

Тема 4.2. Автоматизація електричних станцій і підстанцій

1. Ефективність автоматизації електростанцій і підстанцій
2. Автоматичне повторне вмикання
3. Автоматичне вмикання резерву
4. Сигналізація і блокування на підстанціях
5. Автоматичне керування зовнішнім освітленням

1. Ефективність автоматизації електростанцій і підстанцій

Слово «автоматика» походить від грецького слова «ауто-матос»—сам, самодіючий, і означає, в широкому розумінні, сукупність приладів і механізмів, що здійснюють виробничий процес без безпосередньої участі людини.

На сучасних електростанціях за участю схем автоматичного контролю і управління здійснюються такі технологічні процеси: а) пуск, зупинка і регулювання роботи первинного двигуна і генераторів; б) регулювання процесу горіння палива, живлення котлів; в) синхронізація, самосинхронізація і вмикання на паралельну роботу; г) регулювання частоти й розподіл активного навантаження між агрегатами або електростанціями, що працюють паралельно; д) автоматичне аварійне розвантаження станції :<a частотою; е) контролювання режиму роботи електроустановок і захист їх (наприклад, автоматичне регулювання збудження генераторів і автоматичне гасіння поля збудження в аварійному режимі); ж) вмикання резервного живлення і резервного обладнання; з) — автоматичне повторне вимикання лінії.

Кількість операцій, переведених з ручного управління на автоматичне, визначає ступінь автоматизації і залежить від типу станції, потужності й кількості агрегатів, типу обладнання тощо. Найвищого ступеня автоматизації можна досягти на гідроелектростанціях, оскільки на них працюють простіші первинні двигуни і не потрібно регулювати процес горіння палива. Перша в колишньому СРСР напіваавтоматична ГЕС біля Єревана увійшла в дію в 1935 р. Сучасними повністю автоматизованими ГЕС керують з центрального диспетчерського пункту енергосистеми. Обслуговуючий персонал відвідує їх лише під час оглядів або за спеціальним сигналом станції для усунення пошкоджень, які можуть викликати аварію. Без обслуговуючого персоналу працює також багато підстанцій.

Автоматизація на електростанціях і підстанціях забезпечує такі переваги: 1) значне зменшення кількості аварій, що гарантує безперебійність електропостачання споживачів; 2) підвищення надійності роботи обладнання; 3) підвищення швидкості виконання технічних операцій;

4) зменшення кількості обслуговуючого персоналу; 5) зменшення капіталовкладень, оскільки розміри приміщень станцій чи підстанцій зменшуються; 6) підвищення якості енергії внаслідок більш досконалого регулювання частоти й напруги; 7) покращення умов роботи обслуговуючого персоналу; 8) зменшення собівартості електроенергії за рахунок скорочення експлуатаційних витрат.

В повністю автоматизованих електроустановках обслуговуючого персоналу немає, всі їх режими забезпечуються власною автоматикою. При використанні телекерування обслуговуючого персоналу на діючій електроустановці також немає, але нормальний режим при цьому забезпечується дистанційним керуванням і контролем з центрального диспетчерського пункту, а ліквідацію аварійних режимів здійснює на цих установках власна автоматика. Широко використовується в енергетиці експлуатація електроустановок без обслуговуючого персоналу, з чергуванням «на дому». При такій експлуатації аварійні режими ліквідуються власною автоматикою, а регулювання нормальних режимів здійснює персонал, що викликається з дому відповідною автоматичною сигналізацією.

Економічний ефект від автоматизації буде високим лише при органічному поєднанні автоматики з основним обладнанням, при взаємному узгодженні операцій всього технологічного процесу.

Ступінь автоматизації, конкретні схеми і обладнання вибирають на підставі техніко-економічних розрахунків.

2. Автоматичне повторне вмикання

Автоматичне повторне вмикання (АПВ) сприяє підвищенню надійності електропостачання. Пристрої АПВ призначені для автоматичного вмикання елемента, що вимкнувся, завдяки чому відновлюється робота споживачів або схема їх живлення. Для оцінки роботи АПВ прийнято певні критерії.

1. Успішність автоматичного повторного вмикання визначається відношенням кількості успішних (результативних) вмикань до загальної кількості випадків повторного вмикання. Пояснюється це тим, що причина вимикання того чи іншого елемента схеми електропостачання (короткочасне сплетіння проводів повітряних ліній, дуга, яка виникла внаслідок грозових розрядів або комутаційної перенапруги, короткочасне перевантаження) за час без-струмової паузи може самоліквідуватися.

2. Правильність роботи пристрою АПВ, яка визначається безвідмовністю спрацювання як релейного захисту, так і комутаційного апарата (вимикача), яким здійснюється повторне вмикання електричного кола.

3. Ефективність застосування пристрою АПВ, що визначається сумою можливого збитку за рік експлуатації, якого вдалося уникнути завдяки впровадженню АПВ. Найбільшу ефективність мають АПВ повітряних ліній електропередачі з одностороннім живленням, для яких не передбачено подачі напруги від резервного джерела.

Варіанти пристрою АПВ можна класифікувати за такими ознаками: а) за кількістю фаз (трифазні й однофазні); б) за обладнанням, на яке подається напруга (повітряні або кабельні лінії електропередачі, трансформатори, шини, електродвигуни); в) за типом комутаційної апаратури, на яку діє АПВ (масляні і повітряні вимикачі, контактори або магнітні пускачі, запобіжники); г) за кратністю дії (одно-, дво- і трикратні); д) за способом виконання (механічні, пневматичні і електричні); е) за тривалістю дії (швидкодіючі, що створюють безструмову паузу 0,5 с і менше, і нормальні, з регулюванням часу безструмової паузи). Крім перерахованих ознак, можна назвати ще спосіб контролю напруги і перевірки синхронізму.

У сільських мережах АПВ використовують для повторного вмикання повітряних ліній. Найбільш поширеним є трифазне електричне АПВ однократної дії. АПВ однократної дії найпростіше як за конструкцією самого пристрою, так і- за готовністю до повторного вмикання. Проміжки часу між вмиканнями вибирають такі: перший імпульс на

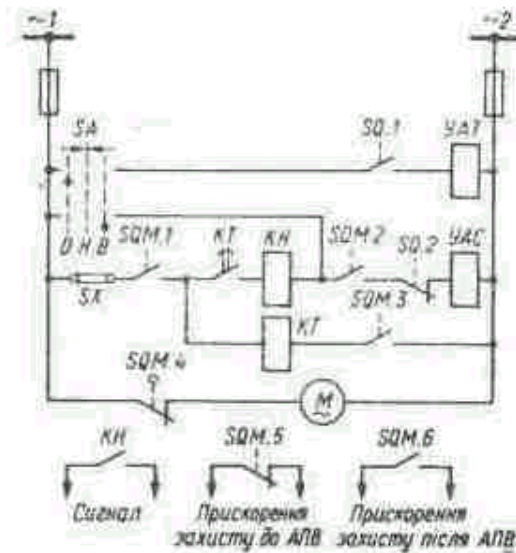


Рис 12.3. Схема однократного АПВ з електричним пуском

АПВ після вимикання кола подається через 0,3...2 с, другий —, через 10...15 с, а третій—через 1...5 хв.

Пристрій АПВ може запускатися або від релейного захисту, або при появі невідповідності між положеннями ключа і вимикача, або при всякому вимиканні вимикача. В останньому випадку передбачається блокування при вимиканні вимикача обслуговуючим персоналом (дистанційно чи за допомогою пристрою телемеханіки), а також при дії певного захисту (наприклад» диференціального).

У нашій країні набули поширення схеми АПВ двох типів — з використанням однократної дії ковзного контакту реле часу і з використанням розряду конденсатора.

У розподільних мережах найширше використовують привод ПП-67 (привод пружинний), який здійснює вмикання вимикача під дією натягнутих пружин. Натяг пружин здійснюється автоматично двигуном типу МУН після спрацювання привода на вмикання вимикача. На схемі однократного АПВ з електричним пуском, показаній на рис. 12.3, він позначений *М*—автоматичний моторний редуктор.

У нормальному режимі при ввімкненому вимикачі пружини повинні бути завжди натягнутими. Тому після вмикання вимикача (коли пружини розслаблені) через замкнуті блок-контакти *SQM.4* кінцевого вимикача електродвигун *М* живиться від шин керування 1, 2 і заводить пружини. Після натягнення пружин кінцевий вимикач механізму заведення пружини привода спрацьовує, розмикаються контакти *SQM.4* двигун *М* вимикається. Пристрій АПВ підготовлений до дії. Контакт *SQM.2* замикається після підготовки привода до вмикання. Пуск АПВ здійснюється від контактів привода *SQM.1* і *SQM.3*, які замикаються після вимикання вимикача *Q* захистом від окремого електромагніту (коло не показано). При цьому спрацює реле часу *KT*, яке у безструмовій паузі з відтерміновкою часу замкне свої контакти *KT*. Котушка *YAC* одержить живлення і, спрацьовуючи, вивільнить заціпку вмикаючого

механізму. Під дією пружини привода вимикач Q вмикається. Після вмикання вимикача Q його блок-контакти $SQ.2$ розімкнуться і розірветься коло живлення котушки UAC . Коло обмотки реле часу KT при успішному АПВ також розімкнеться, бо контакти $SQM.1$ і $SQM.3$ після спрацювання привода розімкнуться. При неуспішному АПВ, реле KT залишається спрацьованим, а його імпульсний контакт — розімкнутим, поки вимикач Q не буде ввімкнутий перемикачем SA . Це забезпечує однократність АПВ. Пружини привода автоматично зводяться після успішного і неуспішного АПВ.

Чебоксарський завод для двократного АПВ виготовляє реле типу РПВ-258. Пристрій АПВ двократної дії можна виконати двома комплектами пристроїв однократних АПВ типу РПВ-58.

Пристрої трикратного АПВ поки що широкого розповсюдження не набули.

3 . Автоматичне вмикання резерву

Пристрої *автоматичного вмикання резерву* (АВР) використовуються для підвищення надійності живлення споживачів. Вони здійснюють автоматичне вмикання резервного джерела живлення або резервного обладнання після аварійного вимикання основного джерела живлення або основного (робочого) обладнання. Пристрої АВР доцільно встановлювати не лише на електростанціях і в електричних мережах енергосистем, а й при електропостачі виробничих процесів, технологія яких не допускає навіть короточасних перерв у живленні.

Оскільки пристрій АВР вмикає резервне джерело живлення (або обладнання) при пошкодженні основного, ефективність його не залежить від стійкості пошкодження, а успішність значно перевищує кількість успішних АПВ. За даними статистики, успішність дії пристроїв АВР в енергосистемах становить 90...95 %. Неуспішним АВР може бути лише при стійких коротких замиканнях на шинах підстанції або в резервних лініях. Щоб уникнути вмикання резервної напруги живлення на стійке коротке замикання основного джерела, пристрій АВР спрацьовує лише після повного вимикання основного (робочого) джерела від резервного об'єкта.

Схеми пристроїв АВР вибирають залежно від місцевих умов, схеми з'єднання електроустановки, типу основного обладнання тощо. У сільській електрифікації найбільш поширене автоматичне вмикання резервних ліній і трансформаторів.

Для забезпечення безперебійності електропостачання часто використовують живлення споживачів двома лініями або двома трансформаторами. Живлення споживача може здійснюватись від одного трансформатора, а інший знаходиться в резерві. Але при цьому недостатньо використовується обладнання. Частіше обидва трансформатори знаходяться в роботі, але працюють роздільно, кожний з них на частину навантаження, наприклад на окрему секцію шин підстанції. Порушення електропостачання на

частині споживачів відновлюється дією АВР, завдяки чому вмикається розімкнений секційний вимикач на шинах підстанції. Живлення при цьому переводиться на одну лінію або на один трансформатор.

На рис. 12.4 подано схему керування і автоматики секційного вимикача на боці 10 кВ підстанції 35/10 кВ з двома трансформаторами.

При нормальній роботі двох секцій окремо реле мінімальної напруги $KV1...KV4$ ввімкнуті, їх контакти в колах реле часу розімкнуті, пружинний привод заведений, його контакти SQA замкнуті.

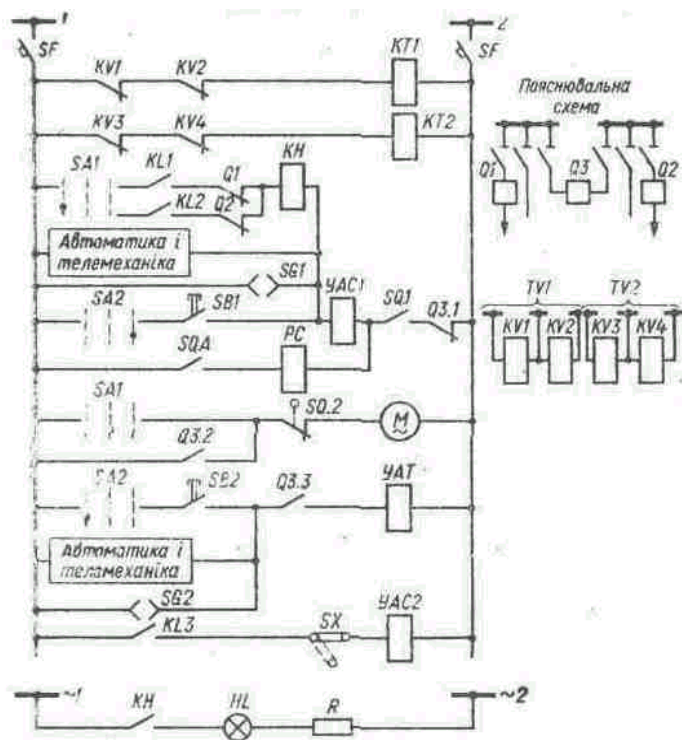


Рис 12.4 Схема керування і автоматики секційного вимикача

При зникненні напруги, наприклад, на шинах першої ції, спрацьовують реле $KV1$, $KV2$ і вмикається реле $KT1$, яке з відтермою часу через проміжне реле KV замикає коло вмикання секційного вимикача $Q3$ електромагнітом $УАС1$. Після вмикання вимикача $Q3$ контактики $Q3.1$ розмикаються, вимикаючи електромагніт $УАС1$. При незаведеному приводі це коло буде також розімкнене контактами привода $SQ1$. Вмикання секційного вимикача фіксує показуюче реле $КН$ контакти якого вмикають лампу в коло сигналізації.

При ввімкненні секційного вимикача $Q3$ відновлюється живлення споживачів першої секції, замикаються контакти $Q3.2$ і мотор-редуктор $М$ заводить привод для наступних операцій. При повністю заведеному пружині контакти $SQ2$ розмикаються і мотор-редуктор вимикається. Вмикання секційного вимикача $Q3$ може здійснюватись лише при вимкнутому вимикачі вводу секції (у нашому випадку $Q2$), блокуючі контакти якого знаходяться в колі вмикання електромагніту $УАС1$.

Аналогічна дія буде при зникненні напруги на шинах другої секції, при

цьому спрацьовують реле *KV3, KV4, KT2, KL2*.

Вмикання секційного вимикача може здійснюватись також від пристрою автоматики і телемеханіки, від кнопки *SB1*, а також через штепсельну розетку *SG1*. Кількість вмикань секційного вимикача фіксує лічильник імпульсів *PC*, коло якого вмикається через блок-контакти аварійного вимикання *SQA* вводу.

Вимикання секційного вимикача *Q3* здійснюють електромагнітом *VAT* від кнопки *SB2*, автоматики і телемеханіки або від штепсельної розетки *SG2*, імпульс на вимикання проходить лише при ввімкненому вимикачі, блокування здійснюється контактами *Q3.3*.

Якщо секційний вимикач вмикається на коротке замикання, то він вимикається від максимального струмового захисту через проміжне реле *KL3* електромагнітом *VAC2*. Накладкою *SX* можна вивести захист з дії.

Аналогічно діє схема АВР при зникненні напруги на шинах другої секції.

4. Сигналізація і блокування на підстанціях

Для здійснення постійного контролю за роботою електричного обладнання, своєчасного виявлення неполадок і усунення порушень нормальної роботи використовують відповідне електричне обладнання (контрольно-вимірювальні прилади, пускорегулювальні апарати і реле).

Залежно від потужності, напруги, складності конструкції, місця установки в системі та категорії споживачів електроенергії використовують схеми місцевого і дистанційного контролю, сигналізації керування або телеконтролю, телесигналізації і телекерування. У невеликих електроустановках здебільшого застосовують схеми місцевого контролю і керування оперативними апаратами здійснюють ручними приводами.

На електростанціях і підстанціях малої потужності з напругою до 500 В всі контрольно-вимірювальні прилади і пристрої сигналізації, а також пускорегулювальну апаратуру розміщують на розподільних щитах. На електростанціях і підстанціях середньої і великої потужності всі прилади керування, контролю і сигналізації виносять на спеціальний щит керування, який звичайно встановлюють в окремому приміщенні.

Щит керування, як і розподільний щит напругою до 1000 В, складається із окремих панелей. На одних панелях розміщують апарати керування з вимірювальними приладами і відповідними сигналізаційними пристроями, на других — реле й лічильники, а на третіх — регулювальні прилади. Панелі з приладами, що не потребують постійного нагляду і на яких не виконують частих операцій, розміщують окремо.

На лицьовій стороні панелей виконують *мнемонічну схему* (умовне зображення однолінійних схем первинного кола всієї установки або її частини). Трансформатори, машини і апарати на цих схемах зображують так, як і на кресленнях, а комутаційні апарати (вимикачі й роз'єднувачі) замінюють

ключами керування, сигнальними лампами і спеціальними сигнальними приладами—показчиками.

Для живлення апаратури керування й сигналізації і передачі імпульсів від одних до інших призначені так звані *шини керування й сигналізації*, які розміщуються над щитом керування і проходять вздовж усіх панелей.

Керування апаратами пов'язане з сигналізацією. Сигналізація положення комутаційних апаратів показує, в якому оперативному положенні перебувають вимикач, роз'єднувач і деякі інші апарати. Завдяки цій сигналізації обслуговуючий персонал інформований про положення всієї схеми установки в кожний момент часу. Попереджувальна сигналізація дає сигнал про виникнення небезпечних режимів роботи і їх характер. Аварійна сигналізація повідомляє про автоматичне вимикання вимикачів від релейного захисту.

У системі щита керування часто виділяють одну або кілька панелей для центральної попереджувальної і аварійної сигналізації. З лицьового боку цих панелей розміщуються сигнальні лампи, світлові табло з написами, показуючі реле, кнопки, за допомогою яких випробовують дію сигналізації та інших приладів.

На рис. 12.7 наведено електричну схему центральної сигналізації на змінному оперативному струмі. Сигналізація повинна виключати одержання помилкових сигналів при можливих короткочасних зниженнях або навіть повному зникненні напруги в схемах сигналізації. Схема сигналізації повинна реагувати на сигнали, що з'являються при зниженнях або зникненні напруги головних кіл.

Схема виконана з центральним зняттям сигналу з повторною дією і забезпечує миттєву аварійну сигналізацію, а також попереджувальну сигналізацію з видержкою часу

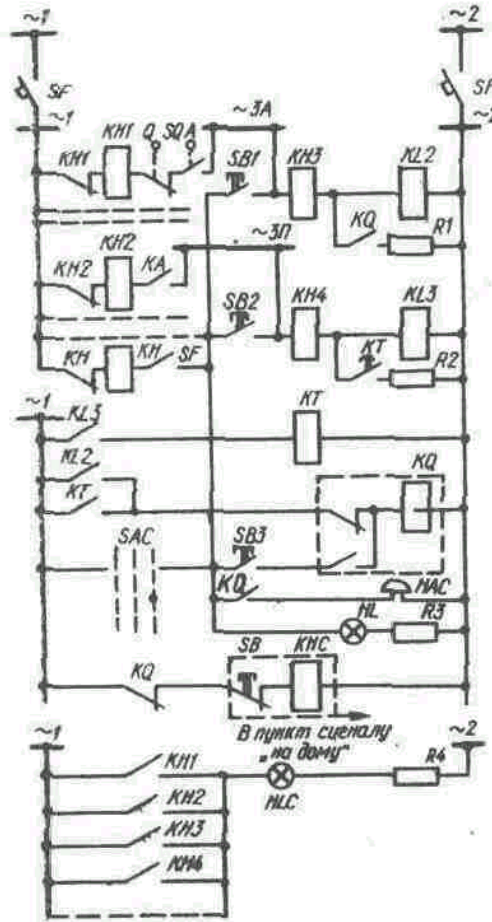


Рис 12.7 Принципова електрична схема центральної сигналізації підстанції на змінному оперативному струмі

при звуковому сигналі. Повторність дії сигналізації досягається за рахунок використання в кожному окремому колі аварійної і попереджувальної сигналізації показуючих реле типу РУ-21 з фіксацією положення контактів при спрацюванні реле.

Аварійна сигналізація. При появі аварійного сигналу, наприклад при спрацюванні вихідного реле релейного захисту *KL1* (на схемі не показано), вимикач вимкнеться, його блок-контакти *Q* замкнуться. Замкнуться також блок-контакти захисту аварійного вимикання *SQA*. При цьому від шин *1* буде подана напруга на шини аварійної сигналізації *3A*. Реле *KL2* спрацює і замикає свої контакти *KL2*. Показуючі реле *KH1* і *KH3* при цьому не спрацюють бо струм в колі недостатній. При замиканні, контактів *KL2* вмикається вихідне диспозиційне проміжне реле центральної сигналізації *KQ*, яке через контакти *KQ* вмикає дзвінок. Одночасно реле *KQ* своїм контактом *KQ* і резистором *R1* шунтує обмотку реле *KL2*, що призводить до збільшення струму в колі реле *KH1*, *KH3*, яке забезпечує їх спрацювання. Розмикаючі контакти в колі котушки *KH1* розімкнуться, напруга з шин буде знята і схема

буде підготовлена до роботи при появі нового аварійного сигналу оскільки в схемі один загальний звуковий сигнал *НАС* дія аварійної сигналізації фіксується показуючими реле *КН1*, *КН3* лампою *НЛС*. При спрацюванні реле *КQ* контактом *КQ* замикається також коло сигналу у чергового «на дому».

Центральне зняття звукового сигналу здійснюється через кнопку *SB3*, яка вмикає коло другої котушки реле *КQ*. При протіканні струму по цій обмотці якір *КQ* перекидається, звуковий сигнал знімається і схема може спрацьовувати при появі нового сигналу.

Попереджувальна сигналізація. Схема попереджувальної сигналізації відрізняється від схеми аварійної сигналізації наявністю реле видержки часу *КТ*. Витримка часу виключає дію сигналізації при появі короточасних сигналів. Напруга на шини попереджувальної сигналізації *ЗП* подається при відхиленні від нормального режиму після замикання контактів датчика *КА*. Проміжне реле *KL3* при цьому спрацьовує і контакт *КН* вмикає коло реле часу *КТ*. Резистор *R2* вмикається паралельно обмотці реле *KL3* через контакт *КТ*, що виключає фіксацію короточасного сигналу. Після шунтування обмотки *KL3* спрацьовують реле *КН2* і *КН4*. Через імпульсний замикаючий контакт *КТ* при спрацюванні реле вмикається двопозиційне реле *КQ*. Далі схема діє аналогічно дії при аварійній сигналізації. Спрацювання схеми попереджувальної сигналізації фіксується показуючими реле *КН2*, *КН4* і лампою *НЛС*.

Перемикач *SAC* дозволяє при необхідності вимкнути звукову і світлову сигналізацію, наприклад при відсутності чергового персоналу в приміщенні. Лампа *НЛ* контролює наявність напруги на шинах *1* і *2*. Розмикаючий контакт автомата *SF* в колі подачі імпульсу на *ЗП* забезпечує сигналізацію зниження або повного зникнення напруги в схемі сигналізації. Кнопками *SB1*, *SB2* перевіряється справність аварійної і попереджувальної сигналізації. Реле *КНС* передає черговому сигнал «на дому» або на центральний пост керування. Резистори *R3*, *R4* виключають появу короткого замикання в патроні сигнальної лампи.

При експлуатації електричних мереж широко використовують також телесигналізацію, найбільш поширеними пристроями якої є: 1) апаратура зв'язку і телемеханіки по розподільчим мережам напругою 6...35 кВ типу АРС-64; 2) апаратура телефонного зв'язку і телесигналізації по розподільчим мережам напругою 6...35 кВ ТСД-70; 3) апаратура телесигналізації типу «Сигнал-2»; 4) щит диспетчерський мозаїчний типу ЩДМ-80, який відтворює схему розподільних мереж, світлова індикація положення комутаційних апаратів з квітуванням

5. Автоматичне керування зовнішнім освітленням

Розглянемо схему пристрою автоматичного керування зовнішнім освітленням, що встановлюється на комплектних трансформаторних підстанціях 10/0,4 кВ (рис. 12.8). У схемі пристрою використовується

магнітний пускач KM і фотореле ФР-2УЗ. Увечері зі зменшенням освітленості опір фотодатчика BL збільшується, внаслідок чого змінюється потенціал на базі транзистора $VT1$. Транзистор $VT1$ закривається і закриває транзистор $VT2$. При цьому дешунтується обмотка реле K , контакти K замикаються і через них подається живлення на котушку магнітного пускача KM . Вмиканням контактів KM магнітного пускача вмикається зовнішнє освітлення.

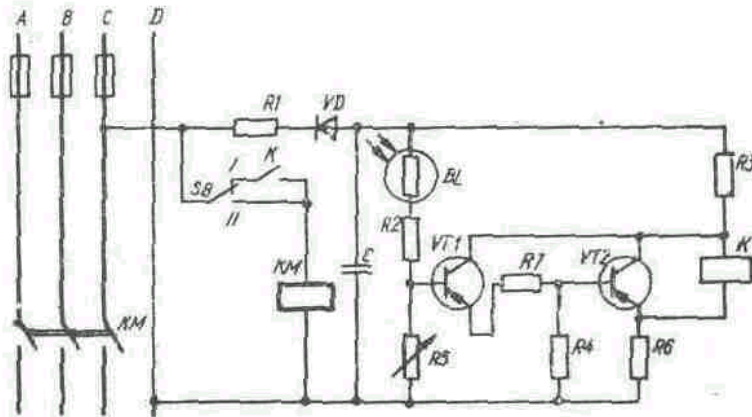


Рис 12.8. Схема керування освітленням за допомогою фотореле ФР-2УЗ

При денному освітленні опір фотодатчика BL зменшується, транзистор $VT1$ відкривається і відкриває транзистор $VT2$. Відкриттям транзистора $VT2$ шунтується обмотка реле K . Реле K відпадає і розмикає свої контакти, що веде до вимикання магнітного пускача KM , який вимикає зовнішнє освітлення.

Настроюють реле зміною опору резистора $R5$. Фотореле ФР-2УЗ, яке випускається заводами на базі фоторезистора типу ФСК-Г1, розраховане на вмикання зовнішнього освітлення при освітленості 5 лк і вимикання його— при 10 лк.

Автоматичне вимикання і вмикання зовнішнього освітлення здійснюється при положенні / пакетного перемикача SB . Для ручного вмикання і вимикання необхідно перемикач SB поставити в положення II .