму використовуються подібно до пробників напруги, але з однією важливою відмінністю. Пробник струму потребує напругу, поставленого йому у відповідність. Пробники струму розривають провідник і вставляються в розрив, отже, потрібно знати, в якому напрямі їх розвернути. Це робиться шляхом їх розміщення.

При орієнтації за замовчанням (нахил вправо) в горизонтальному провіднику пробник вимірює силу струму зліва направо. Щоб виміряти силу струму у вертикальному провіднику, необхідно повернути пробник на 90° або 270°. Розміщення пробника на вершині кута – помилка, про яку буде повідомлено при запуску моделювання. Стрілка умовного позначення вказує на напрям струму.

Виберіть пробник струму, клацнувши на іконці “Пробник струму” (Current Probe) .

Клацніть лівою кнопкою на іконці обертання за годинниковою стрілкою, щоб стрілка вказувала вниз. Потім помістіть пробник на вертикальному провіднику між правою стороною R4 і виводом 6 U1. Додайте пробник на праву сторону діаграми виділенням і перетягуванням пробника на правий край згорнутої діаграми.

Натисніть клавішу «Пропуск», щоб заново змоделювати діаграму, і графік з'явиться.

Навіть по згорнутій діаграмі можемо побачити, що струм в колі зворотного зв'язку близький за формою до сигналу на виході, як і передбачалося для операційного підсилювача. Струм змінюється від 10 мкА до 0 на високій і низькій частинах графіка відповідно. Діаграму можна розгорнути до максимуму і розглянути графік детальніше.

Частотний аналіз

Так само, як і аналіз перехідної характеристики, є декілька інших типів аналізу, корисних для моделювання аналогового кола.

Всі вони використовуються майже таким же способом, з діаграмами, пробниками і генераторами, але відрізняються різними варіантами.

Наступний тип аналізу- це частотний аналіз. У частотному аналізі вісь «х» стає частотою (у логарифмічному масштабі), а амплітуда і фаза в досліджуваних точках можуть відображувати на осях "у".

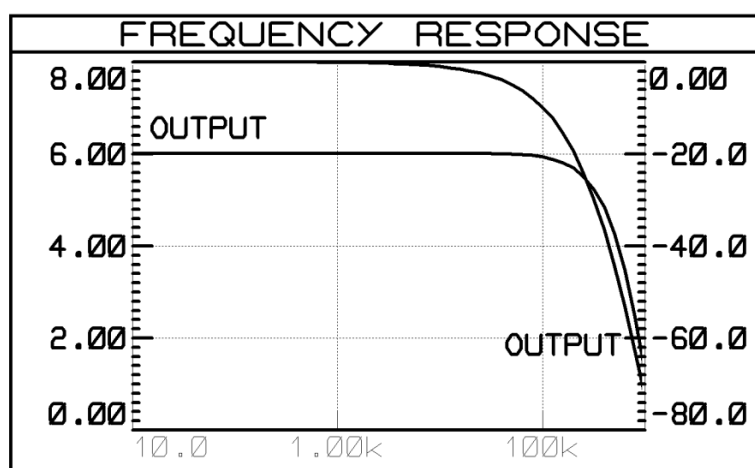


Рисунок 10 - Графік аналізу роботи ОП – частотна характеристика

Щоб виконати частотний аналіз, необхідна частотна діаграма. Клацніть лівою кнопкою миші на іконці «Діаграма» (Graph), щоб відобразити список типів діаграм в перемикачі об'єктів, і клацніть на типі «Частотний» (Frequency). Потім розмістіть діаграму на схемі, як і раніше, перетягуючи прямокутник лівою кнопкою миші. Не потрібно видаляти наявну діаграму перехідної характеристики, але коли це потрібно, щоб збільшити вільний простір, клацніть двічі правою кнопкою на діаграмі, щоб видалити її.

Тепер додамо пробники. Додамо обидва пробники напруги, OUT і U1(POS IP). На частотній діаграмі дві осі «у» (ліва і права) мають спеціальне призначення. Ліва вісь «у» використовується, щоб відображати амплітуду досліджуваного сигналу, а права – фазу.

Щоб їх обох бачити окремо, потрібно додати пробники на обидва краї діаграми. Для цього виділіть пробник OUT і перетягніть його на лівий край діаграми, а потім - на правий. Кожен графік, як завжди, має окремий колір, але вони обидва мають однакові імена.

Тепер виділіть і перетягніть пробник U1(POS IP) лише на лівий край діаграми.

Величини амплітуди і фази мають бути вказані по відношенню до деякої еталонної величини. У ISIS це робиться налаштуванням опорного генератора. Опорний генератор завжди має на виході 0 дБ (1 вольт) на 0°. В якості опорного генератора можна вказати який-небудь з наявних генераторів. Всі інші генератори кола в частотному аналізі ігноруються.

Щоб встановити генератор IN як опорний в нашому колі, просто виділіть і перетягніть його на діаграму, начебто для того, щоб додати його як пробник. Оскільки це генератор, ISIS передбачить, що ви додаєте його як опорний, і виведе в

рядку стану повідомлення, підтверджуюче це. Потрібно зробити це без помилок, інакше моделювання працюватиме некоректно.

Редагувати властивості діаграми не потрібно, оскільки частотний діапазон, вибраний за замовчуванням, підходить для наших цілей.

Проте, якщо ви зробите це (наведенням на діаграму і натисненням Ctrl+e), ви побачите, що діалогова форма редагування частотної діаграми мало відрізняється від такої ж форми для перехідної характеристики. Тут не потрібно позначати осі, оскільки їх призначення фіксоване, і тут є “галочка”, яка перемикає відображення графіка амплітуди в децибелах або в абсолютних одиницях. Цю опцію краще встановити в дБ.

Натисніть «Пропуск» (або мишкою над частотною діаграмою), щоб почати моделювання. Коли воно закінчиться, клацніть лівою кнопкою миші на рядку заголовка діаграми, щоб розгорнути її.

Розглянемо спочатку графік амплітуди OUT. Можемо побачити, що посилення в смузі пропускання ледве вище 20 дБ (як і очікувалося), а використовуваний діапазон частот приблизно від 50 Гц до 20 кГц. Маркери працюють так само, як і в попередньому прикладі.

Графік фази OUT показує вірогідні фазові спотворення на краях частотної характеристики, спад до -90° справа на графіці, на частоті одиничного підсилення.

Ефект фільтру верхніх частот вхідного кола може бути виразно видний, якщо досліджувати графік амплітуди U1(POS IP). Зверніть увагу, що вісь «x» - в логарифмічному масштабі, і щоб прочитати значення з осі, краще використовувати маркери.

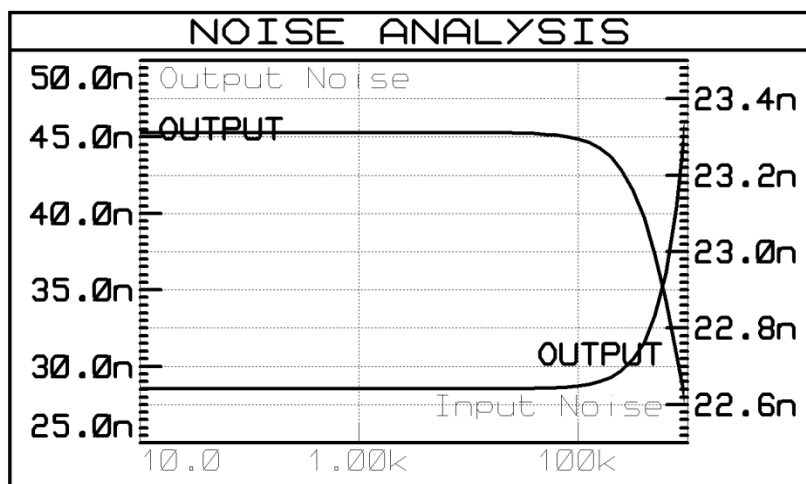


Рисунок 11 - Аналіз рівня шумів схеми ОП у залежності від частоти.

2 Моделювання на основі цифрових діаграм на базі мікроконтролера (МК), або платформи Arduino

Перелік основних завдань:

1. Симуляція аналогового вхідного сигналу (за умови відсутності доступного датчика).
2. Симуляція аналогового (ШИМ) сигналу.
3. Симуляція роботи LCD символьного дисплея, та індикації. Побудова мінімального інтерфейса (дисплей-клавіатура).
4. Симуляція роботи клавіатури, та вхідних керуючих елементів (кінцеві датчики, сенсори...).
5. Симуляція роботи виконуючих пристроїв із застосуванням інтерактивних компонентів (електродвигун, електроклапан, керування навантаженням).

Процес моделювання цифрових діаграм реалізовується подібно до вище приведенного прикладу об'єктів ISIS для аналогової схемотехніки, але є деякі особливості.

Досліджувати роботу діаграми, за допомогою віртуальних інтерактивних інструментів (світло діоди, кнопки, електромеханічні пристрої) – перший спосіб, другий спосіб - за допомогою осцилографа, цифрового термінала та інших вимірювальних пристроїв.

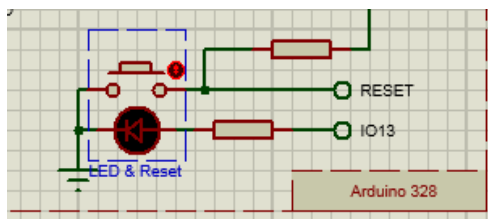


Рисунок 12 - Приклад інтерактивних інструментів

Тепер можна додати пробники на діаграму, у необхідні місця діагностики. Для кожного пробника асоційовано своє ім'я, тому не потрібно розташовувати пробник прямо на місце дослідження, щоб побачити форму коливань на вході.

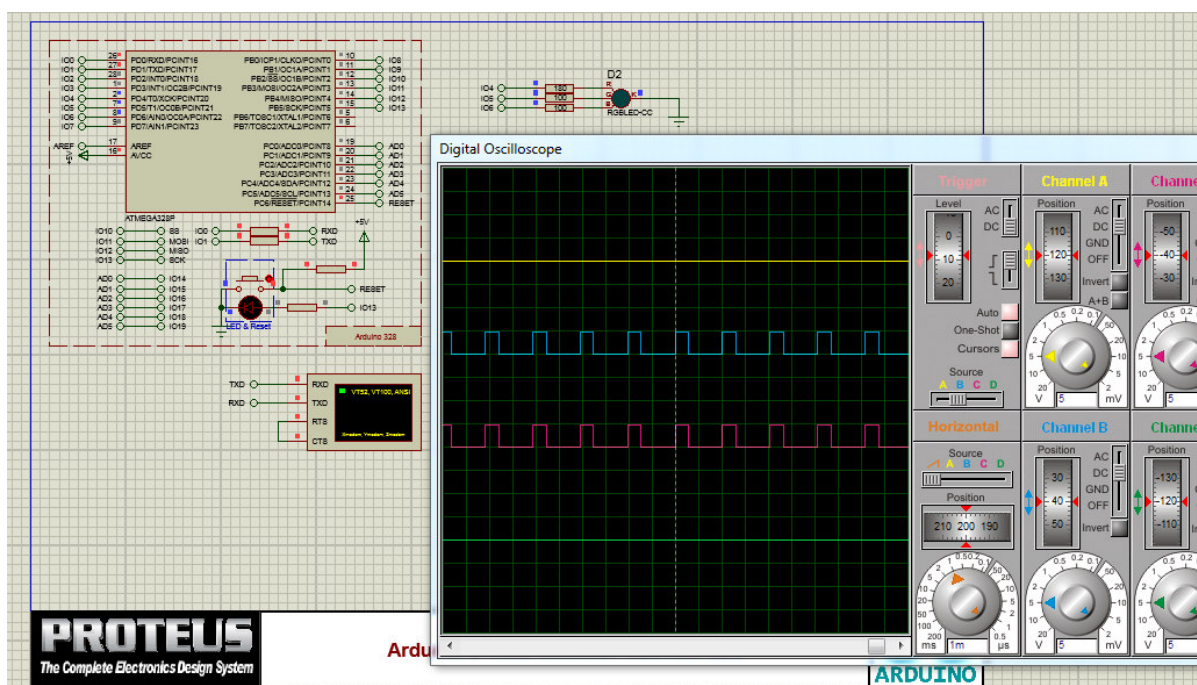


Рисунок 13 - Візуалізація роботи пристрою другим способом.

3 Порядок симуляції роботи конструкцій на базі платформи Arduino засобами Proteus

Перелік основних завдань:

1. Провести «компіляцію/ перевірку» (закладка меню - Скетч) створеного скетча у середовищі Arduino IDE.
2. У закладці (Скетч), провести «Експорт бінарного файлу». Результатом є створення папки, яка містить файл із розширенням (*.hex), вказаний тип файлу використовується для завантаження у МК.

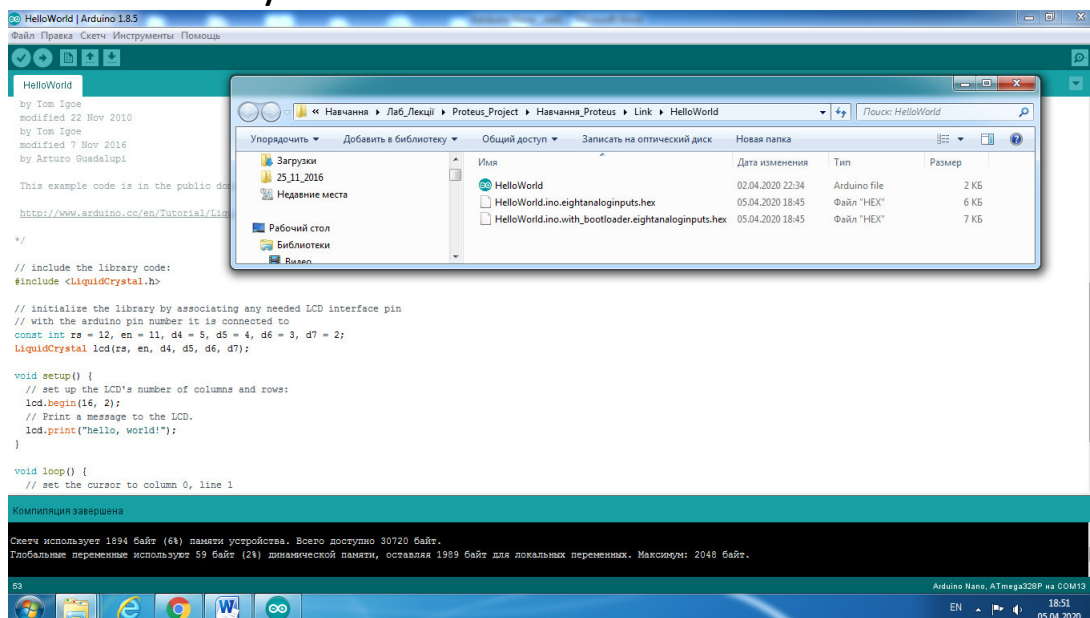


Рисунок 14 - Вилід інтерфейса середовищі Arduino IDE.
Генерація Нех файла.

3. Створити використовуючи елементну базу програмного середовища Proteus 8.6. принципову електричну схему об'єкту згідно завдання, наведеного нижче.

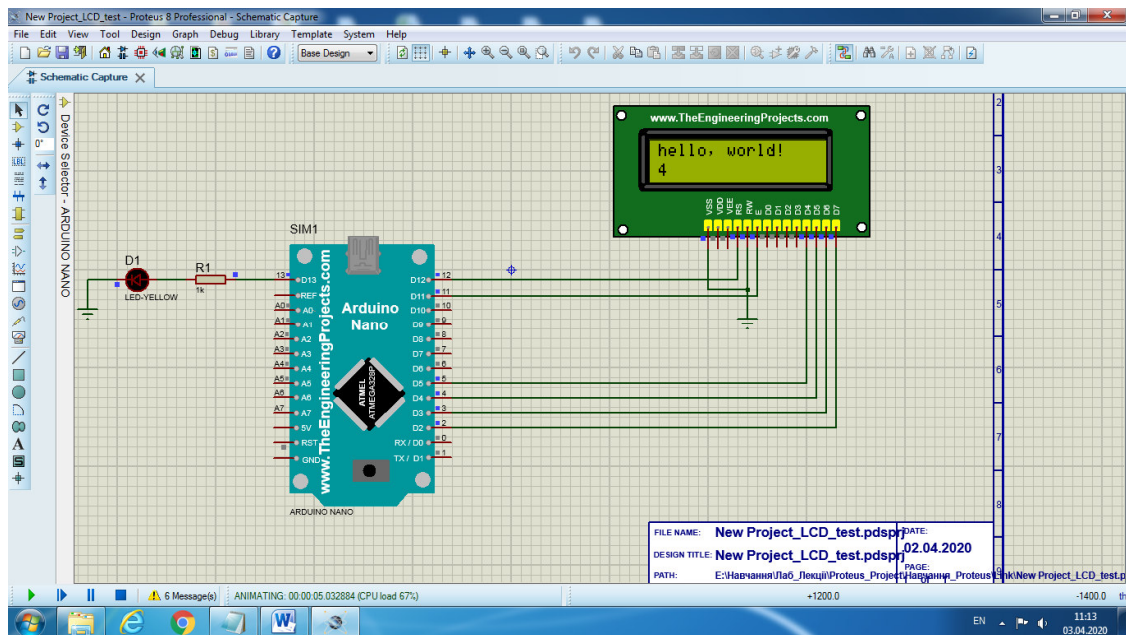


Рисунок 15 - Схема підключення LCD – символьного дисплея (1602), та Arduino Nano, використовуючи 4-х бітний, паралельний протокол.

Для реалізації повноцінної емуляції роботи пристрою є необхідність підключення бібліотеки модуля – Arduino Nano, та знако- символьного дисплея (1602).

Бібліотеки можна завантажити на відкритих ресурсах за посиланнями:

<https://www.theengineeringprojects.com/2015/12/arduino-nano-library-proteus.html> - бібліотека Arduino Nano для Proteus 8.6.

<https://www.theengineeringprojects.com/Downloads/downloads.php> - бібліотека символьного дисплея (16x2), паралельний тип інтерфейсу (4, 8 біт інтерфейс).

Інсталяція вищезгаданих бібліотек здійснюється шляхом копіювання у папку Proteus 8.6, зі шляхом –

C:\Program Files (x86)\Labcenter Electronics\Proteus 8 Professional\LIBRARY

Файлів двох типів: (*.IDX), та (*.LIB).

Після копіювання, необхідно перезавантажити Proteus 8.6. для прийняття у дію скопійованих бібліотек.

4. У властивостях елемента Arduino Nano, провести підключення бінарного файлу (*.hex) який було згенеровано попередньо. Шлях до необхідного бінарного файлу знаходиться у вкладці «Program Files».

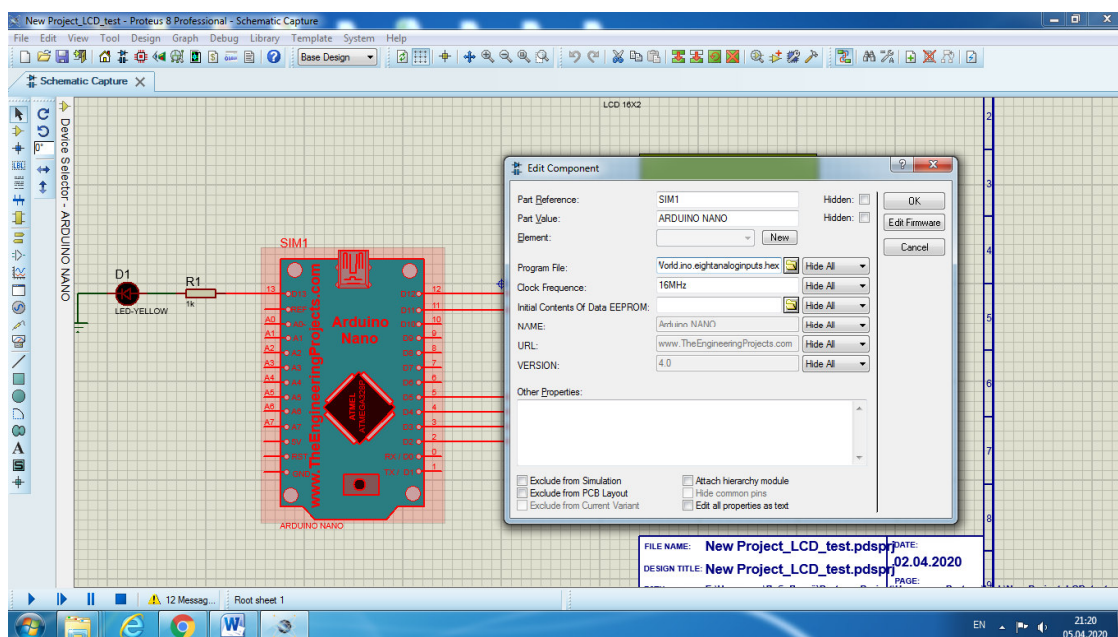


Рисунок 16 - Вікно налаштування властивостей модуля Arduino Nano.

Результатом успішної роботи симульованого пристрою є відображення на дисплеї запланованого повідомлення «hello World!»

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Максимов А. Моделирование устройств на микроконтроллерах с помощью программы ISIS из пакета PROTEUS VSM / А. Максимов // Радио. — 2005. — № 4, 5, 6. — С. 30—33, 31—34, 30—32.
2. Цирульник С. М. Застосування програми ISIS пакету Proteus VSM при вивченні курсу «Мікропроцесорна техніка» // С. М. Цирульник, В. К. Задорожний // Матеріали XIII міжнародної конференції з автоматизації управління (Автоматика 2006). — Вінниця: Універсум-Вінниця. — 2007. — С. 526—530. — ISBN 978-966-641-210-5.
3. Проектування та аналіз електричних схем в програмному середовищі Proteus VSM. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів курсу "Проектування мікропроцесорних систем керування технологічними процесами". Медвідь В.Р., Пісьціо В.П., Тернопіль: ТНТУ, 2018 - 26 с.
4. Іваницькій В.П., Рябощук М.М., Кутчак С.В. Навчальний посібник призначено для студентів інженерно-технічного факультету ДВНЗ «УжНУ» спеціальності 151- «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Формат 60x84/16. Умовн. друк. арк. 2,55. Зам. № 27. Наклад 50 прим.
Видавництво УжНУ «Говерла».
88000, м. Ужгород, вул. Капітульна, 18. E-mail: goverla-print@uzhnu.edu.ua

Свідоцтво про внесення до державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції –
Серія 3т № 32 від 31 травня 2006 року