

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Факультет електроніки**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №4

ГАЗОРОЗРЯДНІ ЛЮМІНІСЦЕНТНІ ДЖЕРЕЛА СВІТЛА

**3 КУРСУ
«ПЛАЗМОВА ТА ІМПУЛЬСНА ЕЛЕКТРОНІКА»
Для студентів спеціальності «Електронні прилади та пристрої»**

Київ 2012

Мета роботи: ознайомитись з принципом роботи, конструкціями, характеристиками, способами живлення газорозрядних люмінесцентних джерел світла.

Програма роботи

1. Ознайомитись з принципом дії люмінесцентних ламп.
2. Ознайомитись з явищем люмінесценції, що викликано випромінюванням газового розряду; видами люмінофорів.
3. Вивчити методи ініціювання розряду в люмінесцентних лампах.
4. Ознайомитись з конструкціями газорозрядних індикаторних та освітлювальних люмінесцентних ламп.
5. Ознайомитись з типовими схемами баластів та їх роботою.
6. Вивчити вплив різних способів живлення ламп (ВЧ та НЧ) на пульсації світлового потоку.
7. Зняти вольт-амперні характеристики тліючого розряду газорозрядних люмінесцентних ламп.

Теоретичні відомості

1. До газорозрядних люмінесцентних джерел світла відносяться плазмові (іонні) прилади тліючого, дугового, іскрового, високочастотного розрядів, що випромінюють світлову енергію з потрібною спектральною характеристикою та використовують явище люмінесценції. Вони широко використовуються в народному господарстві, і не тільки при освітленні приміщень та навколишніх територій, а також в устаткуванні для фотолітографії, бактерицидній апаратурі, як сигнальні елементи та інше [2].

Для отримання світлової енергії випромінювання використовують світіння інертних газів або парів деяких металів, що виникає під дією проходження електричного струму через них. Для ефективного випромінювання світлової енергії підбирається оптимальний тиск газу, що використовується, чи парів металу і режим електричного розряду. Для одержання необхідного спектра випромінювання підбирається склад газів, парів металу чи люмінесцентного покриття.

Газорозрядні прилади за принципом випромінювання поділяються на три групи: прилади з безпосереднім випромінюванням тліючого, дугового розрядів, люмінесцентні прилади й імпульсні прилади іскрового розряду.

У приладах тліючого розряду використовується світіння газу, через який проходить електричний струм. До них відносяться неонові лампи.

До приладів з безпосереднім випромінюванням відносяться прилади, через які проходить струм в режимі тліючого розряду, наприклад неонові лампи; ртутно-кварцові, натрієві лампи (в основному ультрафіолетової ділянки спектра), у яких використовується тліючий розряд або дуговий розряд у парах ртуті та натрію. Застосовуються в медицині, світлокопіювальній техніці і фотографії для накачки лазерів, кінотехніці.

У люмінесцентних приладах, що працюють за принципом подвійного перетворення енергії, використовується розряд в газах або електричний розряд у парах металів (ртуті, натрію). Енергія тліючого розряду діє на спеціальне люмінесцентне покриття в середині лампи, що випромінює енергію у видимій частині спектра. Енергія електричного розряду в парах ртуті перетвориться в ультрафіолетову променисту енергію визначеної довжини хвилі (електролюмінісценція). Люмінесценція (у широкому значенні слова) — це світіння деяких речовин, що знаходяться в будь якому із трьох станів: газоподібному, рідкому чи твердому, що не супроводжується виділенням тепла (холодне світіння). Люмінесценція, що виникає в результаті ультрафіолетового опромінення речовин, називається фотолюмінісценцією (приставки електро- і фото- для стислості не вимовляються). У люмінесцентних лампах люмінесценцію мають спеціальні кристалічні сполуки, що називаються люмінофорами. До них відносяться кислотні солі: силікати, вольфрамати, молібдати, фосфати чи борати, що наносяться на внутрішню поверхню скляного балона чи трубки. Кожен люмінофор при опроміненні світиться властивим йому одним кольором, що відповідає

певній довжині хвилі. Для одержання потрібного кольору світіння лампи використовується суміш з декількох люмінофорів. Люмінофори, опромінені ультрафіолетовими променями, виділяють світлову енергію іншої довжини хвилі (фотолюмінісценція). За законами фізики таке перетворення, як правило, відбуваються у випадку, коли короткохвильові випромінювання перетворюються в довгохвильові. Тому люмінофори випускають видиме світло в діапазоні від фіолетових до червоних відносно довгохвильових випромінювань під впливом більш короткохвильових невидимих ультрафіолетових променів.

До імпульсних приладів іскрового розряду відносяться імпульсні газорозрядні лампи (лампи-спалаху). Розряд у газі відбувається за рахунок високовольтного імпульсу від зарядженого конденсатора великої ємності. Протягом імпульсного розряду, що триває долі секунди, у лампах протікає струм у десятки – тисячі амперів.

У залежності від тиску пару у середині колби газорозрядні прилади поділяються на прилади: низького (0,01 - 1 мм рт. ст.), високого (0,3 - 3 ат) і надвисокого (від 3 до декількох сотень атмосфер) тиску (1 атм. = 760 Торр, 1 мм рт.ст. = 1 Торр = 133 Па).

2. Люмінесцентні газорозрядні джерела світла характеризуються наступними основними параметрами:

Світлові параметри:

- 1) колір і спектральний склад випромінювання;
- 2) світловий потік;
- 3) яскравість;
- 4) розподіл випромінювання в просторі;
- 5) пульсація світлового потоку.

Електричні параметри:

- 1) потужність;
- 2) робоча напруга;
- 3) рід струму живлення;
- 4) тип розряду і використовувана область світіння.

Експлуатаційні параметри:

- 1) світлова віддача;
- 2) термін служби;
- 3) розміри і форма лампи;
- 4) ціна лампи та ін.

В основу класифікації може бути покладений кожний із приведених параметрів. Найбільш поширена класифікація люмінесцентних ламп масового застосування по наступним параметрах:

- 1) колір і спектральний склад випромінювання;
- 2) потужність лампи;
- 3) робоча напруга на лампі;
- 4) тип розряду;
- 5) схема включення;
- 6) форма лампи й ін.

Параметри деяких розповсюджених типів газорозрядних люмінесцентних джерел світла приведені в таблицях додатків 1 - 4.

3. Для люмінесцентних джерел світла було розроблено різноманітні джерела живлення. Традиційно їх живлять від промислової мережі використовуючи дросельний баласт з стартером для збудження та підтримки розряду [1]. Але зараз в багатьох випадках використовують електронний баласт, який має ряд переваг [4]. В додатку 5 зображена схема типового електронного баласту, що використаний в лабораторній роботі.

Він складається з випрямлювача VD1 – VD4 з фільтруючим конденсатором C1, напруга на якому становить 310 В, генератора прямокутних імпульсів, виконаного на транзисторах VT1 – VT2 та спрощеної схеми розігріву катодів лампи на конденсаторі C5.

В момент ввімкнення на елементи R1 – C2 подається напруга і конденсатор C2 заряджається до напруги відкривання динистору VDB3, через який подається напруга зміщення для відкривання транзистору VT2. При відкритому транзисторі VT2 від'ємний потенціал проступає на середню точку ⊗. Конденсатор C2 розряджається, через VT2, а конденсатор C3 заряджається. C3 являється джерелом живлення каскаду на транзисторі VT1. Починає проходити струм розжарення катодів від “плюса” через конденсатор C42, катод VL4 (OUT 2 - OUT 1), конденсатор C5, катод VL4 (OUT 3 - OUT 4), дросель L4, обмотку L3 кільцевого трансформатору TV1, відкритий VT2 “мінус”. При цьому накопичується енергія в коливному контурі C42 – L4. Коли розряд C2 припиняється, VT2 закривається, що викликано відсутністю подачі напруги зміщення на базу VT2 з обмотки L2 кільцевого трансформатору TV1 в зв'язку з тим, що конденсатор резонансного контуру C42 зарядився, струм зарядки якого проходить через L3 TV1. На базу VT1 подається напруга з L1, що його відкриває. Через відкритий VT1 розряджається конденсатор C3, а також конденсатор резонансного контуру C42. Струм його розрядки проходить через ланцюг: колектор-емітер VT1, обмотка L3 кільцевого трансформатору TV1, дросель L4, лампа VL4. По закінченню розрядки C42 на бази транзисторів VT1, VT2 подаються сигнали з обмоток TV1 – закривання та відкривання, відповідно, і процес повторюється знову. Діоди VD6 – VD7 захищають транзистори від пробую в момент виключення. Напруга між середньою точкою ⊗ та “плюсом” таких схеми представляє собою прямокутні імпульси з частотою 20 – 40 кГц в залежності від параметрів часозадаючих елементів. При таких режимах роботи практично відсутні пульсації випромінювання лампи, що зменшує втомлюваність очей.

Опис лабораторної установки

В комплект для виконання лабораторної роботи входять лабораторна установка та осцилограф (С1-67).

Лабораторна установка вміщує різноманітні люмінесцентні лампи з їх джерелами живлення (додатки 6, 7). Відповідна лампа вмикається за допомогою перемикача SA3 “Макети”. При положенні VL1 перемикача “Макети” запалюється енергоекономічна люмінесцентна лампа з електронним баластом, що розміщений в її цоколі, який вкручується в стандартний патрон.

В макетах VL2 – VL4 використані стандартні 18 W люмінесцентні ртутні лампи низького тиску (лампи денного світла) з скляним трубчатим балоном та двома цоколями з його торців. При положенні VL2 перемикача “Макети” вмикається лампа з дросельним баластом; VL3 – з електронним баластом. Під лампами знаходяться фотодіоди, для визначення характеристик світлових потоків. Сигнали з них поступають на гнізда XS6, XS5, відповідно.

При положенні VL4 перемикача вмикається лампа з електронним баластом A4 EB – 18 W, до якого під'єднані три ємнісні дільники напруги 1/10 для осцилографування режимів роботи схеми та напруги горіння розряду на частотах 20 ÷ 50 кГц.

При положеннях VL5 – VL8 перемикача по чергово вмикаються сигнальні люмінесцентні лампи VL5 – VL8. Одночасно з кожною з них вмикаються лампи VL9 – VL12. З ламп VL5 – VL8 за допомогою відградуйованого міліамперметра PA1 Ц56/1, перемикача діапазонів SA2 “U (300 В)/I (30 мА)” та проволочного резистору R4 “Еп” знімаються вольт-амперні характеристики їх тліючих розрядів.

В лівому куту лабораторної установки розміщено кріплення для проводу заземлення.

Установка під'єднується до напруги мережі живлення ~ 220 В за допомогою штепсельної вилки з двохжильним проводом і вмикається вмикачем SA1, про що свідчить запалювання індикаторної лампи HL1 “Живлення”. Далі напруга поступає на розв'язуючі трансформатори VT1, VT2, які забезпечують безпечну роботу лабораторної установки в парі з осцилографом.

Вказівки по виконанню роботи

1. Ознайомитись з електричною схемою лабораторного макету. (Додатки 5 - 7.)

2. Перевірити заземлення на лабораторному макеті.
3. Перевести вмикач “Живлення” в положення “0”.
4. Ввімкнути лабораторний макет в мережу живлення.
5. Встановити вмикач “Живлення” в положення “I”, при цьому повинна загорітись індикаторна лампа.
6. Перемикачем “Макети” поступово включити всі типи досліджуваних ламп та впевнитись в їх працездатності.
7. Зробити ескіз лампи макету “VL1”.
8. Зняти та замалювати осцилограми світових потоків макетів “VL2” з дросельним баластом (гніздо “XS5”) та “VL3” з електронним баластом (гніздо “XS4”). Вирахувати коефіцієнти пульсацій світлових потоків (відношення подвійної амплітуди змінної складової до величини постійної складової помноженої на 100 %).
9. На макеті “VL4” зняти та замалювати осцилограму розряду, збудженого за допомогою електронного джерела живлення (гніздо “XS3”) та осцилограми електронного джерела живлення (гнізда “XS1” і “XS2”) (сигнали на гніздах XS1 - XS3 занижені в 10 разів за допомогою ємнісних дільників).
10. З макетів “VL5” - “VL8” зняти вольт-амперні характеристики тліючих розрядів.
11. Замалювати електродні системи ламп “VL9” - “VL12”.

Контрольні запитання:

1. Чим відрізняються самостійний та несамостійний розряди? [1 (ст. 117)]
2. Зобразити повну ВАХ самостійного розряду та охарактеризувати її ділянки [1 (ст. 128)].
3. Пояснити явище люмінесценції. Люмінофори. [1 (ст. 209)]
4. Вимоги до лампових люмінофорів. [1 (ст. 220)]
5. Чому використовуються генератори з падаючою характеристикою для живлення газорозрядних ламп? [1 (ст. 132)]
6. Вплив температури на люмінофори. [1 (ст. 223)]
7. Основні параметри та класифікація люмінесцентних ламп. [1 (ст. 306)]
8. Кольорові та спектральні характеристики освітлювальних люмінесцентних ламп. [1 (ст. 307)]
9. Основні параметри люмінесцентних ламп. [1 (ст. 315)]
10. Спеціальні люмінесцентні лампи. [1 (ст. 322)]
11. Принципові схеми ввімкнення люмінесцентних ламп з різними стартерами. [1 (ст. 333)]
12. Типи стартерів, конструкції та принцип роботи. [1 (ст. 334)]
13. Параметри, що впливають на підбір дроселя для індуктивного баласту. [1 (ст. 337)]
14. Робота люмінесцентних ламп в схемах безстартерного запалювання. [1 (ст. 341)]
15. Схеми плавного регулювання світлового потоку люмінесцентних ламп. [1 (ст. 348)]
16. Робота люмінесцентних ламп на підвищеній частоті. [1 (ст. 349)]
17. Радіозавади, що викликаються люмінесцентними лампами, та способи боротьби з ними. [1(ст. 353)]
18. Які фактори впливають на повний термін роботи люмінесцентних ламп? [1(ст. 355)]
19. Пояснити явище люмінесценції. [2]
20. Неонові лампи. [2]
21. Люмінесцентні ртутні лампи низького тиску. Лампи денного світла. [2]
22. Схеми підпалювання ртутних ламп низького тиску. [2]
23. Стартери та баластні пристрої. [2]
24. Люмінесцентні лампи для опромінення світлоскладів. [2]
25. Бактерицидні лампи. [2]
26. Еритемні лампи. [2]
27. Конструкція та схема ввімкнення сигнальної люмінесцентної лампи. [3]
28. Зробити порівняльну характеристику баластів до люмінесцентних газорозрядних ламп. [4(ст. 291)]

29. Класична схема баласту люмінесцентних газорозрядних ламп. [4(ст. 292)]
30. Типова блок-схема електронного баласту люмінесцентних газорозрядних ламп. [4(ст. 293)]
31. Принцип роботи електронного баласту. [4(ст. 294)]
32. Якими елементами та чому замінюється стартер для розігріву катодів. [4(ст. 291)]
33. Радіолюмінісцентні випромінювачі з твердим мілкодисперсним активатором. [5]
34. Радіолюмінісцентні випромінювачі з газовим активатором. [5]
35. Для чого в люмінесцентних лампах використовуються термокатоди?

(Увага! Перед початком роботи кожен студент повинен мати протокол та бути теоретично підготовленим.)

Вимоги до звіту

Звіт повинен вміщувати:

1. Ціль даної роботи.
2. Порядок виконання роботи.
3. Рисунки базових схем живлення газорозрядних люмінесцентних ламп.
4. Рисунок осцилограми світового потоку з лампи з дросельним баластом.
5. Розрахунок коефіцієнтів пульсацій світлових потоків.
6. Рисунки осцилограм роботи електронного баласту.
7. Рисунок сімейства вольт-амперних характеристик люмінесцентних газорозрядних індикаторних ламп.
8. Висновки по роботі.

(Увага! Табличні дані, розрахунки, рисунки графіків, осцилограм, висновки повинні бути представлені в рукописному вигляді, без використання комп'ютерної та розмножувальної техніки.)

Література

1. Рохлин Г.Н. Газоразрядные источники света. 1991.
2. Газоразрядные приборы излучения.
3. Стерлигова М.Д., Наумова Г.Н. Сигнальные люминесцентные лампы. Электривакуумная техника. Вып. 37. (Москва. Электраламповый завод. Бюро технической документации.), с. 19 – 22.
4. Б.Ю. Семенов. Силовая электроника для любителей и профессионалов. Солон-Р, Москва, 2001, с. 291 – 311.
5. Твердохлебов Е.Н., Чечевичкин В.Н., Карклит Л.В. Радиолюминесцентные излучатели оптического диапазона. ПТЭ. № 5, 1990, с. 23 – 30.
6. Волоцкой Н.В. Люминесцентные лампы и схемы их включения в сеть. М., Госэнергоиздат, 1962.
7. Волоцкой Н.В. и др. Люминесцентное освещение. М., Госэнергоиздат, 1955.
8. Зак С.М. Монтаж светильников с газоразрядными лампами. М., «Энергия», 1965.
9. Лукачер В.Г. Осветительные устройства с люминесцентными лампами. М., Госэнергоиздат, 1959.
10. Малкин Д.Я. Применение газоразрядных источников света. М., «Энергия», 1964.
11. Маршак И.С. и др. Импульсные источники света, М., «Энергия», 1978.
12. Федоров В.В. Люминесцентные лампы. М., Энергоиздат, 1992.

Дані неонових ламп

Позначення лампи		Тип струму	початкова напруга виникнення	Найбільша допустима напруга виникнення	Напруга горіння, в	Найбільший робочий струм розряду, ма	Строк служби, год	Баластний опір	Тип цоколю
старе	нове								
ВМН-1	—	—	160	—	—	2	—	Окремий	СФ-10
ВМН-2	—	—	126	—	—	—	—	»	СФ-10
МН-3*	—	Постійний	48—65	—	—	1	300	»	1Ш12
МН-4	—	»	80	—	—	2	500	»	1Ш12
МН-5	ТН-0,3	»	150	155	65	0,3	200	300 ком**	РЮ***
МН-6	—	»	90	—	—	0,8	100	Змінний	Відсутній
МН-6а	—	»	55	—	—	0,8	—	»	»
МН-7	—	»	87	—	—	2	200	а	2Ш15
МН-8	ТН-0,2	г	85	90	65	0,25	200	»	1Ш9***
МН-11	—	»	85	—	—	4	—	»	111115
МН-12	—	Постійний	95	—	—	0,2	—	Змінний	1Ш15
МП- 15	—	—	220	—	—	0,45	—	»	Р10
ПН-1	ТН-0,9	Постійний	200	205	150	0,9	300	80 ком	1Ш15
ПН-2	—	—	115	—	—	0,9	—	—	Р14
ПН-3	ТН-0,5	Постійний	90	108	55	0,5	300	Змінний	2Ш15
СН-1	ТН-20	Змінний 220 в	150	205	—	20	1000	В лампі	Р27
СН-2	ТН-30	Змінний 27 в	82	115	—	30	1000	В лампе	Р27
ТМН-2	—	—	200	—	—	50	—	Змінний	Ц10
УВН-1	—	Змінний	550	—	—	—	—	Конденсатор	СФ10
ФН-2	ТН-1	»	140	168	49	1	100	Змінний	СФШ9
95СГ9	—	—	95	—	—	3	—	—	1Ш12
	ТНІ-1 ,5	Змінний та постійний	120- 160	—	90	1,5	1000	—	—

Дані люмінесцентних ламп низького тиску

Тип лампи	Потужність, <i>вт</i>	Напруга, <i>в</i>	Струм, <i>а</i>	Світловий потік, <i>лм</i>	Віддача, <i>лм/вт</i>	Середня величина світлового потоку після 1000 год горіння, <i>лм</i>	Розміри, <i>мм</i>		
							<i>L₁</i>	<i>L₂</i>	<i>D</i>
ЛДЦ ЛД ЛХБ ЛБ ЛТБ	15	58	0,3	450 525 600 630 000	30 35 40 42 40	315 365 420 440 420	437,4-3	452,4-3,5	25
ЛДЦ ЛД ЛХБ ЛБ ЛТБ	20	60	0,35	620 760 900 980 900	31 39 45 49 45	465 570 675 7315 675	589,8-3	604,8-3,0	38±2
ЛДЦ ЛД ЛХБ ЛБ ЛТБ	30	108	0,34	1110 1380 1500 1740 1500	37 46 50 58 50	775 970 1060 1230 1060	894,6-3	909,6-3,5	25±2
ЛДЦ ЛД ЛХБ ЛБ ЛТБ	40	108	0,41	1520 1960 2200 2400 2200	38 49 55 62 55	1100 1470 1650 1860 1650	1199,4-3	1214,4-3,5	38±2
ЛДЦ ЛД ЛХБ ЛБ ЛТБ	80	108	0,82	2720 3440 3840 4320 3840	34 43 48 54 48	1920 2400 2690 3020 2690	1500-3	1515-3,5	38±2

Дані люмінесцентних ламп для опромінення світлоскладу

Тип	Основні параметри			Інтенсивність ультразвукового випромінювання, <i>мкфт/см*</i>
	напруга на лампі, <i>в</i>	потужність, <i>вт</i>	світловий потік, <i>лм</i>	
УФО4А	11,4	4	10	0,17
УФО5	10,4	5	10	0,17

Таблиця 2

Дані двоелектродних люмінесцентних ртутних ламп високого тиску

Тип лампи	Потужність, <i>вт</i>	Напруга на лампі, <i>в</i>	Світловий потік, <i>лм</i>	Основні розміри (найбільші), <i>мм</i>	
				<i>D</i>	<i>L</i>
ДРЛ 250М	250	140	10500	125	320
ДРЛ 500М	500	140	21 000	145	360
ДРЛ 750М	750	140	33000	170	390
ДРЛ 1000М	1000	140	46000	200	440

Таблиця 3

Дані чотирьохелектродних люмінесцентних ртутних ламп високого тиску

Тип лампи	Напруга на лампі, <i>в</i>	Початковий робочий струм, <i>а</i>	Номінальний світловий потік, <i>лм</i>	Основні розміри, <i>мм</i>	
				діаметр <i>D</i>	довжина <i>L</i>
ДРЛ 80	115	0,8	2800	77	157
ДРЛ 125	125	1,15	4800	77	177
ДРЛ 250-2М	140	2	10000	92	220
ДРЛ 400 М	143	3,2	18000	120	285
ДРЛ 700	143	5,6	33000	140	310
ДРЛ 1000-2	143	8	50000	168	360

Додаток 4

Таблиця 1

Дані бактерицидних ламп

Тип	Напруга, <i>в</i>		Потужність лампи, <i>вт</i>	Потужність споживання з мережі, <i>вт</i>	Струм, <i>а</i>	Бактерицидний потік, <i>бант</i>		Світловий потік, <i>лм</i>	Променистий потік, <i>вт</i>
	мережі	на лампі				номінальний	найменший		
БУВ- 15*	127	57	15	19	0,3	1,5	1,2	60	1,85
БУВ-30**	127	110	30	36	0,32	3,2	2,56	130	4,55
ЕУВ-30-П*	220	46	30	38	0,6	2,5	2	100	3,2
БУВ-60-П**	220	88	60	72	0,65	6	4,8	215	7,8

Таблиця 2

Дані еритемних ламп

Тип лампи	Потужність лампи, <i>вт</i>	Напруга, <i>в</i>		Струм, <i>а</i>	Сила еритемного випромінювання, <i>мєр/стер</i>	Опромінювання на відстані 1 м, <i>мєр/м²</i>	Еритемна віддача, <i>мєр/вт</i>	Розміри, <i>мм</i>	
		мережа	на лампі					довжина	діаметр
ЭУВ-15	15	127	58	0,3	33	32	20	452,5	25

ЭУВ-30	30	220	108	0,32	53	50	18	909,5	25
--------	----	-----	-----	------	----	----	----	-------	----

Таблиця 3

Дані люмінесцентних сигнальних ламп

Тип ламп	Рід струму	Напруга мережі, в	Напруга запалювання на постійному струмі найбільше, в	Баластовий опір, ком	Напруга горіння номінальне, в	Струм номінальний, ма
ТЛО-3-1 ТЛЗ-3-1 ТЛЖ-3-1 ТЛГ-3-1	Змінний	127	145	20	80	3
	Змінний Постійний	220		47		
	Змінний Постійний	380		100		
ТЛО-3-2 ТЛЗ-3-2 ТЛЖ-3-2 ТЛГ-3-2	Змінний	220	185	47	80	3
	Змінний Постійний	220		47		
	Змінний Постійний	380		100		

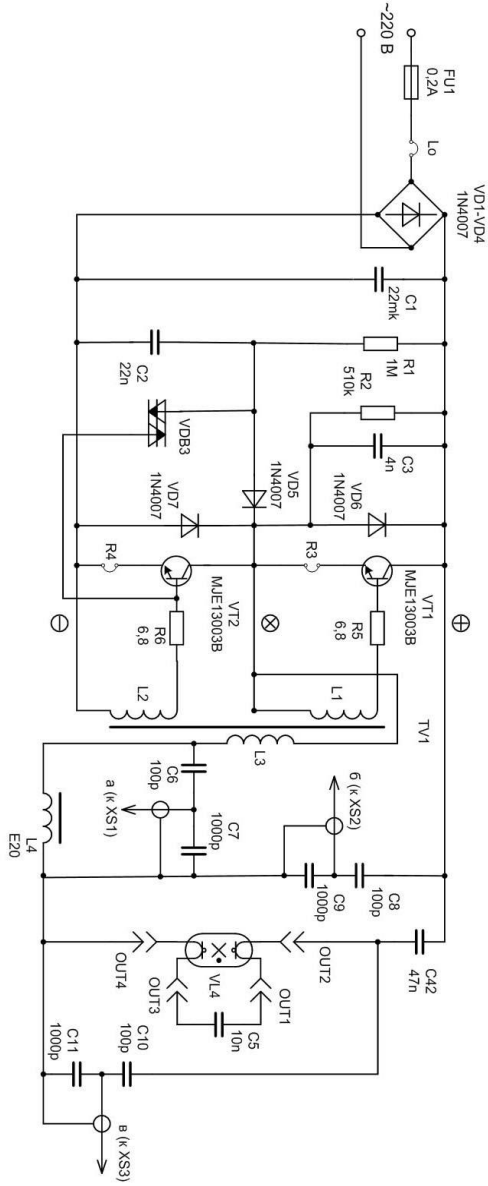
Примітка.

У позначенні типу ламп букви позначають: Т - тліюча;

Л – люмінесцентна; О – жовтогаряча; З – зелена; Ж – жовта; Г – блакитна. Перша цифра вказує номінальний струм лампи, ма; друга – характеризує лампу по напрузі запалювання.

Додаток 5

Принципова схема електронного баласту ЕВ – 18W



Додаток 6 Принципова схема лабораторної установки

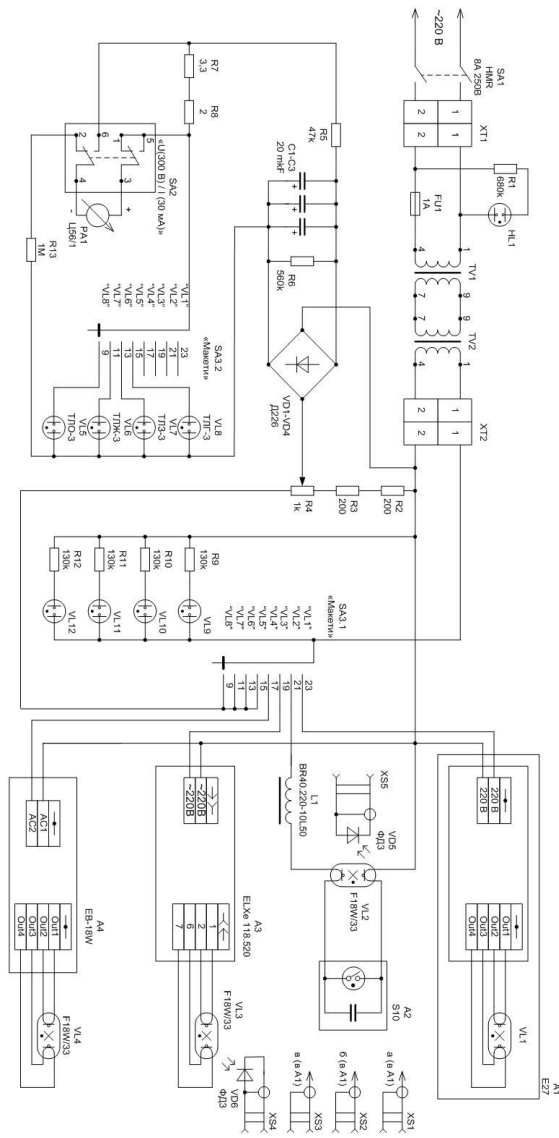


Рисунок зовнішнього вигляду лабораторної установки.

