

Міністерство освіти , науки, молоді та спорту України
Вінницький національний технічний університет
Інститут радіотехніки, зв'язку та приладобудування
Факультет медико – біологічного та електронного приладобудування
Кафедра проектування комп'ютерної та телекомунікаційної апаратури

Презентація

до дипломного проекту

PLC модем для управління засобами автоматизації будівель.

Виконав: студент 1 курсу, групи ТКсп-14 напрямку підготовки (спеціальності)
7.05090303-Технології та засоби телекомунікацій
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Росінський В.
(прізвище та ініціали)

Керівник Нікольський О.І.
(прізвище та ініціали)

Вінниця ВНТУ 2015

Об'єктом дослідження є процес побудови пристрою з покращеними характеристиками. Предметом дослідження є ідеологія технічного розвитку PLC модема.

Метою дипломного проекту є розробка PLC модема.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **задачі**:

- проаналізувати технічний розвиток і галузь до якої відноситься пристрій що розробляється;
- провести порівняльну характеристику пристрою, що розробляється з вже існуючими аналогами та прототипом, вказати на переваги та недоліки;
- проаналізувати електричну принципову схему пристрою;
- зробити аналіз технічних вимог до конструкції пристрою;
- провести компонування елементів друкованої плати та трасування з'єднань;
- провести електричні розрахунки друкованої плати, розрахунки електромагнітної сумісності, механічної міцності друкованої плати, розрахунок надійності, теплові розрахунки;
- провести моделювання та оптимізацію вхідних каскадів PLC модема в ORCAD PSPICE;
- розрахувати економічні показники PLC модема;
- розглянути питання цивільної оборони та охорони праці.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ POWERLINE COMMUNICATIONS ЯК СЕГМЕНТУ СВІТОВОГО ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОГО РИНКУ

1.1 Визначення місця мереж на основі PLC в структурі існуючих і перспективних рішень для «останньої милі»

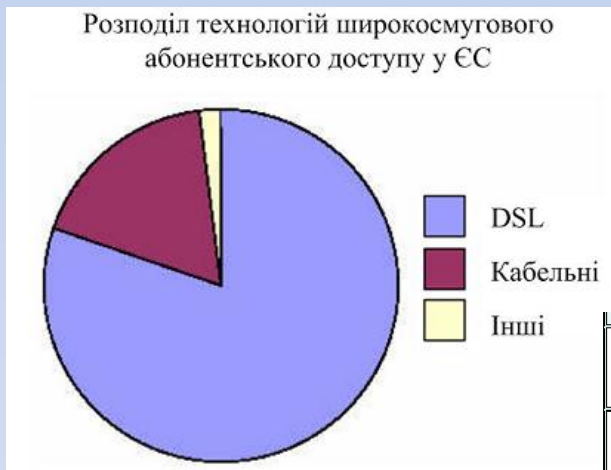


Рисунок 1.1 - Розподіл технологій в сегменті широкосмугового абонентського доступу у країнах ЄС

Таблиця 1.1 - Порівняльний аналіз основних технологій широкосмугового доступу для вирішення завдання «останньої милі»

ADSL	Вниз: до 24 Мбіт/с. Вверх: до 3,3 Мбіт/с.	Дальність до 5 км.
3,5 ГГц радіодоступ	До 10 Мбіт/с.	Максимальна зона обслуговування: 20 км.
Кабельні модеми	Вниз: до 10 Мбіт/с. Вверх: до 2 Мбіт/с.	Спільне використання та розподілення між активними користувачами.
PLC або BPL	500 Мбіт/с в магістральному сегменті. 100 Мбіт/с в сегменті користувача.	Спільне використання та розподілення між активними користувачами. Дальність, у випадку без застосування повторювачів: - в магістральному сегменті: 500 м; - в сегменті користувача: 300 м (Homeplug стандарт).
Супутник	Вниз: до 2 Мбіт/с. Вверх: до 1 Мбіт/с.	Дуплексний зв'язок можливий із додатковим застосуванням ТМЗК.

Таблиця 1.4 - Рішення TI для реалізації різних стандартів [10÷12]

Стандарт	Тип модуляції	Діапазон частот, кГц	Швидкість обміну даними, кБод	Цільовий процесор	Аналогова підсистема
IEC 61334 (G1)	SFSK	60...76	1,2...2,4	F28027	AFE030/AFE031
PRIME	OFDM	42...90	21...128	F28069/F28M3 5x	AFE031
ERDF G3	OFDM	35...90	5,6...45	F28069/F28M3 5x	AFE031
P1901.2/G3 FCC	OFDM	35...450	34...234	F28M35x	AFE03x
PLCLite (патент TI)	OFDM	42...90	2,4...21	F28035/F28027	AFE031
FlexOFDM (патент TI)	OFDM	<10...FCC*	2,4...128	F28069/F28M3 5x	AFE031
* – обмежений місцевими регуляторними вимогами.					

Додаток В - Порівняльний аналіз основних технологій широкосмугового доступу та їх протоколів [1÷12]

Мережа	Протокол	Переваги	Недоліки	Примітка
WAN	Бездротовий (стільникові мережі 2G / 3G / LTE, GPRS)	Обширна легкодоступна інфраструктура стільникових мереж; великий обсяг зібраних даних може передаватися на великі відстані	Енергокомпанія повинна оплачувати оренду інфраструктури стільникового оператора для щомісячного доступу; енергокомпанія не володіє інфраструктурою	Бездротовий інтерфейс зазвичай є кращим варіантом
NAN	Бездротовий протокол ISM- діапазону	Великий радіус дії; можливість обходити трансформатори	В даний час є пропрієтарним; «Мертві» зони ускладнюють установку та обслуговування	Застосовується в деяких топологіях, наприклад у США
	IEEE® 802.15.4g	Великий радіус дії; можливість обходити трансформатори	Поки не отримав схвалення в якості стандарту	Підходить для деяких топологій
	ZigBee®	Можливість роботи від батарей завдяки низькому енергоспоживанню; низька вартість; популярний стандарт	Низька швидкість передачі даних; дуже малий радіус дії; поганий зв'язок через перешкоди	Навряд чи знайде застосування в місцевих мережах
	PLC першого покоління (FSK, Yitran, Echelon®)	Невисока вартість	Низький рівень надійності; вузька полоса пропускання	Смуга пропускання і рівень надійності не відповідають вимогам інтелектуальних електромереж
	Вузькосмуговий OFDM (мультиплексоване з ортогональним частотним поділом каналів) першого покоління	Поліпшені характеристики (дальність дії, смуга пропускання і надійність) в порівнянні з протоколом FSK	Не підтримує обмін даними через трансформатори; не може використовуватися разом з першим поколінням протоколів PLC	Не рекомендується для нових розробок через високу вартість і проблеми сумісності

Мережа	Протокол	Переваги	Недоліки	Примітка
	Широкопasmуговий PLC	Висока швидкість обміну даними	Не підтримує обмін даними через трансформатори	Для більшості великомасштабних реалізацій вартість інфраструктури неприйнятно висока
	G3-PLC	Висока надійність, передача даних на великі відстані; підтримка обміну даними через трансформатори; зниження вартості інфраструктури; висока швидкість дозволяє здійснювати частий обмін даними; може використовуватися разом з протоколом FSK; відкритий стандарт; підтримує протокол IPv6	Поки не отримав схвалення в якості стандарту. (Відповідає проекту стандарту IEEE 31901.2 для передачі даних в інтелектуальних електромережах.)	Відмінно підходить для місцевих мереж по всьому світу
HAN	ZigBee	Широко поширений стандарт, який забезпечує низьку вартість і мале енергоспоживання	Вкрай обмежений радіус дії; поганий зв'язок при наявності перешкод	Відмінний варіант для обміну даними з лічильниками витрати води і газу

Мережа	Протокол	Переваги	Недоліки	Примітка
	Wi-Fi®	Популярна технологія з високою швидкістю обміну даними	Середній радіус дії; сигнал пагано проникає через стіни і фундаменти будівель	Добре підходить для побутових додатків, але не відповідає цілям комунальних компаній
	PLC першого покоління (FSK, Yitran, Echelon®)	Невисока вартість	Не підходить для використання в домашніх умовах	Використання в домашніх умовах малоімовірно через високого рівня перешкоди
	Вузькосмуговий OFDM (мультиплексування з ортогональним частотним поділом каналів) першого покоління	Поліпшені характеристики (дальність дії, полоса пропускання і надійність) в порівнянні з протоколом FSK	Не підтримує обмін даними через трансформатори; не може використовуватися разом з першим поколінням протоколів PLC	Не рекомендується для нових розробок через високу вартість і проблеми сумісності
	Широкопсмуговий PLC	Широка смуга пропускання	Малий радіус дії, недостатній для місцевих мереж	Добре підходить для побутових додатків, але не відповідає цілям комунальних компаній
	G3-PLC	Висока надійність; достатня швидкість обміну даними; підтримка протоколу IPv6 забезпечує обмін даними з багатьма пристроями	Поки не отримав схвалення в якості стандарту. (Відповідає проекту стандарту IEEE 31901.2 для передачі даних в інтелектуальних електромережах.)	Відмінно підходить для домашніх мереж по всьому світу

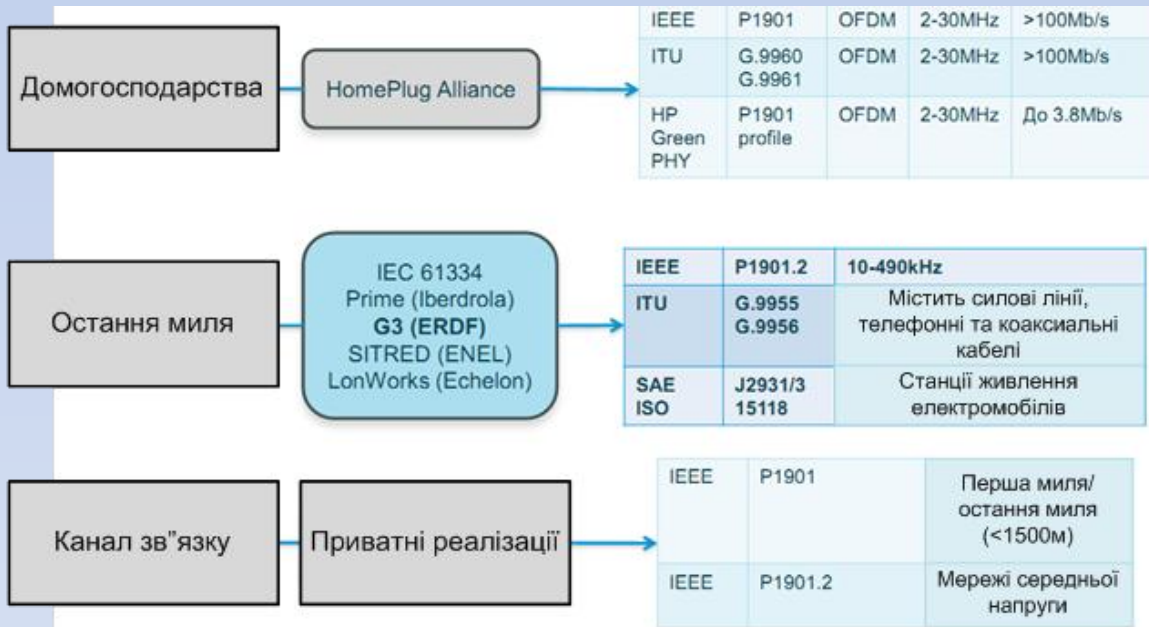


Рисунок 1.3 - Стандартизація технології PLC

Пошук аналогів та прототипу до розроблювального пристрою

Таблиця 1.5 - Технічні характеристики PLC-пристроїв

Найменування	Виробник	Модель	Індикатори LAN/USB	Чіпсет	Вартість, \$
Powerline to Ethernet	Planet Technology	PL-101E	Link-LAN, 100 Mbps	Intellion INT5130A/100A	130
USB to Powerline Network Adapter	Planet Technology	PL-101U	Нет	Intellion INT5130A/100A	130
Ethernet to Powerline bridge	Dynamix	PL-E	Link-LAN, 100 Mbps	Intellion INT5130A/100A	155
Home Plug USB adapter	Dynamix	PL-U	Нет	Intellion INT5130A/100A	155
Powerline bridge (OEM)	Surecom	PLB11	Link, 10, 100 Mbps, Col	Intellion INT51X1A	110
Powerline USB adapter (OEM)	Surecom	PLU11	Нет	Intellion INT51X1A	100
HomePlug USB adapter	Surecom	NE-6201/A1	Нет	Intellion INT5130A/100A	110
HomePlug Ethernet bridge	Surecom	NE-6211/A1	Link-act	Intellion INT5130A/100A	110

Таблиця 1.6 - Основні технічні показники аналога і нової розробки.

Показники	Прототип - PLC - модем M-2.01	Нова розробка
Максимальна швидкість в каналі PLC, бит/с	до 2500	до 2500
Максимальна швидкість по інтерфейсу RS-485, бит/с	от 300 до 115200 с битом контроля нечетности и без него	от 2400 до 38400 с битом контроля нечетности и без него
Максимальна відстань - точка-точка, км	1.0	2
Смуга займаних частот для обміну даними (кГц)	3 - 150	3 - 150

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ЗАГАЛЬНОЇ ТОПОЛОГІЇ МЕРЕЖІ ДОСТУПУ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ PLC ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ PLC МОДЕМА

В другому розділі результаті виконання дипломного проекту отримано практичні навички розрахунків та конструювання радіоелектронної апаратури. Розроблений пристрій передачі інформації по лініям електроживлення 220 вольт.

Для конструкції було вибрано двосторонню друковану плату, яка характеризується високими комутаційними якостями, підвищеною міцністю з'єднань виводу навісного елемента з рисунком плати. Матеріал для плати вибрано склотекстоліт фольгований склотекстоліт СФ-2-35-1,5 ГОСТ 10316-78, оскільки матеріал друкованої плати повинен мати хорошу технологічність, високі електрофізичні властивості, високу адгезію.

Було проведено порівняльну характеристику приладу, що розробляється з вже існуючими прототипами та аналогами, вказані переваги та недоліки. Запропонована електрична принципова схема пристрою на основі мікроконтролера та спеціалізованої мікросхеми .

На основі електричної принципової схеми проведено трасування та встановлені розміри плати виробу 110×94 мм і розрахована маса 287 г.

Були проведені розрахунки електромагнітної сумісності елементів, механічної міцності друкованої плати, а саме: на удар, на вібрацію, розрахунок на надійність, теплові розрахунки. Розрахунок плати на електромагніту сумісність провідників - взаємну паразитну ємність та індуктивність провідників які розташовані на одній поверхні друкованої плати становили 83 пФ та 74 мкГн. Паразитні реактивності знаходяться в межах норми і не потрібно додаткових засобів з їх зниження. При розрахунку плати на вібростійкість частота власних коливань не співпала з резонансною частотою і становить 283 Гц, отже співвідношення розмірів плати задовольняють вимогам вібростійкості і частота власних коливань не співпадає з можливою резонансною частотою впливу навколишнього середовища. Граничний прогин друкованої плати становить $1 \cdot 10^{-6}$ мм., що не перевищує допустимого значення, тому можна сказати, що вібраційні навантаження не вплинуть на роботу пристрою. При розрахунку на удар виявилось, що спосіб кріплення (чотири отвори по краях плати) та її товщина забезпечують найменшу частоту власних коливань, найбільше віброзміщення при дії вібрації і найменше ударне прискорення при дії ударів.

Підчас розрахунку плати на надійність, було отримано 68965 годин безвідмовної роботи.

В результаті теплових розрахунків при перегріванні кожуха на $\Delta t_{K1} = 1 \text{ }^\circ\text{C}$ значення розсіюваної потужності становитиме $P_1 = 1 \text{ Вт}$, при якій маємо значення температури нагрітої зони $t_3 = 21,7434^\circ\text{C}$ і температури кожуха $t_{K1} = 21 \text{ }^\circ\text{C}$. А при перегріванні кожуха на $\Delta t_{K2} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ значення розсіюваної потужності становитиме $P_2 = 0.67 \text{ Вт}$, при якій маємо значення температури нагрітої зони $t_3 = 25,13366 \text{ }^\circ\text{C}$ і температури кожуха $t_{K2} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Згідно розрахунків можна констатувати, що пристрій задовольняє всі техніко-технологічні характеристики та може бути введений у експлуатацію.

2.1 Аналіз загальної топології мережі доступу на основі технології PLC



Рисунок 2.1 - Сфери застосування засобів зв'язку на основі електричних мереж

Огляд технологій широкосмугового абонентського доступу на основі PLC

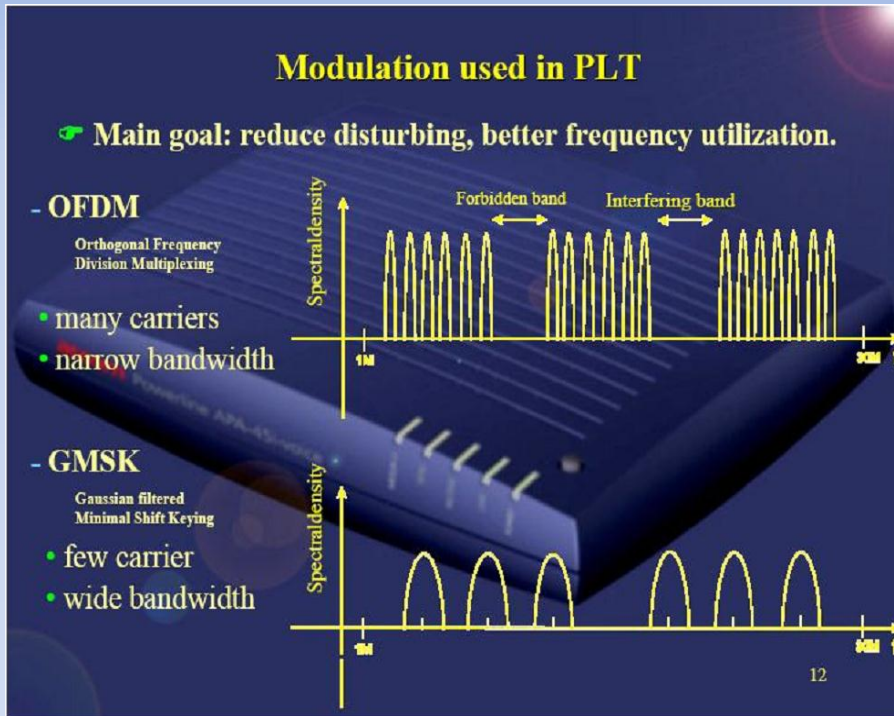


Рисунок 2.2 - Варіанти модуляції для систем PLC

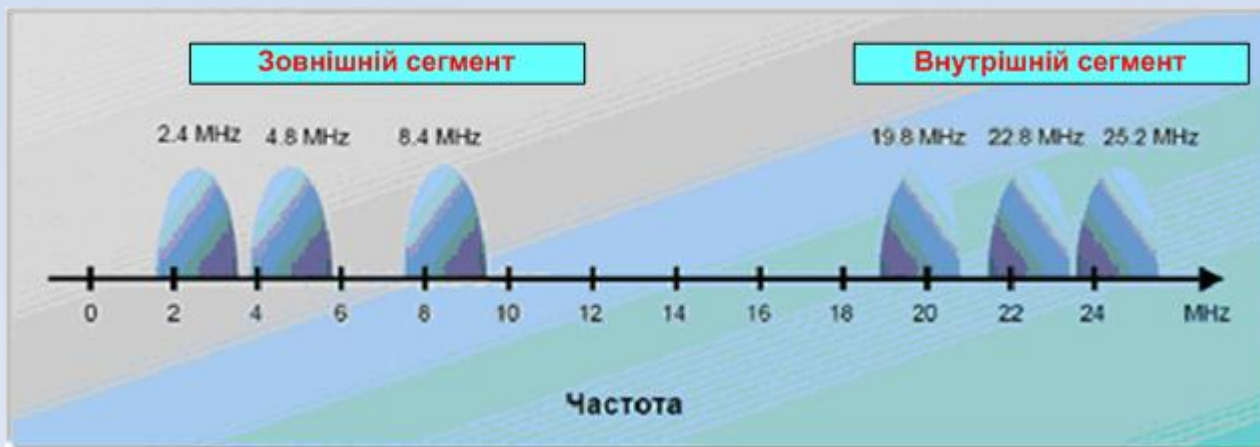


Рисунок 2.3 - Частотний план, реалізований в апаратурі компанії ASCOM

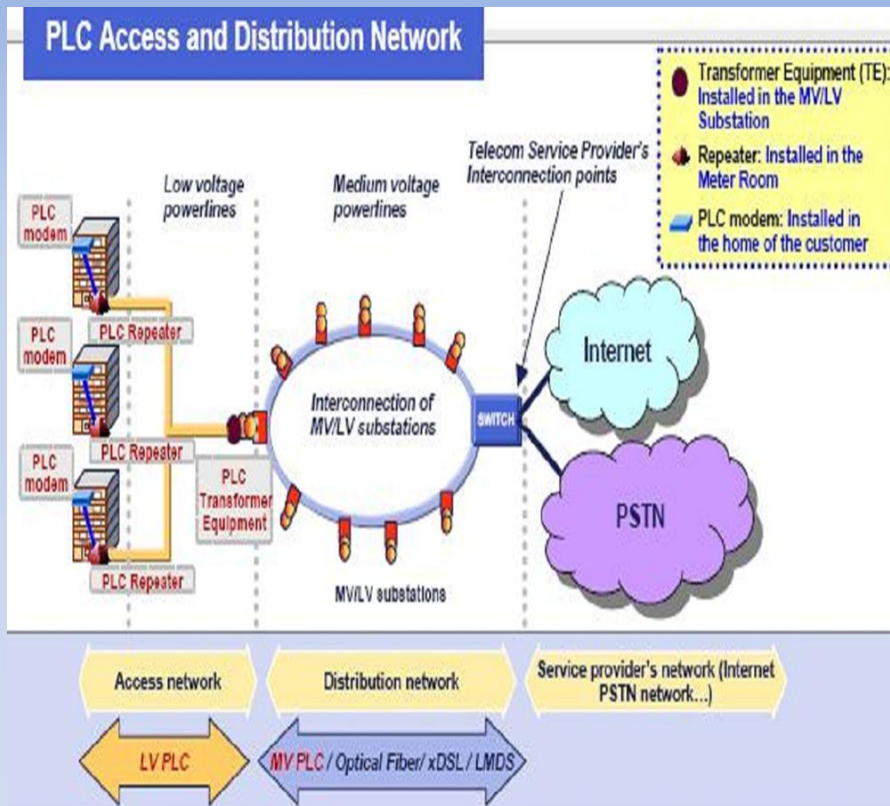


Рисунок 2.4 - Загальна топологія мережі доступу на основі технології PLC

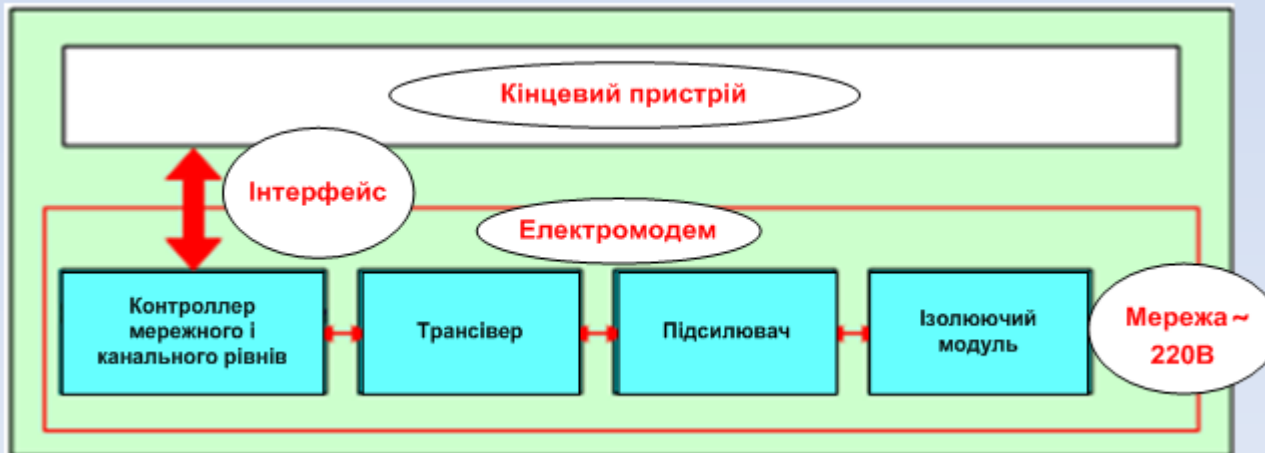


Рисунок 1.2 - Функціональна схема PLC-модему (комутаційного вузла)

PLC equipment in the Access and Distribution Network

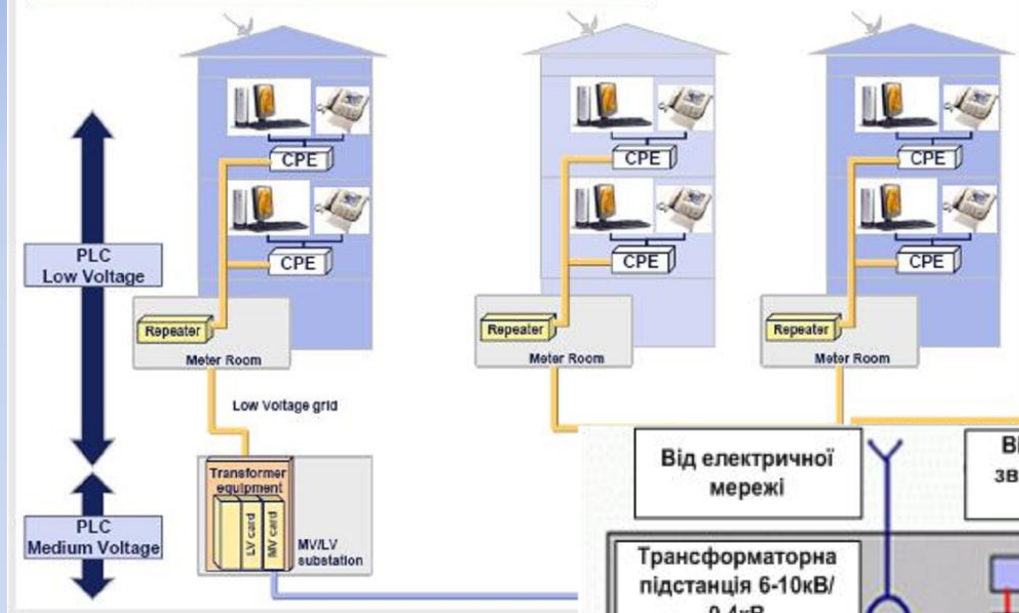


Рисунок 2.5 - Топологія мережі електроживлення, що використовується як середовище доступу

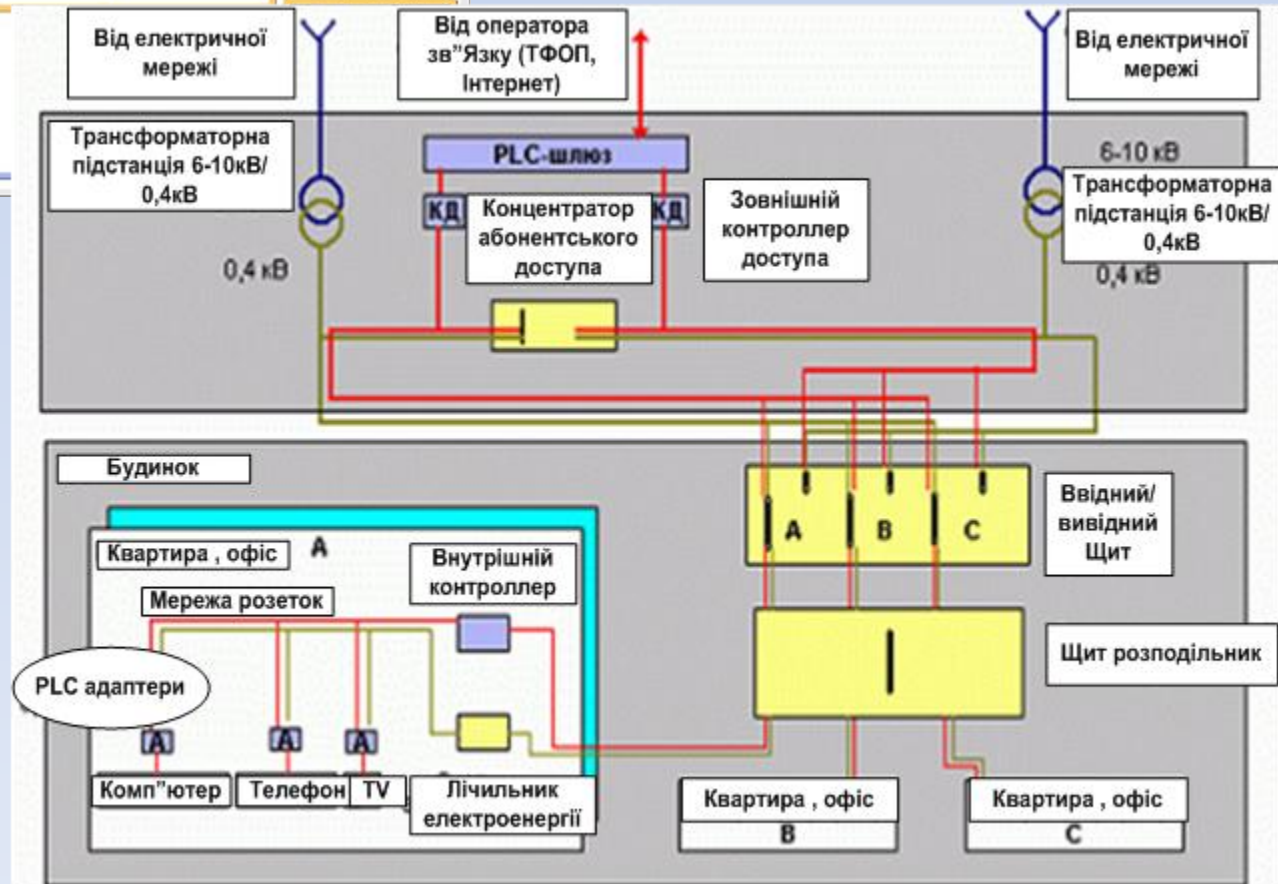
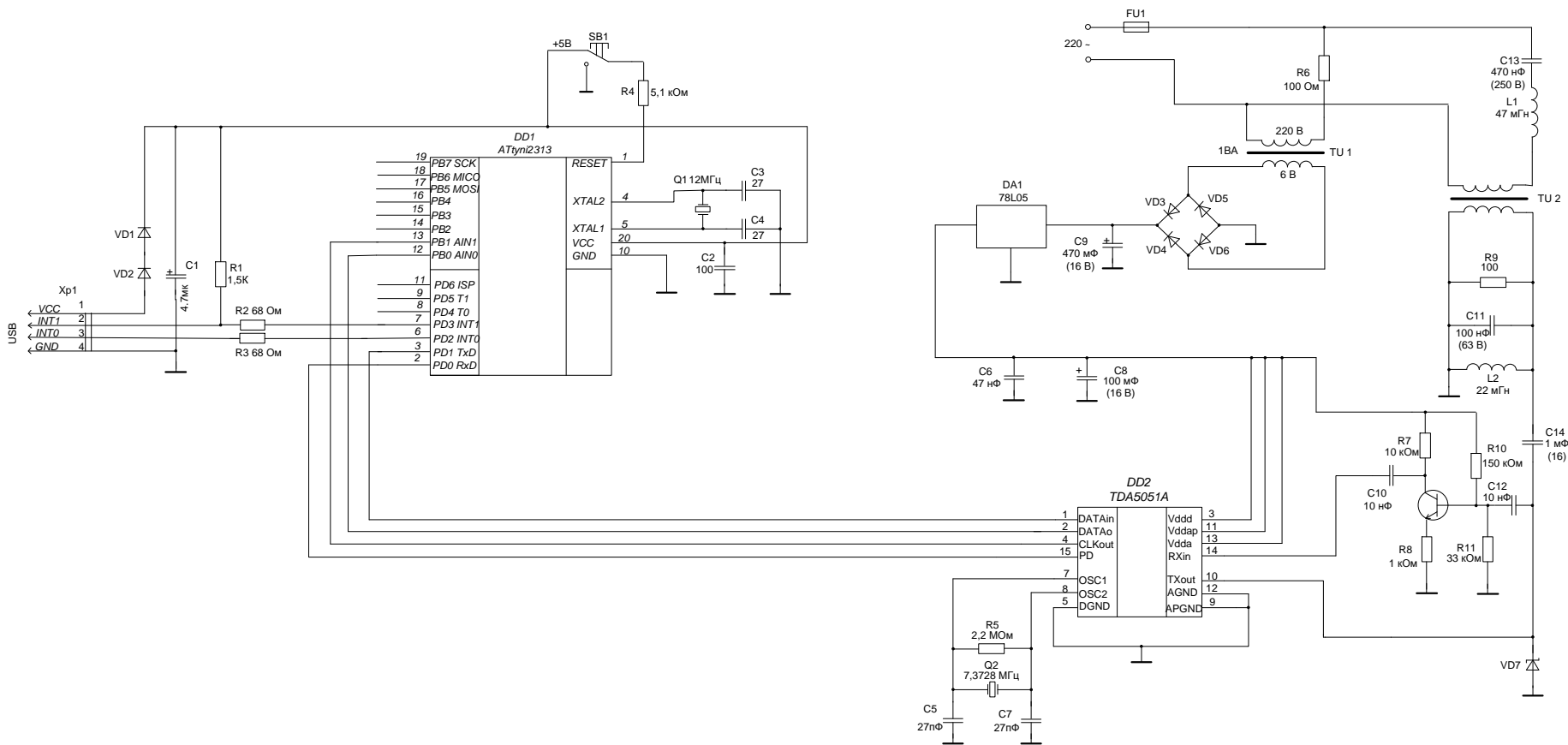


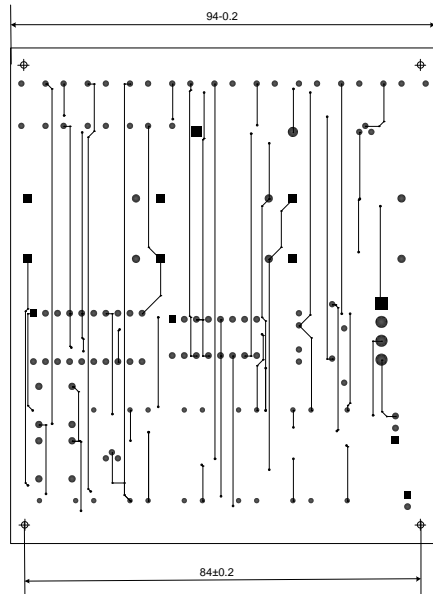
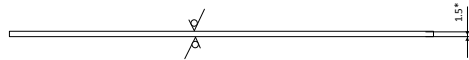
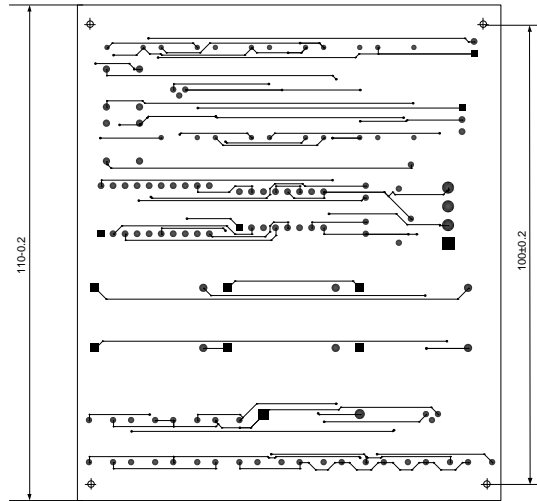
Рисунок 2.7 - Основні елементи мережі доступу на основі PLC

PLC модем для управління засобами автоматизації будівель.

Схема електрична принципова



Сторона установки навісних компонентів



Таблиця 1

Умовне позначення отворів	Діаметр отвору, мм	Діаметр конт. площ.	Нависність метал. зачі	Кількість отворів
•	0,8	1,1	є	45
■	0,8	1,3×1,3	є	9
●	0,8	1,3	є	59
●	1,6	2,1	є	1
■	1,6	2,1×2,1	є	2
○	3	-	-	4

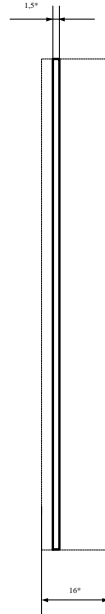
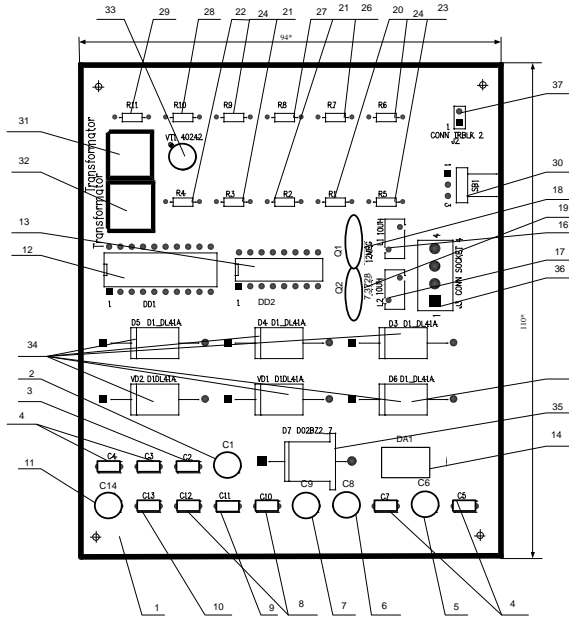
Таблиця 2

Параметри друкованого рисунку	Розміри, мм	
	в широчинних місцях	у вузьких місцях
Ширина провідника	1,0	0,25
Відстань між провідниками	1,25	0,25

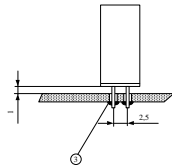
- *Розміри для довідок.
- Плату виготовити комбінованим методом.
- Плата повинна відповідати ГОСТ 23751-86.
- Допускається форма контактних площадок довільна, $V_{min} = 0,1$ мм.
- Міжосьова відстань між довільними двома отворами становить $+0,1$ мм.
- Параметри друкованого рисунку виконати згідно з таблицями 1, 2.
- На плату зі сторони найки нанести захисну маску.
- На платі виконати маркування елементів.
- Заводський номер і дату виготовлення виконати фарбою БМ білого, шрифтом ЗПр-3.

№, № розр. / Назва ЛР / №, № розр. / Назва ЛР / №, № розр. / Назва ЛР / №, № розр. / Назва ЛР

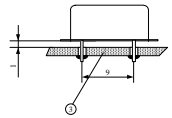
				08-40.ДП.584.06.000			
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата	Лист	Маса	Масшт.
Розроб.	Розглянув	В.			У	24 г	2:1
Провер.	Розглянув	О.І.					
Техніч.	Розглянув	О.І.					
				Плата друкована			
Решен.							
Мод.	Розглянув	О.І.					
Затв.	Фішиня	М.А.					
				Склотекстоліт СФ-2-35-1,5			
				ГОСТ 10316-78			
				ВНТУ гр. ТКс-14			



Установка электролитических конденсаторов М2.5:1



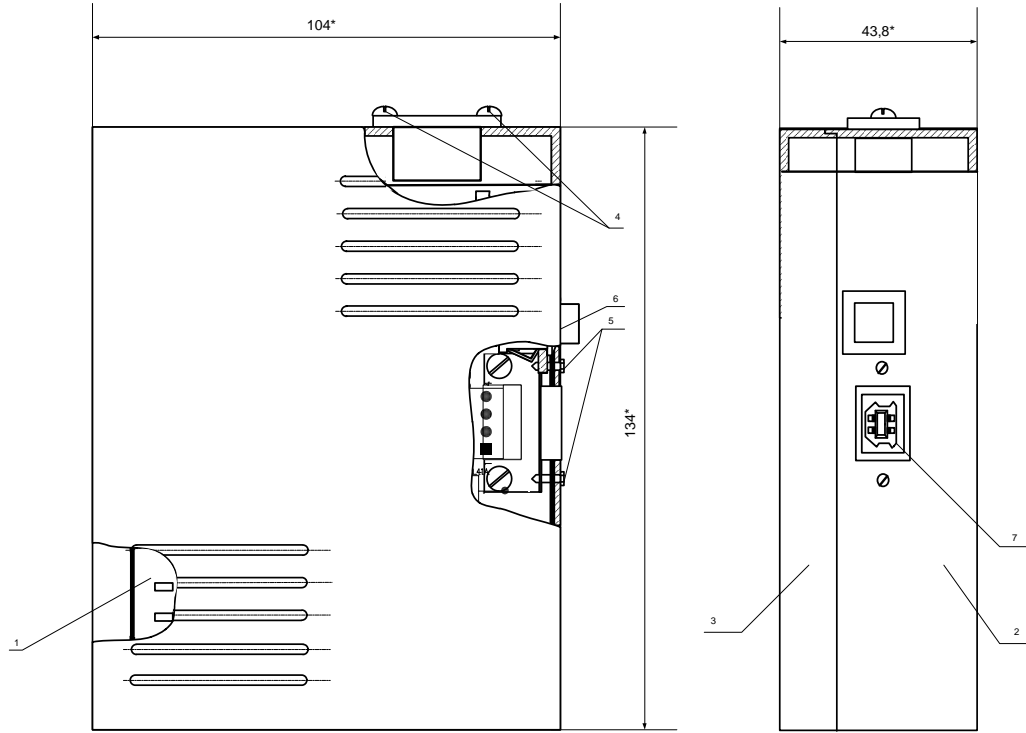
Установка кварцевого резонатора ZQ1 М2.5:1



- *Розміри для довідок.
- Установку радиоэлементів здійснити за ОСТ4.010.030-82: конденсатори постійної ємності по варіанту 2в; резистори по варіанту 2а; електролітичні конденсатори - за кресленням; мікросхеми по варіанту 8а; діоди по варіанту 2а; транзистори по варіанту 2в.
- Паяти: припой ПОС-61 ГОСТ 21931-76.
- Покриття УР-231 ІV.
- Таврувати знак ВТК.

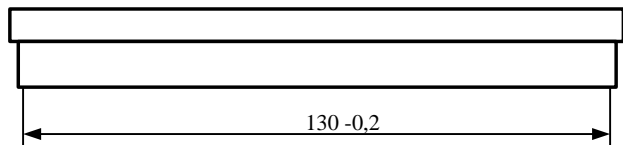
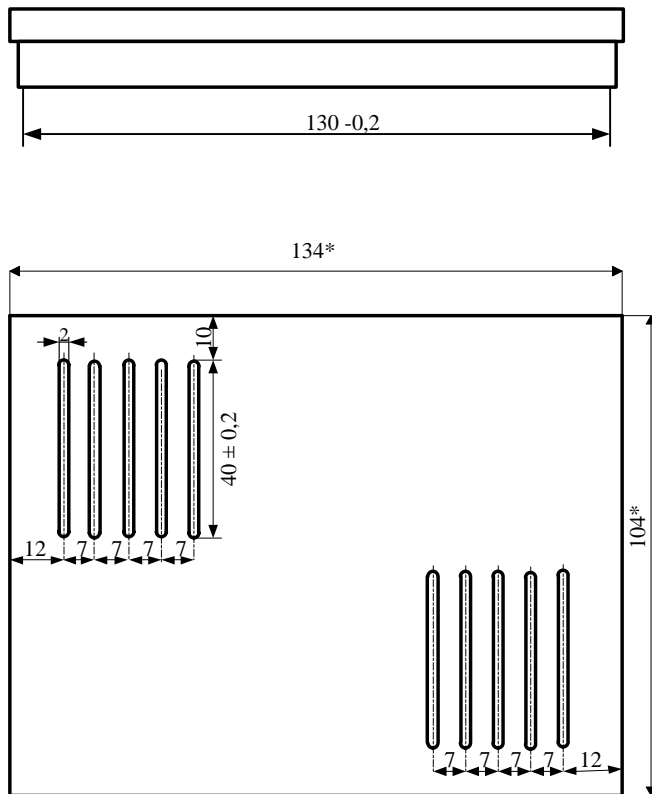
Лист № 001 / Штуків С.Д.В.2 / Взам. лист № 111.01.01.80 / Штуків С.Д.В.2

				08-40. ДП. 584.06. 000 СК		
Зм. Арх.	№ змін.	Підпис	Дата	РЛС мозок для управління засобами автоматизації будівель.		
Розроб.	Ришківський В.			Лист	Маса	Масштаб
Проєктант	Ришківський О.			287r.		2:1
Т.конт.	Ришківський О.			Складальні креслення		
Рисувальник	Ришківський О.			Аркуш	Аркушів	
Н.конт.	Ришківський О.			ВНТУ, гр. ТКс-14		
Затв.	Ришківський О.					



1. *Розміри для довідок.

				08-40.ДП.584.06.000СК01		
Зміт.	Діаг.	№ докум.	Габарит.	Зам.	Лист	Маса
Розроб.	Розроб.	Розроб.	Розроб.		413.	2:1
Лектор	Монтажник	Монтажник	Монтажник		Аркуш 1	Аркуш 1
Лектор	Монтажник	Монтажник	Монтажник		ВНТУ ім. Г.Скочилевича	
Лектор	Монтажник	Монтажник	Монтажник			
Зам.	Виконав	Виконав	Виконав			



Інв. № ориг.	Підпис і дата
Взам. інв. №	Інв. № дубл.
Підпис і дата	Підпис і дата

					08-40.ДП.584.06.000				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	PLC модем для управління засобами автоматизації будівель Кришка	Літ.	Маса	Масшт.	
Розроб.		Росінський В.					45 г	1:1	
Перевір.		Нікольський О.І				Аркуш	Аркушів		
Т.конт.		Нікольський О.І							
Реценз.									
Н.конт.		Нікольський О.І			Полістирол ПС ГОСТ1735-89		ВНТУ, гр.ТКсп-14		
Затв.		Філінюк М.І.							

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВХІДНИХ КАСКАДІВ PLC МОДЕМА В ORCAD PSPICE

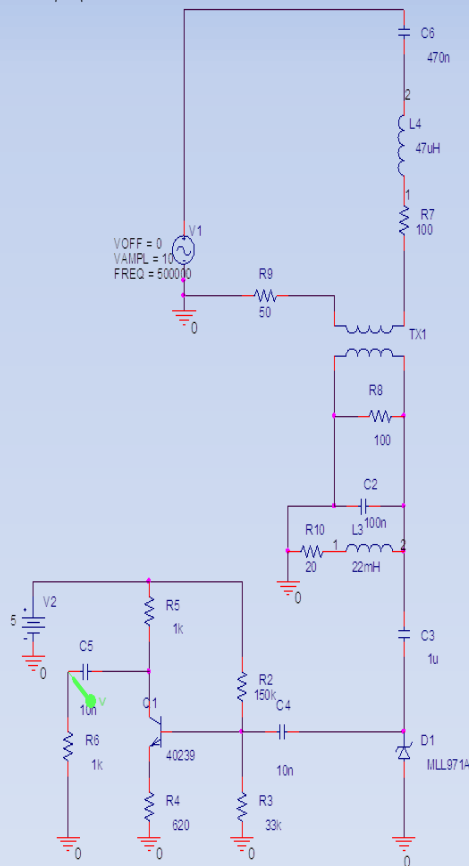


Рисунок 3.1- Вхідні та вихідні каскади схеми електричної принципової PLC модема.

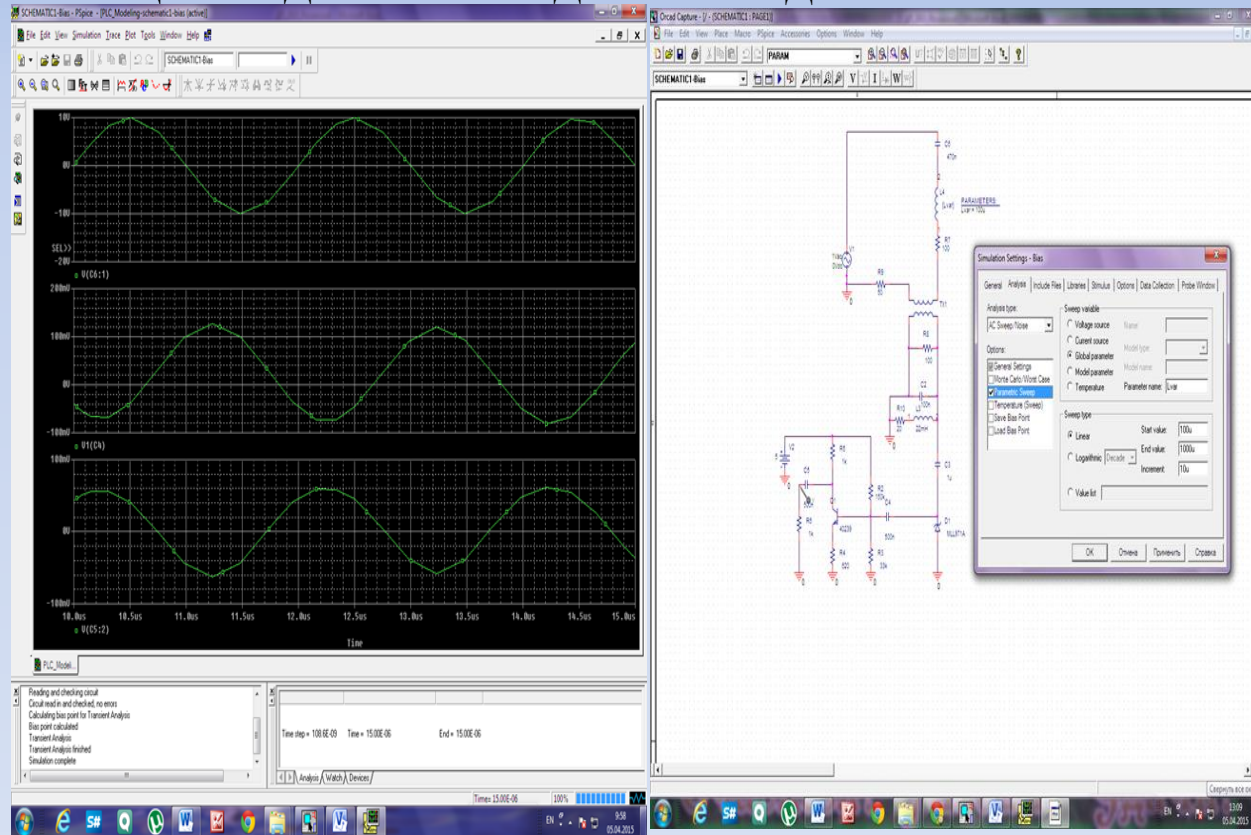


Рисунок 3.2- Моделювання часових діаграм в вузлах схеми U (C6:1) - на вході схеми перед першим фільтром C63L4, U1 (C4) – на вході підсилювального каскаду на транзисторі, та U (C5:2) – на виході підсилювального каскаду на транзисторі.

Рисунок 3.3- Моделювання та оптимізація сімейства амплітудно-частотних характеристик вхідних та вихідних каскадів схеми електричної принципової PLC модема.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВХІДНИХ КАСКАДІВ PLC МОДЕМА В ORCAD PSPICE

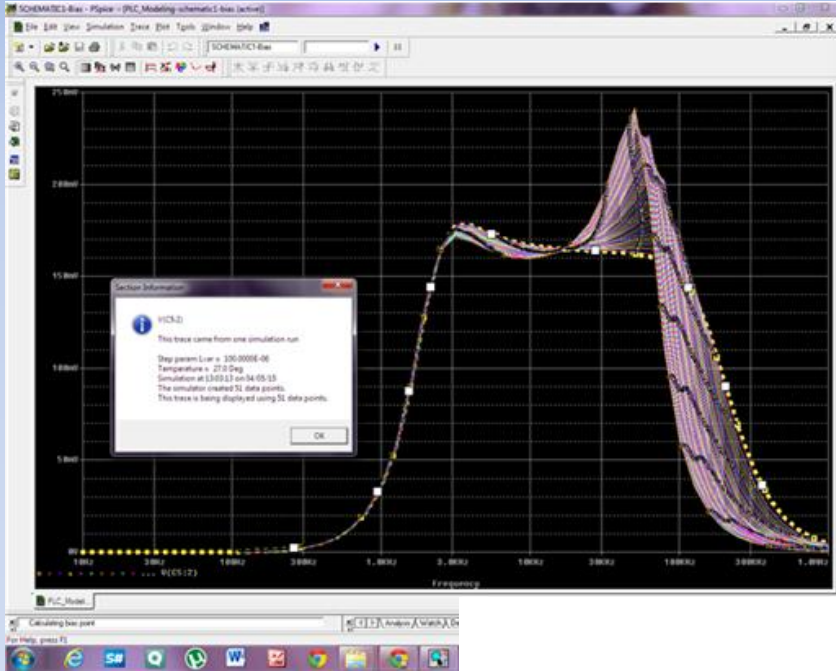
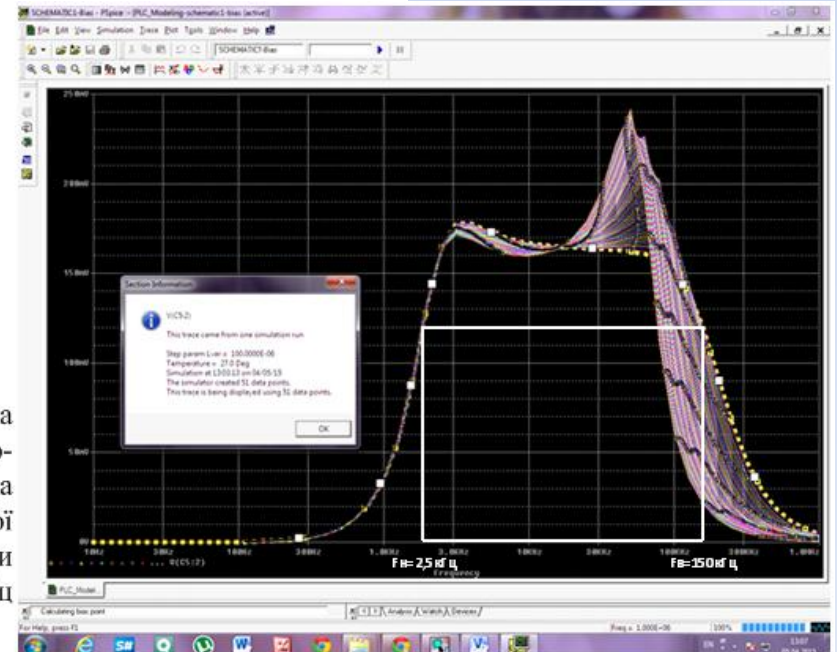


Рисунок 3.4- Моделювання сімейства амплітудно-частотних характеристик при зміні L_4 в діапазоні $100 \div 1000 \mu\text{H}$ з кроком $10 \mu\text{H}$ в першому фільтрі вхідних каскадів схеми електричної принципової PLC модема.

Рисунок 3.5- Моделювання та оптимізація сімейства амплітудно-частотних характеристик вхідних та вихідних каскадів схеми електричної принципової PLC модема. Ширина смуги пропускання $F_n = 2,5 \text{ кГц} \div F_n = 150 \text{ кГц}$ при оптимізації $L_4 = 100 \mu\text{H}$



Дякую за увагу!