

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Класичний фаховий коледж

(повна назва інституту/факультету)

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 171 Електроніка,

(код та назва)

освітньо-професійної програми Електронні інформаційні системи

(освітньо-професійної / освітньо-наукової)

(назва програми)

на тему: **Пристрій контролю режимів руху ліфта**

Здобувача групи ЕІ - 91к

(шифр групи)

Покрова Владислава

(прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник ст. викладач, к.т.н.

(посада, науковий ступінь, вчене звання,

В.І. Васильєв /

Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Консультант¹⁾

(посада, науковий ступінь, вчене звання

Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Конотоп – 2023

Примітки:

1) Зазначається за наявності

АНОТАЦІЯ

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є системи контролю руху підйимально-транспортними механізмами, зокрема пасажирськими ліфтами.

Мета роботи полягає у вивченні сучасних методів контролю руху транспортних систем на прикладі ліфтів. Використання цифрових технологій при проектуванні інформаційно-вимірювальних систем з можливістю підключення до комп'ютеризованих систем контролю. Аналіз можливостей створення системи комп'ютеризованого контролю комунального господарства на базі низькопродуктивних персональних комп'ютерів.

При виконанні роботи використовувалися методи математичного й комп'ютерного моделювання цифрових схем з використанням програми Workbench та використання методів програмного керування аналоговими приладами через комп'ютерні інтерфейси, пристрої сполучення й цифро-аналогового перетворення для них.

У результаті проведених досліджень встановлено, що аналого-цифрові системи контролю руху універсальні, надійні, гнучкі і зручні в експлуатації.

Робота викладена на 36 сторінках, у тому числі включає 12 рисунків, 5 таблиць, список цитованої літератури із 29 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ПЕРЕМІЩЕННЯ-КОД, ЦИФРОВІ ДИФЕРЕНЦІАТОРИ, КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА, ІНТЕРФЕЙСИ, ПРОГРАМНЕ КЕРУВАННЯ.

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 КЛАСИФІКАЦІЯ ЛІФТІВ	6
1.1 Класифікація ліфтів.....	6
1.2 Основні технічні характеристики ліфтів	8
1.3 Конструкція ліфтів і безпека	9
1.4 Динамічне гальмування.....	12
1.5 Проблеми безпеки шахтного підйому і ліфтів	13
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА АНАЛОГО-ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ЛІФТА	14
2.1 Розробка функціональної схеми АЦ вимірювача швидкості ліфта	14
2.2 Розробка часових діаграм роботи пристрою.....	15
2.3 Розробка цифрових блоків контролю швидкості ліфтової установки	16
2.4 Блок керування і синхронізації пристрою.....	18
2.5 Розрахункова частина	20
РОЗДІЛ 3 СУЧАСНІ ЛІФТИ І КОМП'ЮТЕРІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ	21
3.1 Деякі промислові ліфтові системи та їх технічні характеристики	21
3.2 Інтерфейси передачі цифрових даних контролю керування ліфтами	23
3.3 Комп'ютеризовані системи контролю руху ліфта	24
ВИСНОВКИ	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	35

ВСТУП

Шахтні ліфти та підйомники для персоналу є порятунком для шахтарів на понад 240 вугільних шахтах по всій країні.[1] Підйомна система транспортує персонал шахти через ізолюваний коридор під час рутинних операцій або надзвичайних ситуацій, що загрожують життю. Потенційний ризик травми великий, якщо підйомна система виходить з ладу. Тому безпечна та надійна підйомна система має важливе значення для добробуту шахтарів.

В історії вугільної промисловості було два добре задокументовані розслідування аварій ліфтів персоналу шахти в напрямку вгору.[2][3] Ці нещасні випадки сталися на підйомних системах із противагою, коли механічне гальмо відмовило, коли кліть була порожньою. Це призвело до того, що противага впала на дно шахти, в результаті чого автомобіль перевищив швидкість і врізався в верхню конструкцію. Спочатку аварії вважалися поодинокими. Проте дослідження, що охоплюють 5-річний період, показали, що було задокументовано понад вісімнадцять випадків, коли підйомні ліфти зіткнулися з верхньою конструкцією.[4]

У зв'язку з цими нещасними випадками було переглянуто правила та норми безпеки ліфтів. Канадський кодекс безпеки ліфтів і Пенсильванське бюро безпеки глибоких шахт вже переглянули свої правила, щоб вимагати захисту кабіни від перевищення швидкості. У цьому документі обговорюватимуться нові системи екстреного гальмування, розроблені для забезпечення захисту автомобіля від перевищення швидкості підйому.

Впровадження цифрової і мікропроцесорної техніки в пристроях керування промисловими об'єктами вимагає від фахівців усіх профілів швидкого освоєння цієї області знань. Наприклад, навичок проектування периферійних пристроїв що містять аналого-цифрові перетворювачі, зокрема, для контролю параметрів руху об'єктів.

В процесі розробки аналого-цифрових пристроїв виділяються два етапи. На першому етапі, який можна назвати структурним проектуванням, завданий неформально алгоритм розроблювач представляє у вигляді послідовності деяких операторів. Таких, як

одержання результату, перерахунок, перетворення коду, передача інформації. При цьому використовується обмежений набір загальноприйнятих операторів. При використанні цих операторів, алгоритм можна представити комбінацією невеликого їхнього числа. Структура алгоритму стає визначеною, зрозумілою, легкою й однозначною.

На основі отриманої структури алгоритму формулюються технічні вимоги до схем, що реалізують окремі оператори. Відповідно до розроблених технічних вимог як функціональні вузли схеми можна застосувати або готові блоки в інтегральному виконанні, або, якщо вони відсутні, синтезувати їх із простих елементів. Подібний синтез спочатку виробляється за допомогою алгебри логіки, після чого по отриманих функціях будується еквівалентна схема. Однак синтезовані схеми уступають їх аналогам в інтегральному виконанні по надійності, габаритам, вартості, а також деяким технічним характеристикам: енергоспоживанню, динамічним властивостям. Тому для забезпечення ефективного проектування цифрових пристроїв розроблювач повинний вибрати найбільш раціональні: варіант рішення поставленої задачі; математичну модель на основі алгебри логіки. Для цього необхідно знати основні цифрові елементи і вміти їх застосовувати, знати найбільш прості і розповсюджені алгоритми рішення основних задач. Знання найбільш розповсюджених інженерних прийомів уол проектуванні пристроїв дозволить у майбутньому відразу скористатися готовими відпрацьованими технічними рішеннями. При цьому, реалізація схеми може виявитися набагато складніше, ніж рішення простих задач алгебри логіки і синтезу отриманої функції з типових логічних елементів. Оскільки прості елементи, необхідно включати за визначеною схемою, те необхідно знати призначення і властивості їхніх входів і виходів. Необхідно знати властивості елементів у межах серії.

РОЗДІЛ 1

КЛАСИФІКАЦІЯ ЛІФТІВ ТА ЇХ КОНСТРУКЦІЯ

1.1 Класифікація ліфтів [27,28,29]

По виду вантажів, що транспортуються ліфти підрозділяються:

1. Пасажирські:

- для житлових будівель;
- громадських будівель;
- промислових підприємств.
- для транспортування хворих, в тому числі на транспортних засобах і з супроводжуючим персоналом; цими ліфтами управляє ліфтер - лікарняні ліфти;
- інвалідні, що представляють собою пасажирські ліфти самостійного користування, службовці для підйому і спуску пасажирів з порушенням функцій опорно-рухового апарату на інвалідних візках;
- ліфти для замських будинків, котеджів.

2. Вантажні:

- звичайні вантажні;
- вантажні з монорельсом. У цих ліфтах під стелею кабіни встановлюють балку, до якої підвішують вантажопідйомний пристрій (таль, тельфер і т.п.);
- вижимні, в яких підйомна сила прикладена до низу кабіни;
- тротуарні, у яких кабіна виходить з шахти через розташований в її верхній частині люк. Ці ліфти застосовують на складах з великими підземними сховищами для спуску і підйому автомобілів з вантажем, на підземних автостоянках, в магазинах для переміщення вантажів з вулиці в підвал і т.д .;
- вантажні малі, призначені для підйому і спуску невеликих вантажів. Для виключення транспортування в них людей кабіну розраховують на перевезення вантажів масою не більше 250 кг, а її висота не повинна перевищувати 1250 мм;

3. Спеціальні (нестандартні) для особливих умов застосування, що виготовляються відповідно до спеціально розробленими технічними умовами. До них відносяться, наприклад, ліфти для підйому космонавтів в кабінку космічного корабля.

За способом обслуговування розрізняють ліфти самостійного користування, якими управляє сам пасажир, і ліфти, керовані провідником і завжди супроводжують вантаж.

За швидкістю руху кабіни ліфти поділяють на тихохідні (до 1,0 м / с), швидкохідні (від 1,0 до 2,0 м / с), швидкісні (від 2,0 до 4,0 м / с) і високошвидкісні (понад 4,0 м / с).

Відповідно до типу приводу підйомного механізму ліфти можуть бути електричними (з приводом від електродвигуна змінного або постійного струму) і гідравлічними (з приводом у вигляді підйомного гідроциліндра або лебідки з гідродвигуном обертового типу).

Електричні ліфт (ліфти з тяговим приводом)

Основні частини ліфтів з тяговим приводом наступні:

- Засоби підвіски кабіни і противаги, які представлені сталевими дротяними канатами.
- Лебідка, яка є силовою установкою,
- Кабіна, яка перевозить пасажирів і / або інші вантажі.
- Противага для врівноваження сили тяжіння маси кабіни і частини маси номінального вантажу вантажу.
- Шахта ліфта, місце, повністю або частково обгороджений, яке простягається від підлоги приямка до перекриття, в якому рухається кабіна і, якщо є, то і противагу. Вона обладнана направляючими кабіни і противаги, дверима посадочних майданчиків, буферами або упорами в приямку.
- Ловець (парашюти), механічний пристрій для зупинки і утримання кабіни або противаги на напрямних в разі обриву, ослаблення натягу канатів підвіски або якщо швидкість опускається кабіни (противаги) перевищує номінальну швидкість на задалегідь встановлену величину. Гальмівну дію ловителя ініціюється обмежувачем швидкості, зазвичай розташованим в машинному приміщенні.

- Буфера представляють собою пристрій плавного уповільнення кабіни за межами нижнього розрахункового положення кабіни або противаги. Вони можуть бути поліуретановими, пружинного або масляного типу в залежності від номінальної швидкості і призначеними для накопичення або розсіювання кінетичної енергії кабіни або противаги.
- Електричні пристрої, що включають електричні пристрої безпеки і освітлення.
- Контролер.

1.2. Основні технічні характеристики ліфтів

Серед підймальних пасажирських установок в наш час расповсюжені підйомники нахилоного підйому – фунікулери і вертикальні – ліфти. Ліфтові підйоми як правило мають конструкцію врівноважених багатоканатних установок зі шкивом тертя. В них керування здійснюється через шків тертя якій наводиться в рух системою автоматизованого електроприводу. Основним завданням системи керування є наблизити закон руху ліфта до комфортного для пасажирів. А саме за трапецеїдною діаграмою: початок руху – прискорення – рівномірний рух – початок уповільнення – гальмування – зупинка – стопоріння. Найбільш оптимальним законом руху є трапеція зі змінами режимів руху за параболічним законом переходів між сталими і лінійними станами циклів руху.

Основними характеристиками ліфта є вантажопідйомність, швидкість і висота підйому. За цими характеристиками визначають число ліфтів, необхідних для виконання заданого обсягу пасажирських і вантажних перевезень. За вказаними параметрами вибирають також конструктивні та експлуатаційні параметри ліфта: розміри кабіни і шахти, потужність приводу, прискорення, точність зупинки та ін.

Вантажопідйомністю ліфтів називають масу найбільшого вантажу, що піднімається, на яку розрахований ліфт. В вантажопідйомність ліфта входить маса тари (ящиків, цебер, контейнерів, ковшів і т.п.), транспортних засобів (візків, вагонеток і т.п.) і інших пристроїв, які не перебувають постійно в кабіні.

Швидкістю ліфта називають швидкість руху кабіни в сталому режимі (після розгону при пуску, до початку уповільнення при зупинці).

Пасажи́рські лі́фти виготовляють з кабінами вільного заповнення і з обмеженим числом пасажирів.

Продуктивністю ліфта називають кількість пасажирів або вантажів, які може перевезти ліфт протягом однієї години. Висота підйому - це відстань від рівня нижньої посадкової (завантажувальної) площадки до рівня верхнього майданчика.

Розміри кабін визначаються вантажопідйомністю ліфта. Залежність площі підлоги кабіни від вантажопідйомності встановлюється «Правил будови і безпечної експлуатації ліфтів» якими користуються відповідні служби.

Для різних умов експлуатації передбачені кабіни різних розмірів ліфтів однієї і тієї ж вантажопідйомності.

Якщо залежність регламентована зазначеними правилами, порушується, кабіни обладнують обмежувачем вантажопідйомності,

Деякі параметри пасажирських ліфтів що експлуатуються в наш час системами комунального господарства.

1.3 Конструкція ліфтів і безпека

У типовому ліфті [1,2,3,4] кабіну піднімають і опускають за допомогою чотирьох - восьми дротяних канатів з приводом від двигуна, прикріплених до верхньої частини кабіни на одному кінці, обертаються навколо пари шківів і прикріплюються до противаги на іншому кінці, як показано на рис. 1.1

Противага додає прискорювальну силу, коли кабіна ліфта піднімається, і забезпечує гальмівне зусилля, коли кабіна опускається, тому потрібна менша потужність двигуна. Противага – це набір металевих тягарів, який дорівнює вазі автомобіля, що містить приблизно 45 відсотків його номінального навантаження. Набір ланцюгів протягнутий петлею від нижньої частини противаги до днища автомобіля, щоб допомогти підтримувати рівновагу, компенсуючи вагу канатів підвіски.

Напрямні рейки проходять по всій довжині вала, щоб утримати автомобіль і противагу від хитання або скручування під час руху. До автомобіля і противаги кріпляться ролики для забезпечення плавного ходу по напрямних.

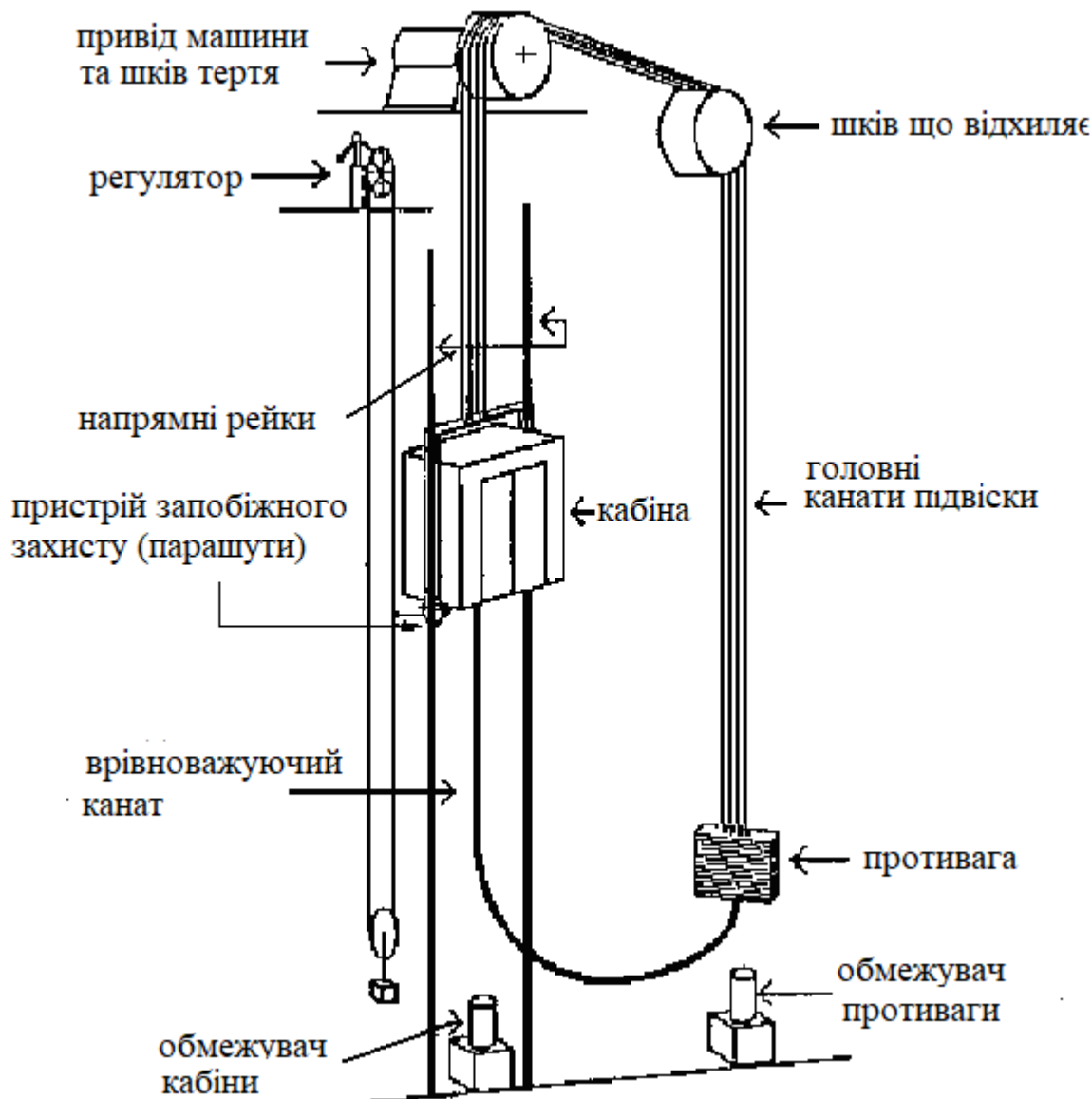


Рис. 1.1 Пристрій шахного вантажно-пасажирського ліфту

Сила тяги для підйому й опускання автомобіля виникає завдяки тертю дротяних канатів об канавки. Головний шків приводиться в рух електродвигуном.

У більшості ліфтів використовується двигун постійного струму, оскільки його швидкість можна точно контролювати, щоб забезпечити плавне прискорення та уповільнення. Установки двигун-генератор (М-Г) зазвичай забезпечують постійний струм. потужність для приводного двигуна. Новіші системи використовують статичне керування приводом. Елементи керування ліфта призначені для зміни швидкості двигуна

на основі набору сигналів зворотного зв'язку, які вказують на положення кабіни в шахті. Коли автомобіль наближається до пункту призначення, перемикач біля майданчика сигналізує органам керування зупинити автомобіль на рівні підлоги. Додаткові кінцеві вимикачі валу встановлюються для контролю умов перебігу.

Найстрашніший страх багатьох пасажирів полягає в тому, що ліфт вийде з-під контролю і впаде крізь простір, поки не розіб'ється об дно шахти. У сучасних ліфтах є кілька засобів безпеки, щоб цього не сталося.

По-перше, це самі високоміцні канати (троси). Кожен високоміцний канат діаметром 5/8 дюймів може витримати 32000 фунтів, або приблизно вдвічі більше середньої ваги шахтного ліфта, заповненого 20 пасажирями. З міркувань безпеки та для зменшення зносу кожен автомобіль має від шести до восьми таких кабелів. Ліфти також мають буфери, встановлені в нижній частині шахти, які можуть зупинити автомобіль, не вбиваючи пасажирів, якщо вони потрапили під час нормальної швидкості ліфта.

Крім того, сам ліфт оснащений запобіжниками, встановленими під кабіною. Якщо автомобіль перевищить номінальну швидкість на 15-25 відсотків, регулятор спрацює, а запобіжники захоплять напрямні, щоб зупинити автомобіль. Однак власна конструкція запобіжників робить їх непрацездатними у висхідному напрямку.

У напрямку вгору потрібне гальмо машини, щоб зупинити клітку, коли виникає аварійна ситуація. За нормальної роботи гальмо машини служить лише стоянковим гальмом для утримання клітки в спокої. Однак, коли виявляється аварійна ситуація, сучасні засоби керування ліфтом покладаються виключно на гальмо машини, щоб зупинити кабіну.

Кілька систем екстреного гальмування доступні для резервного гальмування машини та забезпечення захисту автомобіля від перевищення швидкості. Ці системи можуть бути встановлені на існуючих ліфтах. Тут представлено три нещодавно розроблені гальмівні системи.

Таким чином для створення безпечного керування рухом ліфту необхідно забезпечити надійний контроль перелічених вище характеристик. Також контролювати динамічні режими руху ліфта при можливих змінах станів електроприводу, гальмівної системи, шкідливих впливів електромагнітних і механічних завад, а для протяжних по

глибині шахт треба враховувати вплив низькочастотних коливань пружної канатної системи.

1.4 Динамічне гальмування

Новим рішенням, яке використовується в гірничодобувній промисловості США, є застосування пасивного динамічного гальмування до приводного двигуна ліфта, як показано на рис. 1.2. Як згадувалося раніше, більшість ліфтів використовують приводні двигуни постійного струму, які можуть виконувати роль генераторів під час опускання капітального ремонту. навантаження. Динамічне гальмування просто підключає резистивне навантаження на якорі двигуна, щоб розсіювати електричну енергію, що генерується падаючим противагою. Динамічне гальмо може безпечно опустити ремонтний вантаж по всій довжині валу. Динамічне гальмування застосовується кожного разу, коли встановлюється гальмо машини. Пасивний динамічний контроль гальмування може бути розроблений для роботи в разі припинення основного живлення. Динамічне гальмування не зупиняє ліфт, але обмежує швидкість розбігу в будь-якому напрямку, тому буфери можуть безпечно зупинити транспорт.[6,8].

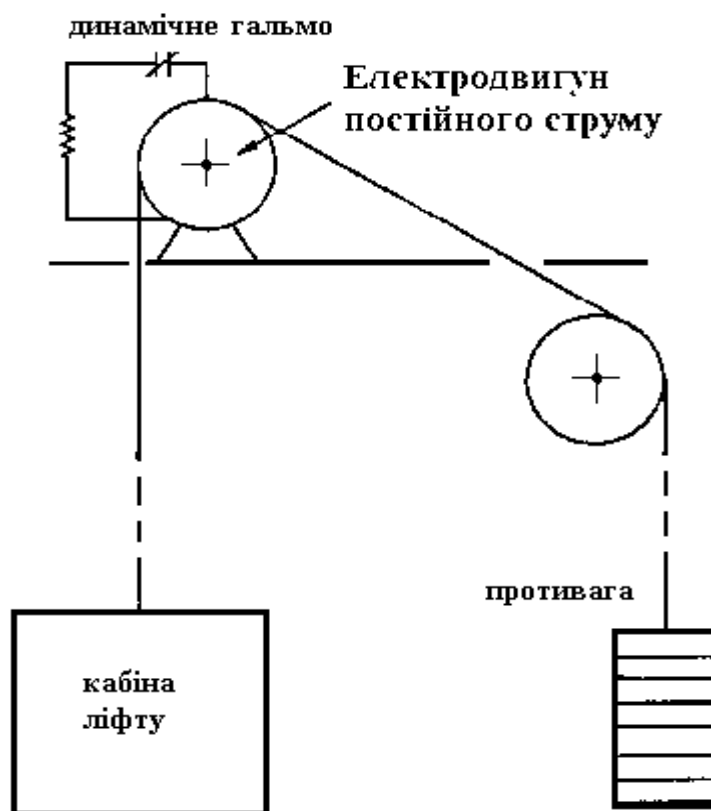


Рис. 1.2. Пасивне динамічне гальмування

1.5 Проблеми безпеки шахтного підйому і ліфтів.[1,2,3]:

4 лютого 1987 року на вугільній шахті на заході Пенсильванії сталася аварія ліфта через несправність механічного гальма. Проти вага впала на дно 400-футової шахти, в результаті чого клітка перевищила швидкість і врізалася в головну раму. На момент аварії в клітці не було людей. Через серйозні пошкодження ліфт не працював кілька місяців.

Була спроба встановити запобіжники. Однак клинова конструкція губок регулятора та запобіжників робила їх неефективними в режимі підйому. Такі аварії траплялись і в інших країнах, в тому числі в Україні. Наприклад, в липні 2011р аварія був зруйнований 60 метровий копер шахних підйомів на шахті ім. Бажанова, в Макіївці.[1].

В якості запобіжного заходу від повторення подібних аварій на головному приводі ліфта в Пенсильванії було впроваджене динамічне гальмування. Динамічне гальмування також було встановлено на допоміжному ліфті, щоб забезпечити такий же рівень безпеки.

РОЗДІЛ 2.

РОЗРОБКА АНАЛОГО-ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ЛІФТА

Розглянемо приклад розробки аналого-цифрового пристрою [14] придатного для контролю переміщення і швидкості ліфта з наступною передачею отриманого сигналу телевимірювання по провідному телефонному каналу. При перевищенні швидкості від заданого значення пристрій повинен формувати сигнал попередження. Початкові дані до розрахунків приведені в таблиці

Максимальна швидкість/ дискретність, мс^{-1}	Висота підйому, м	Номінальне значення швидкості, мс^{-1}	Частота імпульсів коду передачі, Гц
1	50	1	1000

2.1 Розробка функціональної схеми АЦ вимірювача швидкості ліфта

Пристрій представляє собою АЦ перетворювач аналогового переміщення в цифровий послідовний код якій далі запам'ятовується і диференціюється в часі з наступним перетворенням в цифровий код швидкості.

Робота пристрою може бути представлена в такий спосіб. В якості датчика швидкості приймемо імпульсний датчик (магніто- або фотоелектронний), який на метр переміщення на виході формує 1000 імпульсів. Серед промислових датчиків близьки характеристики має фотоімпульсний датчик ПДФ-3, де на оборот диску формується дві серії по 600 імпульсів, які зсунуті на 90 електричних градусів. Тому, використовуючі обидві серії можна отримати від 1200 або 2400 при використанні переднього та заднього фронту імпульсу. Відлік імпульсів датчика починається по передньому фронту сигналу, що управляє електронним ключем (ЕК), через який надходить на лічильник контрольована послідовність. При закінченні сигналу, що управляє ЕК, тобто надходженні заднього фронту імпульсу або при перевищенні заданого інтервалу часу відлік зупиняється й виводиться на цифрове табло. При відхиленні результуючого значення коду лічильника від заданої межі на панелі відображення виводиться сигнал "відхилення параметру". У

іншому випадку на панелі відображається дешифрований стан лічильника (або його розрядів) і величина обмірюваного значення послідовним кодом передається в пристрій обробки через струмову петлю.

Таким чином структурну схему складатимуть вузли (елементи):

1. Пристрій синхронізації й керування
2. Формувачі сигналів (гальванічні розв'язки і детектори фронтів)
3. Схема контролю параметрів чисельно-імпульсної послідовності (вузол лічильника)
4. Пристрій перетворення й відображення інформації (вузол індикації)
5. Пристрій перетворення паралельного коду в послідовний
6. Пристрій передачі сигналу через струмову петлю (лінійний підсилювач)

Типова [14] функціональна схема пристрою виміру швидкості представлено на рис 2.1. Основна частина складається з фільтра (Ф) електронного ключа (ЕК), лічильника й регістра (ЛІЧ), пристрою порівняння кодів (ППК), генератору тактових імпульсів (ГТІ), розподільнику імпульсів (РІ), оптоелектронного перетворювача (ОЕП) і лінійного підсилювача (ЛП). Електронний ключ виконаний на логічному елементі "Т" й керується сигналом дозволу рахунку Т, що формується вузлом керування.

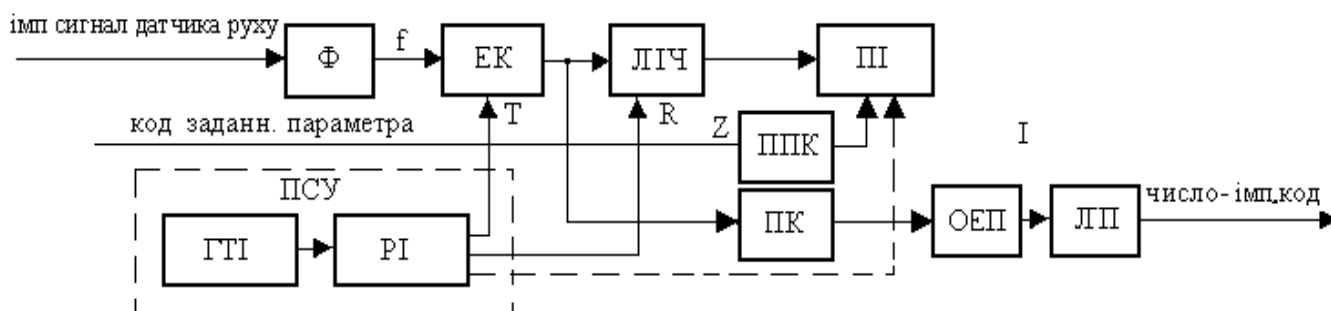


Рис. 2.1. Функціональна схема цифрового вимірювача швидкості ліфта

2.2. Розробка часових діаграм керуючих імпульсов АЦП

Для створення принципу розподілу в часі роботи [14] цифрових елементів: лічильників, регістрів, перетворювача паралельного коду в послідовний і засобів

індикації необхідно щоб блок управління і синхронізації забезпечував наступну часову діаграму сигналів, що представлено на рис. 2.2.

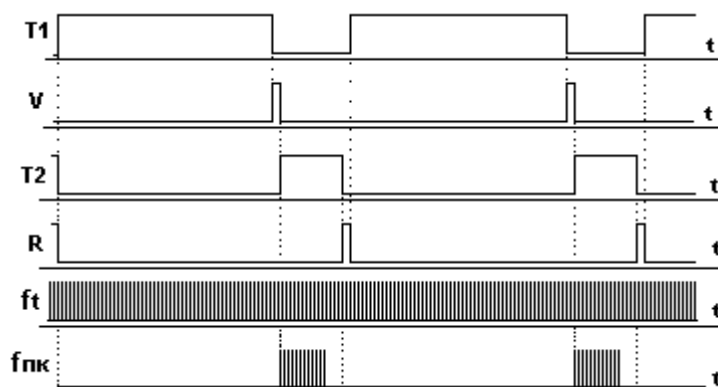


Рис. 2.2. Часові діаграми роботи вимірювача швидкості та його блоку управління і синхронізації

При визначенні тривалості відповідних імпульсів користуються критеріями заданої точності вимірювання ($T1$), часом повного заповнення ємності лічильника тактовими імпульсами ($T2$). Інші тривалості імпульсів (V , R) повинні відповідати паспортним даним мікросхем, що прийняти в якості елементної бази.

На діаграмах прийняти такі умовні позначки: $T1$ – імпульси з часом вимірювання частоти; V – імпульси запису одержаної інформації в регістр; $T2$ – імпульс часу перетворення паралельного коду в послідовний; R – сигнали встановлення лічильника в нульовий стан; ft – імпульси генератора тактових імпульсів для передачі послідовним кодом; $f_{пк}$ – сигнали послідовного коду, що передаються по струмової петлі.

2.3. Розробка цифрових блоків контролю швидкості ліфтової установки

Завданням блоку вимірювання частоти є підрахунок кількості періодів вхідного сигналу в інтервалі часу за заданою дискретністю. На підставі початкових даних визначимо необхідну розрядність лічильника, а також визначимося з елементною базою. Найбільша швидкість, що вимірюється беремо із запасом – 1.5 м/с. Точність вимірювань – 0.001 м/с. Таким чином необхідна розрядність лічильника визначається із співвідношення:

$$XXXX/Y = ZZZZ_{10} = (XXXX \ XXXX \ XXXX \ XXXX)_2$$

Тобто для забезпечення виконання заданих умов лічильник повинен складатися або з n корпусів двійково-десяткових лічильників (наприклад, K561IE14), або з $n-1$ корпусів двійкових лічильників (наприклад, K561IE11).

Для остаточного вибору типу лічильників врахуємо наступні умови.

- Різниця в кількості корпусів складає одну одиницю, що не істотно;
- Застосування двійкових лічильників не є обов'язковим, оскільки немає необхідності виконання арифметичних операцій комбінаційними суматорами, а операцію порівняння можна виконати на послідовних кодах;
- Застосування двійкових лічильників зажадає надалі перетворення паралельного двійкового коду у двійково-десяткові тетради для пристрою індикації, що значно ускладнить схему.

Виходячи із цього обираємо варіант побудови схеми на підставі двійково-десяткових лічильників з попереднім встановленням (паралельним записом). Властивості паралельного запису будуть використатися для регістра зберігання інформації й безперервного виводу її на індикацію. Це дозволить більш зручне зчитування інформації, при постійному відновленні її після чергового виміру. В якості елементної бази доцільно скористатись цифровими мікросхемами КМОП-технології, які характеризуються мікропотужним споживанням і відзначаються високою надійністю роботи в пристроях промислової автоматики.. Наприклад, серії K561. На підставі функціональної схеми і з урахуванням розрахунку кількості цифрових елементів розробимо принципову схему блоку вимірювача частоти. Вона наведена на рис.2.3.

Схема складається з:

1. одного корпусу логічних елементів DD1-3 (3I-НІ) K561ЛА9, на якому реалізовані електронні ключі для виміру частоти в такті T1 і подальшого перетворення її паралельного коду в послідовний в такті T2.
2. п'ятьох корпусів реверсивних двійково-десяткових лічильників з попереднім встановленням паралельним кодом DD2-7 K561IE14 в якості лічильника. Реверсивні властивості будуть використатися як указано в попередньому пункті для виміру частоти (режим додавання) і наступного перетворення в послідовний код з метою передачі по струмовій петлі на віддалений диспетчерський пункт (режим вирахування).

3. п'ятьох корпусів двійково-десяткових лічильників з попереднім встановленням паралельним кодом К561ИЕ14 DD8-13 в якості регістра зберігання.

4. п'ятьох дешифраторів DD14-19 двійково-десятьового коду в сімісегментний К561ИД2 для світлодіодних індикаторів HL1-6, наприклад АЛС324Б в якості вузлу індикації.

5. оптоелектронного перетворювача в якості буферного пристрою для передачі послідовного коду по струмовій петлі. Застосування оптрона покращить завадостійкість по каналу передачі даних.

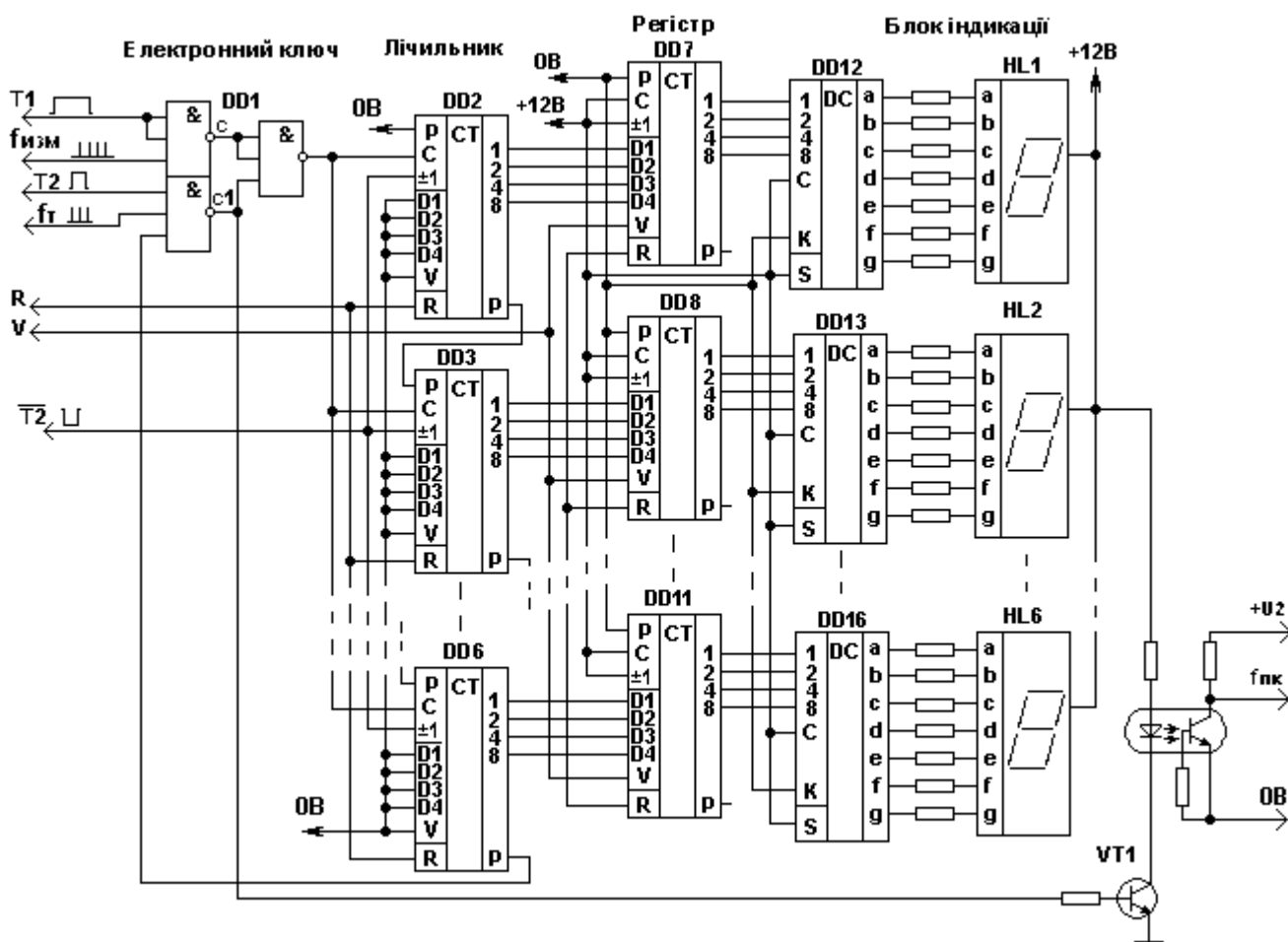


Рис.2.3. Цифрова функціональна схема блоку вимірювання швидкості ліфта

2.4. Блок керування і синхронізації пристрою [12,14]

Для створення умов цифрового вимірювання необхідно роботу її синхрогенератору стабілізувати по частоті кварцовим резонатором, наприклад 100 кГц, а для зручного керування роботою розподільника сигналів створити мережу частот з шагом в одну декаду. В цьому випадку можна обирати різні режими точності вимірювання. Принципова схема блоку управління і синхронізації представлена на рис. 2.4. Вона

складається з генератору тактових частот на DD1, стабілізованого кварцовим резонатором Z1 (100 кГц). В залежності від завданих умов декількох лічильників (в даному випадку вісьмох DD2-9) K561IE14, розподільника імпульсів DD10-11 K561IE8 і тактового генератора перетворювача паралельного коду в послідовний на K561JA7. Тривалість часу переліку частоти T1 при наданих початкових умовах складає: $1/0.1=10$ сек. Тривалості часу імпульсів V і R складає: $1/1000=0.001$ сек, а T2 – 0.006 сек.

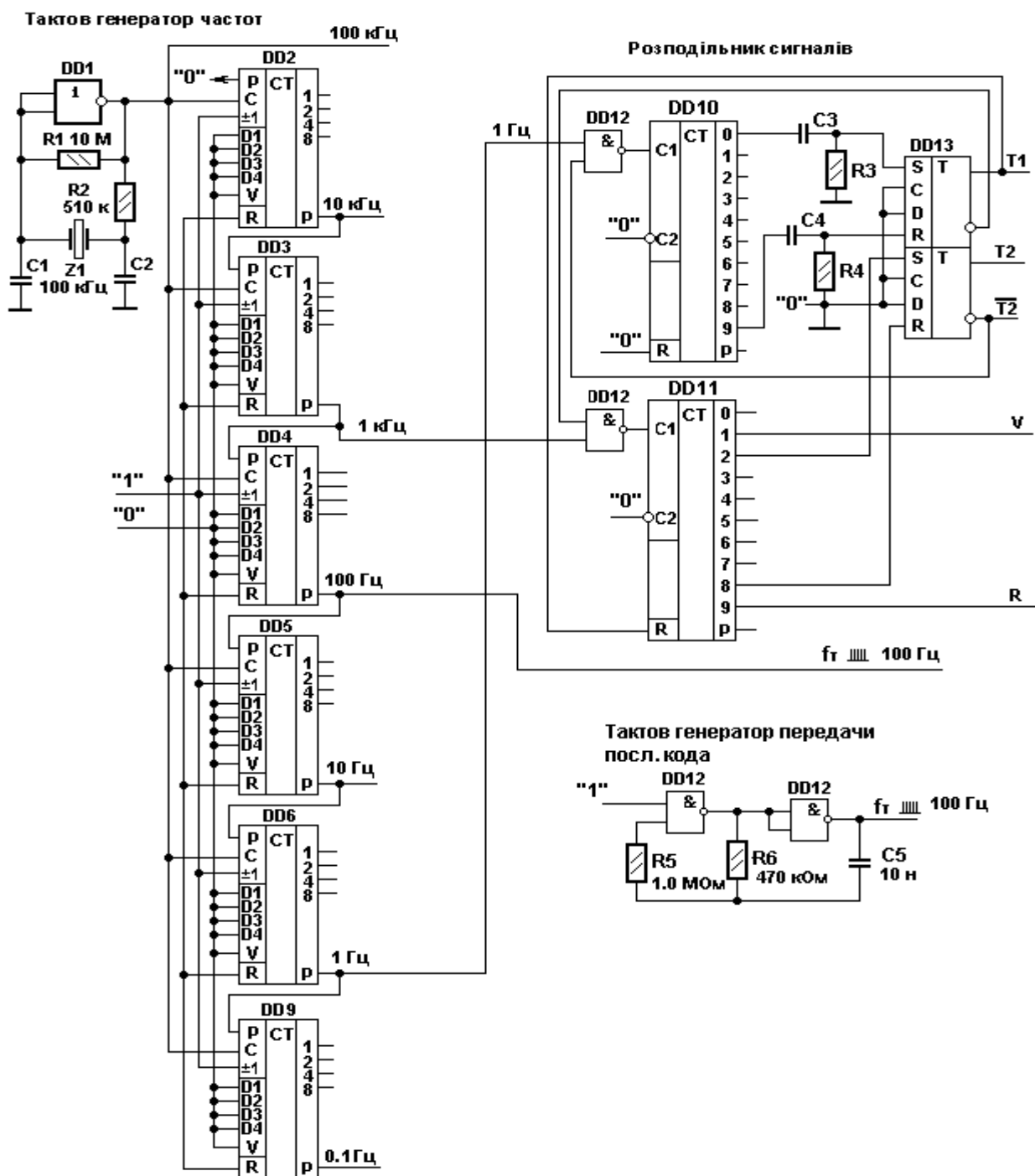


Рис. 2.4. Функціональна схема блоку керування і синхронізації

2.5 Розрахункова частина [14]

В цифровій схемотехніці в порівнянні з аналоговою робиться менш розрахунків і вони в основному стосуються розрахункам розрядності та кількості елементів. Деякі розрахунки, що стосуються визначень кількості корпусів мікросхем і формування часових параметрів імпульсів були виконані в попередніх розділах. Але іноді в якості генераторів імпульсів використовуються аналого-цифрові пристрої на підставі RC-ланцюгів. При цьому виникає вимога розрахунку сталих часу ланцюгів, а також параметрів R і C. В пристрої, що розробляється, в блоці управління і синхронізації використовується тактовий генератор для передачі послідовного коду на підставі мультівібратору. Розрахуємо параметри його елементів R5, R6, C5. Згідно методиці [1] $R5 \geq 2 R6$. $f \cong 450/(R6C6)$ (R – кОм (10^3 Ом), C – нФ (10^{-9} Ф), f – кГц.

При заданому значенні частоти передачі: $f_{п}=100$ Гц $f_{ц}=0.1$ кГц стала часу $R6C6=450/0.1 = 4500$ мкс ≈ 4.5 мс. Прийmemo значення $C6=10$ нФ. і одержимо $R6=4500/10 \approx 470$ кОм, $R5 \geq 2R6$ $R5= 1000$ кОм = 1 МОм.

При даних початкових умовах частоту 100 Гц можна також одержувати від тактового генератору блоку управління і синхронізації, де вже формується така частота (див. рис 2.4).

РОЗДІЛ 3

СУЧАСНІ ЛІФТИ І КОМП'ЮТЕРІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ

3.1 Деякі промислові ліфтові системи та їх технічні характеристики

За останні десятиріччя розвиток пасажирських ліфтів привів до їх великої безлічі і специфіки[4,25]. Параметри лікарняних ліфтів розраховуються виходячи з необхідності перевозити лежачих хворих. Дані моделі повинні забезпечувати вільне розміщення медичного персоналу каталок будь-якого розміру. Швидкість руху таких ліфтів значно нижче пасажирських, пов'язано це з мінімізація навантаження на людей що перевозяться.

Максимальна висота використання: теоретично необмежена;

Вантажопідйомність: 500, 630, 800 і 1000 кг;

Максимальна швидкість: 2 м/с.

Винахід ліфта без машинного приміщення стало проривом останніх 100 років в ліфтобудівництві. Зменшені шківни дозволили встановити електричну лебідку всередині ліфтової шахти що спричинило за собою повну непотрібність габаритного машинного приміщення на верхньому поверсі будівлі. Дана особливість дозволила здешевити вартість обладнання і здійснювати підйом аж до даху будівлі.

Максимальна висота використання обмежується 30 поверхами.

Вантажопідйомність: досягає 1600 кг ;

Максимальна швидкість: 2 м/с.

До ліфтів для інвалідів пред'являються певні вимоги, головним з яких є максимальна простота використання. Мінімальна ширина кабіни повинна становити 1100 мм, ширина дверей - 900 мм. Параметри кабіни 1950 на 1400 мм дозволяють людині в колясці маневрувати. Обов'язковою умовою є розміщення пульта управління на рівні висоти коляски.

Параметри найбільш затребуваною моделі:

Вантажопідйомність: 600 кг;

Швидкість підйому: 1 м/с;

Максимальна висота підйому: 75 м;

Ширина дверей: 900 мм.

Типи ліфтів з машинним відділенням

Даний тип ліфта був розроблений на початку 20 століття і став стандартом ліфтобудування на цілих 100 років. Особливістю даної конструкції є наявність машинного відділення для ліфта на верхньому поверсі будівлі. Завдяки системі противаг і потужної електричної лебідки даний ліфт може розвивати швидкості вище 2 м / с що дозволило встановлювати його на найвищі будівлі в світі. Єдиним мінусом даної моделі є висока вартість і потреба в додаткових приміщеннях.

Максимальна висота використання: немає;

Вантажопідйомність: для типових ліфтів 5000 кг, для унікальних необмежена;

Максимальна швидкість: 4 м/с.

Панорамні ліфти активно почали використовуватися на початку 21 століття. Найчастіше їх встановлюють в торгових центрах і елітних житлових будинках. У порівнянні зі звичайними моделями даний ліфт має ряд переваг, в першу чергу це стосується відсутності шахти і машинного приміщення. За типом приводу даний ліфт може бути як електричний, так і гідравлічний. Типових панорамних моделей не існує, кожен екземпляр розробляється індивідуально в залежності від дизайну будівлі.

Максимальна висота використання: 60 м;

Вантажопідйомність: індивідуальна;

Максимальна швидкість: 4 м/с.

Класифікація ліфтів для ресторанів включає всього кілька моделей. Кожна модель розробляється виходячи з індивідуальних параметрів і потреб. У більшості випадків вантажопідйомність таких моделей не перевищує 100 кг, а обсяг кабіни становить до 1 кубічного метра.

Параметри найбільш затребуваною моделі:

Вантажопідйомність: 100 кг;

Швидкість підйому 1м/с;

Максимальна висота підйому: 3 зупинки.

3.2 Інтерфейси передачі цифрових даних контролю керування ліфтами

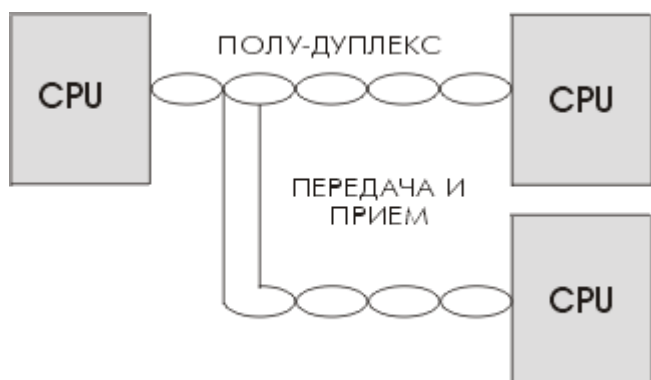
Сучасні інформаційно-вимірювальні системи використовують комп'ютерні технології. Для сполучення комп'ютера або мікроЕОМ з будь якою вимірювальною апаратурою використовуються різні інтерфейси. В залежності від вимог по відстані передачі можуть використовуватись, зокрема інтерфейси, що представлені в таблиці.

Інтерфейс	Макс. швидкість	Тип	Довжина ліній зв'язку	Топологія
<u>Centronics</u>		Паралельний	1,8m	полудуплекс, точка-точка
<u>RS-232</u>	115Kbps		15m	дуплекс, точка-точка
<u>RS-485</u>	10Mbps	Диференціальна	1200m	полудуплекс, багатоточечна

3.2.1 Паралельний інтерфейс Centronics

Паралельний інтефейс розроблений для підключення відповідного класу принтерів та сканерів може бути застосований для зв'язку комп'ютерного пристрою з вимірювальним приладом але на незначній відстані. Тому вони рідко виконують такі функції які більш зручні для послідовних інтерфейсів.

3.2.2 Послідовний інтерфейс RS-485



Стандарт	EIA RS-485
Швидкість передачі	10 Мбит/с (максимум)
Відстань передачі	1200 м (максимум)
Характер сигналу, лінія передачі	диференційна напруга, скручена
Кількість драйверів	32
Кількість приймачів	32
Схема з'єднання	полудуплекс, багатоточечна

Протокол зв'язку RS-485 є найбільш широко використовуваним промисловим стандартом, що використовують двонаправлену збалансовану лінію передачі. Протокол підтримує багатоточкові сполуки, забезпечуючи створення мереж з кількістю вузлів до 32 і передачу на відстань до 1200 м. Використання повторювачів RS-485 дозволяє збільшити відстань передачі ще на 1200 м або додати ще 32 вузла. Стандарт RS-485 підтримує напівдуплексний зв'язок. Для передачі і прийому даних достатньо однієї скрученої пари провідників.

3.3 Комп'ютеризовані системи контролю руху ліфта[25].

Комп'ютерні системи постійно розвиваються і удосконалюються. В той же час морально застарилі системи не вичерпали усі свої можливості і при бажанні їх деякі властивості можуть бути використані. Зокрема їх інтерфейси обчислювальні можливості, мережеві технології та інше в сукупності з зовнішніми пристроями, датчиками і виконавчими механізмами можуть використовуватись, наприклад, в системах компютеризованого контролю роботи комунального господарства. Наприклад, компютери що мають паралельний порт, якій зручно програмується, можуть сумісно з цифровими промисловими датчиками переміщень виконувати функції контролю похідних, швидкості, прискорень, навантажень, температур, тощо і передавати інформацію до відповідних служб.

Що стосується апаратних властивостей LPT порту, то це 8-розрядна TTL технологія. Програмування дотатньо не складне і перевірено на створенні ряда стендів для лабораторних робіт. Майже всі наведені нижче приклади будуть працювати тільки в DOS і Win9x. Деякі складності можуть бути з застосуванням з системами WinNT, Win2K і WinXP, тому що вони не дозволяють безпосередньо спілкуватися з портом, але теоретична частина однакова для усіх систем.

Характеристики LPT-інтерфейсу.

Порт lpt має 8 основних розрядів виходи/входи - контакти 2-9. Керувати ними не складно, потрібно просто посилати в порт певну кількість команд

Программирование LPT порта. Почти все описанные ниже примеры будут работать только в DOS и Win9x. В системах WinNT, Win2K и WinXP это работать не будет, т.к. они не разрешают напрямую общаться с портом. Теоретическая часть одинакова для всех систем.

У lpt порта есть 8 основных выходов - выводы 2-9. Управлять ими не сложно, нужно просто посылать в порт определенное число вагу розряду:

1 вихід	$2^0=1$
2 вихід	$2^1=2$
3 вихід	$2^2=4$
4 вихід	$2^3=8$
5 вихід	$2^4=16$
6 вихід	$2^5=32$
7 вихід	$2^6=64$
8 вихід	$2^7=128$

Щоб задіяти перший вихід, необхідно надіслати в порт одиницю. Щоб запитати п'ятий, посилаємо 16 і т.п. Нуль посланий до порту "погасить" всі виходи, а число 256 запитає все відразу.

Відразу напрошується питання – як запитати кілька виходів одразу. Відповідь - просто скласти коди виходів: Наприклад, нам потрібно запитати виходи 3, 6 і 8, беремо і

складаємо коди цих висновків: $4+32+128=164$, посилаємо в порт число 164. Так, а тепер погасимо один із виходів. наприклад, 6. Зараз на порт у нас надіслано 164, віднімемо від цього код шістки (32). Вважаємо $164-32 = 132$, посилаємо в порт число 132 і бй вихід гасне.

Важко? Тоді ще варіант без обчислень взагалі: Беремо звичайний калькулятор із windows (calc.exe), вибираємо інженерний варіант у меню "вигляд". Переходимо на двійкову систему (bin). Так, тепер якщо нам потрібно запитати виходи 3 і 5: маємо у своєму розпорядженні виходи по порядку від 8 до 1 8-7-6-5-4-3-2-1

тепер замінюємо все, що потрібно запитати, на 1, а що має бути погашено – на 0.
0-0-0-1-0-1-0-0

вводимо в калькулятор отриману комбінацію 00010100 і перемикаємося назад на десяткову систему (Dec), введене нами число змінюється на 20. Отже, щоб запитати виходи 3 і 5, нам потрібно послати в порт число 20.

Практично: для того щоб надіслати в порт якесь число, потрібно знати базову адресу порту. Зазвичай перший порт LPT знаходиться за адресою 378.

Адреса звісні, спробуємо надіслати туди щось. Наприклад візьмемо Pascal, мова проста.

```
Uses Dos;
Var data:byte; {переменная DATA типа byte}
Begin
Readln(data); {читаймо змінну - ввід через Enter}
Port[378]:=data; {посылаем в порт}
End.
```

Якщо цей код набрати Pascal 7.0 і скомпілювати, то отримаємо найпростішу програму для управління портом. У програмі потрібно ввести потрібне число та натиснути Enter. Прога надішле введене число в порт і закриється.

Щоб дізнатися, яке число зараз присвоєно порту (що там зараз лежить) можна використовувати такий код:

```

Uses Dos;
Var data:byte; {змінна DATA типу byte}
Begin
data:=Port[378]; {читаймо значення порта}
writeln(data); {виводим на екран полученое значение}
End.

```

Це був приклад Pascal і працювати він буде під DOS.

У Win9x програма відкриється у вікні, у режимі емуляції MSDOS.

Якщо такий варіант не влаштовує і знання дозволяють програмувати на Delphi, то приклад управління портом з Delphi. Стандартних функцій для роботи з портом я не знайшов і використовував вставки на асемблері:

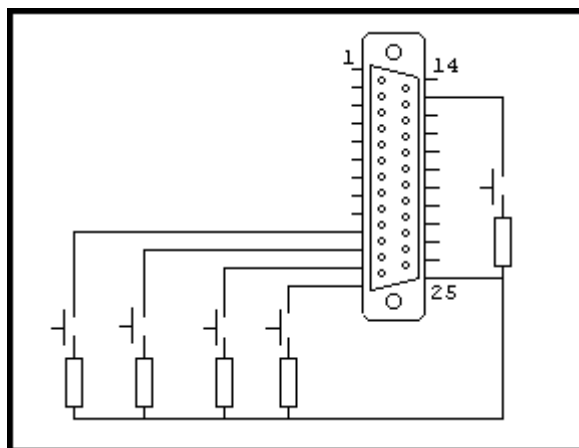
```

asm
MOV DX,0378H
MOV AL,data //data - то, что послать.
OUT DX,AL
end;

```

Цей код можна вставити в програму, попередньо надавши змінній data потрібне значення.

.Апаратна частина. Схема підключення кнопок та перемикачів виявилася такою ж простою як і схема підключення світлодіодів:



Для введення інформації використовуються 5 стандартних входів - контакти 10, 11, 12, 13 та 15.

Початковий стан контактів – “1”, тобто на них напруга 5V.

Отже, замкнувши виведення порту на землю (контакти 18-25), переведемо його у стан "0". Замикати виведення прямо на землю я з'єднав його із землею через резистор у 470 му. Можна обійтися і без резистора - все добре працює, але краще не ризикувати.

Для подальших експериментів я зібрав панельку з 5 кнопочок за наведеною схемою і дістав з архівного диска компілятор Turbo Pascal 7.1 (те саме що і Pascal 7.0).

Тим, хто не вміє працювати з портами, раджу прочитати попередню статтю "Основи програмування LPT". Як там зазначено, вважати значення на виходах порту можна одним рядком: `data:= port[$378]`, де \$378 - базова адреса порту. Це виходи, ними керувати ми вже вміємо. А входи хочуть за адресою "базовий+1", ті. \$379 пробуємо вважати:

```
Uses Dos;
Var data:byte; {змінна DATA типа byte}
Begin
data := Port[$379]; {читаймо значення порта в data}
writeln(data); {виводимо значення на екран}
End.
```

В результаті на екрані залишиться число 120 (у мене так:)). Натискаємо одну з кнопок, запускаємо програму ще раз – число змінилося. Щоб не мучитися із запуском програми та її закриттям, а просто натискати на кнопки і дивитися, я трохи допрацював програму:

```
Uses dos, crt;
var data : byte;
BEGIN
clrscr;
while not keypressed do {пока не нажата кнопка на клавіатуре...}
begin
{повторяем код от сюда.....}
data := port[$379]; {читаем значение порта в data}
gotoxy(1,1); {ставим курсор в позицию 1,1 на экране}
```

```

write(' ');      {пишем пробелы чтобы замазать текст}
gotoxy(1,1);     {возвращаем курсор назад в позицию 1,1}
write(data);     {выводим значение на экран}
delay(100);      {задержка в 100мс.(не точно!)}
end;
{.....до сюда}END.

```

```
asm MOV DX,379h;
```

```
IN AL,DX
```

```
MOV data,AEnd;
```

Ця програма робитиме наступне: виведе значення порту на екран, зачекає 100мс, поверне курсор на початок рядка і замінить старе значення на нове і так доти, доки не натиснута кнопка на клавіатурі.

Тепер можна запустити програму, прибрати клавіатуру з мишкою убік та спостерігати за змінами.

Ось тепер починається головоломка ... Методом тикуну я знайшов, що кожній кнопці відповідає своє значення (свій біт), значення присвоєно дуже дивно, може пізніше я розберуся чому, але поки просто:

№ контакта раз'єма LPT	значення
10	64
11	128
12	32
13	16
15	8

Тут не випадково виділено 11 контакт жирним, він відрізняється з інших - він логічно інвертований,. Якщо всі наші кнопки система вважає віджатими, то цю вона вважає замкненою. А якщо її замкнути, то система думатиме, що кнопка віджата.

Тепер як це все впливає на загальну кількість, яку ми вважали (120):

Якщо натиснути одну з наших кнопочок, то від загальної кількості відніметься значення цієї кнопочки (див. таблицю).

Наприклад, ми натискаємо кнопку підключену до контакту 10 і число відразу зменшується на 64 (див. прогу), відпустимо і значення знову збільшиться на 64. А тепер натиснемо кнопку на виведенні 15 - значення зменшилося на 8, відпустили і воно знову збільшилося.

А що буде, якщо натиснути особливу 11 кнопку? Натискаємо - значення не поменшало, а зросло, відпустили і воно знову поменшало. Ось чим ця кнопка відрізняється від решти 4.

А тепер, як дізнатися програмі, що натиснуто? Робимо так:

Запам'ятаємо що зараз у порту, при зміні значення порівнюю з тим, що було і що вийшло, якщо відрізняється на 64, значить натиснута 10 кнопка, якщо відрізняється на 32, значить кнопка 12 і тд. Щоб визначити натиснуту або відпущену, потрібно враховувати збільшилося чи зменшилося.

Тобто, якщо число поменшало на 32, то натиснута кнопка 12, а якщо число збільшилося на 32, значить кнопку 12 відпустили. Але тут слід враховувати, що кнопка зі значенням 128 (11вывод) працює навпаки. Ось те саме, тільки програмно:

```
Uses Dos;
uses dos, crt;
var bylo, stalo : word;   razn : integer ;
BEGIN
clrscr;
bylo := port[$379];
while not keypressed do
begin
stalo := port[$379];
razn := stalo - bylo;
case razn of
-64 : writeln('нажата кнопка 10 !');
64 : writeln('отпущена кнопка 10 !');
```

```

-32 : writeln('нажата кнопка 12 !');
32 : writeln('отпущена кнопка 12 !');
128 : writeln('нажата кнопка 11 !');
-128 : writeln('отпущена кнопка 11 !');
end;
bylo := stalo;
end;
END.

```

Стосовно електроніці LPT. Як зазначено цей порт виконан по цифрової ТТЛ технології. Тому у найпростішому варіанті можна використовувати кнопки або перемикачі як в експериментальній панелі, можна поставити геркон, т.к. це теж кнопка, тільки магнітна, можна контакти реле... Але тут потрібно пам'ятати про "брязкіт" контактів - неякісний вимикач обов'язково даватиме повторні спрацьовування в програмі. Якщо точність не потрібна, можна просто збільшити затримку з 100 мс до, наприклад, 1 секунди і тоді програма просто не обробить повторні натискання. А якщо потрібна точність, то треба щось вигадувати.

Теоретично, зв'язати порт з будь-яким низьковольтним пристроєм через транзистор, тобто. замикати контакти не кнопкою, а транзистором. Наприклад, у нас є схема, в якій світлодіод загоряється коли хтось проходить поруч із пристроєм, якщо світлодіод підключений прямо до виведення мікросхеми, просто підпаюємо до ніжки мікросхеми замість світлодіода резистор, а резистор до бази транзистора емітер з колектором якого підключені замість вимикача до ніжці.

Також важливо для заводо захищеності застосувати міри захисту від електромагнітних коливань. Зокрема кабель до датчиків повинен бути екранованим, а екран надійно заземлений. Для надійності треба застосовувати оптоелектронні розв'язуючі елементи на вході-виході.

Таким чином морально застарілі компютери можуть використовуватись як керуючий контролер і інформаційно-вимірювальний прилад з широкими можливостями обробки, обміна, керування деяких об'єктів комунального господарства.

ВИСНОВКИ

На основі зробленого по джерелам аналізу можна зробити такі висновки:

1. Основними характеристиками ліфта є вантажопідйомність, швидкість, продуктивність і висота підйому. Ліфти мають дуже широку класифікацію: по виду вантажів; за способом обслуговування; за швидкістю руху кабіни; відповідно до типу приводу підйомного механізму.
2. Нещодавно, революційні концепції пасажирських ліфтів визначили розташування лебідки і обмежувача швидкості безпосередньо в шахті ліфта, в зв'язку з цим відпала необхідність в машинному або іншому відповідному приміщенні, звідси і пішла назва “без машинного приміщення”.
3. В процесі розробки аналого-цифрових пристроїв [14] виділяються два етапи. На першому етапі, який можна назвати структурним проектуванням, завданий неформально алгоритм розроблювач представляє у вигляді послідовності деяких операторів. Таких, як одержання результату, перерахунок, перетворення коду, передача інформації. При цьому використовується обмежений набір загальноприйнятих операторів. Для забезпечення ефективного проектування цифрових пристроїв розроблювач повинний вибрати найбільш раціональні: варіант рішення поставленої задачі; математичну модель на основі алгебри логіки.
4. Для сполучення комп'ютера або мікроЕОМ з будь якою вимірювальною апаратурою використовуються різні інтерфейси. В залежності від вимог по відстані передачі можуть використовуватись, зокрема інтерфейси: Centronics, RS- 232, RS – 485.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила безпеки у вугільних шахтах. – Інформ.-аналітичн. центр «ЛІГА», 2010. – 187 с.
2. Barkand T. D. Investigation of the accident and installation and testing of dynamic braking on the main elevator at Duquesne Light, Warwick Mine, #3 North Portal / T. D. Barkand // MSHA. Mine Electrical Systems Division Investigative Report C-052287-12. May 1987. URL: <https://arlweb.msha.gov/s&hinfo/paper5.htm>
3. Barkand T. D. Emergency braking systems for mine hoists / T. D. Barkand // MSHA. United States Department of the Interior. Bureau of Mines. Mineral Commodity Summaries 1992. p.5. U.S. Government Printing Office. 1992-619-434/41349. URL: <http://www.msha.gov/s&hinfo/techrpt/hoist/paper6.htm>
4. Траубе Е.С. Тормозные устройства и безопасность шахтных подъемных машин / Е. С. Траубе, И.С. Найденко // – М. : Недра, 1980, – 256 с.

5. Алистратова И. Е. Системы автоматически регулируемого предохранительного торможения шахтных подъемных машин // И. Е. Алистратова, Н. Л. Беликов, В. И. Васильев, И. П. Ковалевский, В. Е. Католиков, С. Н. Шапочка / : Обзор ЦНИЭИуголь. – М.: 1987. – Вып. 22. – 42 с.
6. Киричок Ю. Г. Привод шахтных подъемных установок большой мощности / Ю. Г. Киричок, В. М. Чермалых // – М. : Недра, 1972. – 336 с.
7. Чермалых В. М. Исследование сложных электромеханических систем / В. М. Чермалых // – К.: КПИ, 1979. – 63 с.
8. Беликов Н.Л. Динамические явления при регулируемом предохранительном торможении / Н.Л. Беликов, В.И. Васильев, С.Н. Шапочка, И.Е. Траубе // Уголь Украины – 1983. – № 1. – С. 26 – 27.
9. Давыдов В.Л. Динамика горных машин / В.Л. Давыдов, Б.А. Скородумов / В.Л. Давыдов, Б.А. Скородумов //– М. : Госгортехиздат, 1961. – 335 с.
10. Ажогин В.В., Згуровский М.З. Моделирование на цифровых, аналоговых и гибридных ЭВМ / В. В. Ажогин, М. З. Згуровский // – К. : Вища школа., 1982. – 280 с.
11. А.с. № 1447743 СССР, МКИ В 66 В 5/00 / Устройство для управления приводом шахтной подъемной машины / Васильев В. И., Дубовик В. Г., Чермалых В. М. // Открытия. Изобретения. - 1988. Бюл. № 48.
12. Подлесный Н. И., Рубанов В. Г. Элементы систем автоматического управления и контроля / Н. И. Подлесный, В. Г. Рубанов //– К.: Вища школа., 1982. – 472 с.
13. Абакумов В.Г. Электронные промышленные устройства. Киев, изд. ”Вища школа”, 1978, 376 с.
14. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни “Цифрова схемотехніка”. КіСумДУ, 2006.
15. Католиков В.Е. Автоматизированный электропривод подъемных установок глубоких шахт / В.Е. Католиков, А.Д. Динкель, А.М. Седуниин // – М. : Недра, 1983. – 270 с.

16. Степанов А.Г. Аварийное торможение подъемных установок сверх глубоких шахт. Горное оборудование и электромеханика №7, 2014 г., с. 33-41.

17. А. с. № 1715705 СССР, МКИ В 66 В 1/32 / Способ дискретного управления тормозом шахтной подъемной машины / Васильев В.И., Чермалых В.М., Матвиенко Н.П. // Открытия. Изобретения. - 1992. Бюл. № 8.

18. Васильев В.И. Формирование рациональных воздействий для управления предохранительным торможением шахтных подъемных установок / В.И. Васильев // Гірнична електромеханіка та автоматика: Наук.-техн. зб. – 2002. – Вип. 68. – С. 96-100.

19. Васильев В.И. Применение нелинейных фильтров в системе управления предохранительным торможением подъемных установок / В. И. Васильев, Л. А. Козьякова, Е.И. Алтухов // Вестн. Киев. политехн. ин-та. Горная электромеханика и автоматика. - К.: 1984. – Вып. 15. – С. 13 – 15.

20. А.с. № 1296500 (СССР) Устройство для управления приводом шахтной подъемной машины / Чермалых В.М., Васильев В.И., Матвиенко Н.П. // Открытия. Изобретения. - 1987. Бюл. № 10.

21. Васильев В.И. Регуляторы давления для систем регулируемого предохранительного торможения / В.И. Васильев, Н.П. Матвиенко // Механизация и автоматизация производства., 1990, № 11.– С. 25-27.

22. А.с. № 1680614 СССР, МКИ В66В 1/32 5/00 / Устройство для управления приводом тормоза шахтной подъемной машины / Чермалых В. М., Васильев В.И., Матвиенко Н.П. // Открытия. Изобретения. - 1991. Бюл. № 36.

23. Литягин В.Ф. Построение системы управления предохранительным торможением ШПМ с многоступенчатым дисковым тормозом / В.Ф. Литягин, В.И. Васильев // Уголь Украины – 1989. – № 7. – С. 23 – 24.

24. Васильев В.И. Компьютерное моделирование предохранительного торможения шахтной подъемной установки / В. И. Васильев // АСУ и приборы

25. Васильев В.И. Пути снижения динамических нагрузок в канатах шахтных подъемных установок системами автоматически регулируемого предохранительного

торможения / В. И. Васильев // Стальные канаты: Сб. науч. тр. / МАИСК. – Одесса: “Астропринт”, 2010, №8. – С. 18-29.

26. Васильев В.И. Компьютерное исследование динамики остановки ШПУ при предохранительном торможении / В. И. Васильев // Вісник Сум ДУ. Серія Технические науки, 2011, №1 – С. 84-88.

27. http://www.know-house.ru/info_new.php?r=engineering&uid=712 –
Класификация лифтов, дата доступа:..

28. <http://www.liftspas.ru/read/5/5-tehnicheskaya-harakteristika-liftov.html> -
технические характеристики лифтов,

29. <http://mash-xxl.info/info/633461/> - Энциклопедия по машиностроению XXL,