

УДК 681.124:686.1.053

ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИЙ ПРИСТРІЙ ФАЛЬЦЮВАЛЬНИХ МАШИН З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМОВАНИХ ЛОГІЧНИХ КОНТРОЛЕРІВ

О. Р. Казьмірович, Р. В. Казьмірович

Українська академія друкарства,
вул. Підголоско, 19, Львів, 79020, Україна

Розроблено лабораторну установку інформаційно-керуючого пристрою для формування пачок сфальцьованих аркушів заданого обсягу, обліку їх кількості й загального обсягу сфальцьованих аркушів та вимірювання швидкодії фальцювальних машин.

Ключові слова: фальцювальні машини, автоматизація, лічильно-групувальний пристрій, продуктивність, програмований логічний контролер, сфальцьовані аркуші

Постановка проблеми. На фальцювальних машинах (ФМ) сфальцьовані аркуші групують у пачки. Окрім загального обліку напівфабрикатів, комплектування зошитів у пачки забезпечує завантаження обтискних пресів та підбиральних машин однаковою кількістю зошитів, що підвищує стабільність зусиль притискання зошитів, а водночас стабільність геометричних розмірів зошитів за їх товщиною.

Переважно обсяг таких пачок становить 50 або 100 зошитів. Групування зошитів у пачки на більшості ФМ у вітчизняних друкарнях здійснюється ручним способом. Ручний підрахунок та групування в пачки сфальцьованих аркушів здійснюється на приймальному столі ФМ, де зошити фальцями вперед з останнього фальцапарата на великій швидкості падають на стрічковий транспортер, що рухається повільно, гальмуються і укладаються в каскадний потік. Такий підрахунок належить до розряду малокваліфікованих та монотонних ручних операцій, які займають значний обсяг робіт. Достовірність ручного підрахунку вказаних напівфабрикатів не завжди є достатньо високою. Тому автоматизація обліку зошитів, формування їх в пачки та контроль продуктивності ФМ належать до актуальних завдань як вітчизняного машинобудування, так і поліграфічного виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для формування пачок зошитів та їх обліку автори розробили лічильно-групувальні пристрої, які побудовані на базі завадостійких інтегральних мікросхем серії K511 [1, 2]. При цьому враховано, що у поліграфічній промисловості застосовують щораз складніші технологічні процеси, які потребують неперервного розширення та централізації процесів управління, а тому зумовлюють дедалі більшу потребу в інноваційних системах автоматичного керування. Широке використання у друкарнях систем автоматизованого управління [3, 4] також збільшує запит на прогресивні системи автоматичного керування. Вони містять спеціальні програмно-апаратні комплекси, які дають змогу збирати фактичні дані про роботу поліграфічного обладнання, реєструвати час виконання, тиражний виробіток та технологічні

відходи за плановими технологічними операціями. Ці структурні комплекси зазвичай складаються з сервера, який призначений для моніторингу обладнання та передавання виробничої інформації у бази інформаційно-керуючої системи, концентратора для організації роботи мережі цеху і контролерів, які реєструють фактичні дані щодо роботи обладнання й виконання технологічних операцій. Це забезпечує підвищення достовірності та точності інформації щодо процесу виробничого виконання технологічних операцій за замовленнями.

Мета статті — розширити і централізувати інформаційно-керуючий пристрій ФМ шляхом розробки пристрою для обліку зошитів і контролю продуктивності на ФМ із використанням програмованих логічних контролерів (ПЛК), які є компактними функціонально завершеними виробами, що призначені для побудови пристроїв автоматики з логічною обробкою інформації із використанням мережевих комунікацій. Алгоритм функціонування модулів задається програмою, складеною з набору вбудованих функцій.

Застосування ПЛК дає можливість зменшити витрати зусиль користувачів на їх програмування завдяки представленню програми у вигляді логічних символів драбинної релейно-контактної діаграми, а елементів (таймерів, лічильників) — у вигляді готових функціональних блоків. Витрати на розробку і виготовлення пристроїв спряження кіл силового електроустаткування з мікропроцесорною частиною контролера також зменшуються, оскільки ПЛК виготовляють з готовими інтерфейсами вводу-виводу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Запропоновано інформаційно-керуючий пристрій (ІКП) ФМ на основі застосування ПЛК LOGO! TD фірми Siemens [5–7]. ІКП формує пачки зошитів (обсягом 50 зошитів) і проводить облік їх кількості, здійснює облік загальної кількості сфальцьованих аркушів і вимірює швидкодію ФМ в одиницях *цикл/хв*.

На рис. 1 наведено принципову електричну схему ІКП ФМ. Конструктивно пристрій складається з: фотоелектричного датчика сигналів (*VT1-DD1.1*), який фіксує подачу аркушів у фальцапарат; ПЛК LOGO! TD; схеми форсованого керування електромагнітом механізму пригальмовування зошитів; джерел живлення напругою 24В і 15В.

Вмикають ІКП перемикачем *S1*. За допомогою кнопок *S2*, *S3* і *S4* здійснюється, відповідно, обнулення лічильника зошитів у пачці, лічильника кількості пачок і лічильника загальної кількості сфальцьованих зошитів. Вся інформація з контролера виводиться на текстовий дисплей LOGO! TD. Світлодіод *VD5* слугує для індикації сигналу на включення електромагніту *YA* механізму формування пачки зошитів. Автоматичне групування зошитів у пачки на ФМ проводиться шляхом відштовхування останнього зошита у пачці або його пригальмовуванням [1].

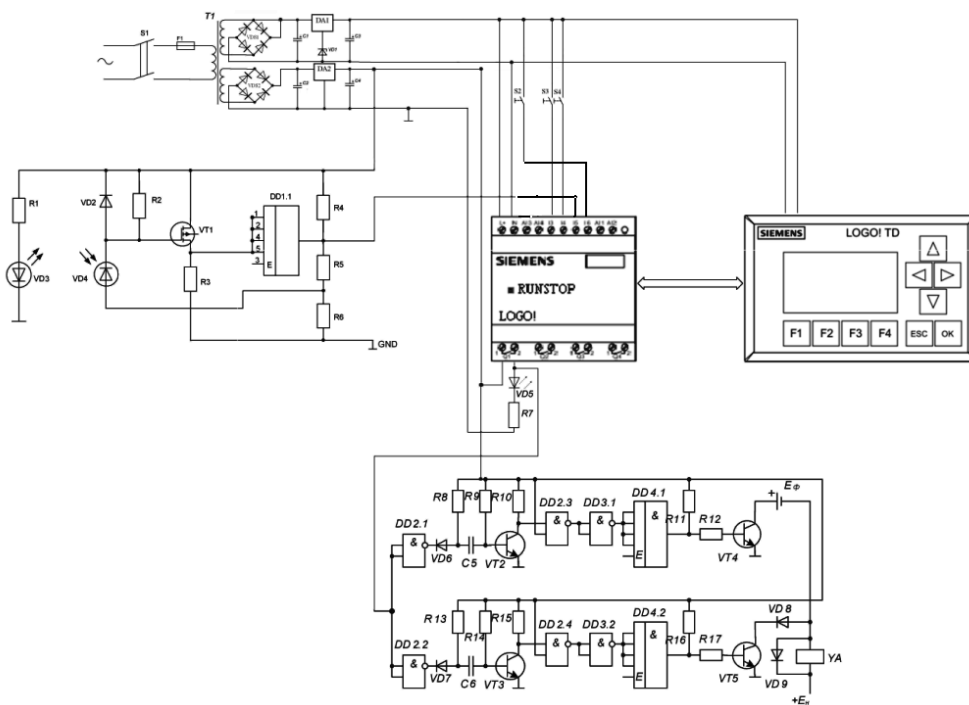


Рис. 1. Принципова електрична схема ІКП ФМ

У таблиці наведено вхідні та вихідні компоненти ПЛК LOGO!TD.

Таблиця

Вхідні та вихідні компоненти ПЛК LOGO!TD

Входи та виходи	Функція
I3	Кнопка обнулення лічильника кількості пачок сфальцьованих аркушів
I4	Кнопка обнулення лічильника загальної кількості сфальцьованих аркушів
I5	Фотоелектричний датчик обліку сфальцьованих аркушів
I6	Кнопка обнулення лічильника кількості сфальцьованих аркушів у пачці
Q1	Схема форсованого керування електромагнітом механізму формування пачки зошитів

Приклад вікна текстових повідомлень на дисплеї LOGO! TD в режимі симуляції подано на рис. 2.

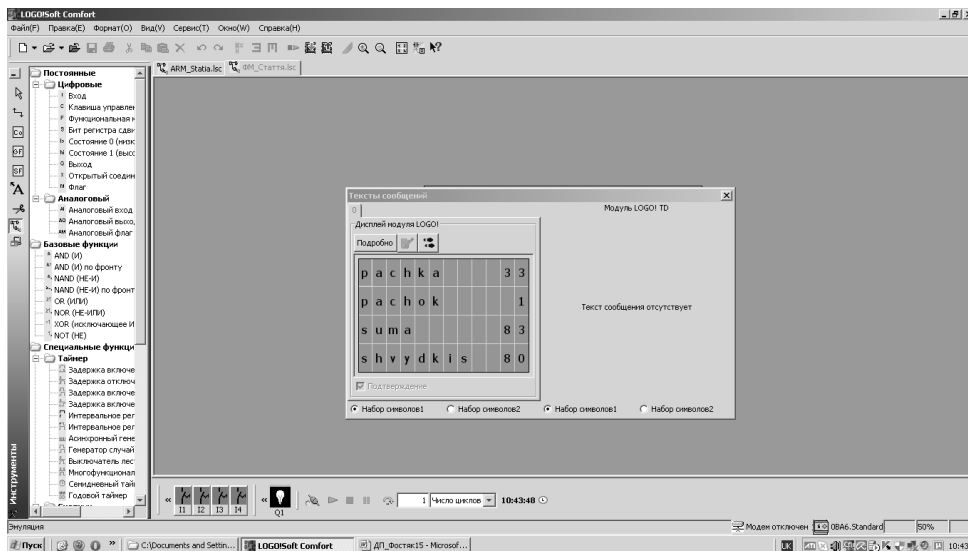


Рис. 2. Зміст текстових повідомлень на дисплеї LOGO! TD в режимі симуляції

Прискорення спрацьовування електромагніту YA механізму формування пачки зошитів найкраще здійснюється шляхом подання на обмотку електромагніту прямокутного форсуєчого імпульсу напруги із наступним перемиканням на номінальну напругу [8, 9]. Схема керування електромагнітом механізму відштовхувача побудована з використанням завадостійких інтегральних мікросхем серії $K511$. Електромагніт YA живиться за допомогою вихідних транзисторів $VT4$ і $VT5$ від джерел живлень основної E_n і форсованої E_ϕ напруги. У вихідному стані транзистори $VT4$ і $VT5$ закриті. Струм в обмотці електромагніту дорівнює нулеві. Сигнал групування зошитів на виході $Q1$ ПЛК запускає два елементи витримок часу $DD2.1-VT2-DD2.3$ та $DD2.2-VT3-DD2.4$.

Електромагніт YA вмикається на час

$$t_2 = t_1 + t_{\text{відн}}, \quad (1)$$

де t_1 — тривалість вихідного імпульсу елемента $DD2.4$; $t_{\text{відн}}$ — час відпускання електромагніту, який при шунтуванні електромагніту діодом $VD9$ відносно великий. Тривалість вихідного імпульсу елемента $DD2.3$ відповідає тривалості форсуєчого імпульсу $t_\phi < t_1$.

Імпульси з елементів витримок часу поступають через відповідні інвертори $DD3.1$, $DD3.2$ та підсилювачі потужності $DD4.1$, $DD4.2$ на вихідні потужні транзистори $VT4$, $VT5$, які вмикають електромагніт механізму відштовхувача YA .

У стані форсованого ввімкнення вихідні транзистори $VT4$ і $VT5$ насичені, діод $VD8$ закритий напругою $(E_\phi - E_n)$, і до електромагніту прикладена напруга $(E_\phi + E_n)$.

Струм в обмотці електромагніту змінюється згідно із відношенням

$$i_m(t) = \frac{E_\phi + E_n}{R_m} \left(1 - \exp\left(-\frac{t \cdot R_m}{L_m}\right) \right), \quad (2)$$

де R_m , L_m — відповідно активний опір та індуктивність обмотки електромагніту.

Через час t_ϕ транзистор $VT4$ закривається. Струм навантаження протікає через транзистор $VT5$ і діод $VD8$ під дією напруги E_n . Максимальна форсована напруга E_ϕ , яка може бути прикладена до транзистора $VT4$: $E_{\phi_{\max}} = U_{ke_{\max}} - E_n$ (для транзисторів $VT4 \div VT5$ $KT829A$ $U_{ke_{\max}} = 100$ В).

Час вмикання електромагніту

$$t_{ам} = t_{руш} + t_{рух} \tag{3}$$

де $t_{руш}$ — час рушення якоря електромагніту; $t_{рух}$ — час руху якоря.

Час рушення дорівнює часові наростання струму обмотки до рівня, що відповідає струмові рушення якоря $t_{руш} < t_n$. Враховуючи, що час $t_{руш}$ становить значну частку $t_{ам}$, скорочення $t_{руш}$ суттєво зменшує $t_{ам}$.

Вважаючи, що $i_m = I_{руш}$ з формули (2), визначаємо час рушення якоря електромагніту

$$t_{руш} = \frac{L_m}{R_m} \ln \frac{E_\phi + E_n}{E_\phi + E_n - I_{руш} R} \tag{4}$$

Графік залежності $t_{руш} = f(E_\phi)$ для електромагніту з параметрами $R_m = 6$ Ом, $L_m = 0,006$ Гн, $E_n = 6$ В, $I_n = 1$ А при різних значеннях $I_{руш}$ наведено на рис. 3.

Для одержання витримок часу елементами $DD2.1 - VT2 - DD2.3$ і $DD2.2 - VT3 - DD2.4$ використаний принцип перезаряду конденсаторів, який виключає залежність витримок часу від повільних змін напруги живлення.

Вимірювання швидкості роботи ФМ здійснюється методом частотно-цифрового перетворення [10], тобто підрахунком кількості періодів T_x , яке вміщується у відомому еталонному проміжку часу $T_{ц}$. Результат підрахунку пропорційний частоті (швидкості) f_x

$$T_x = \frac{T_{ц}}{T_x} = T_{ц} \cdot f_x \tag{5}$$

Покази лічильника чисельно дорівнюють середньому значенню вимірюваної частоти f_x за час $T_{ц} = 1$ хв.

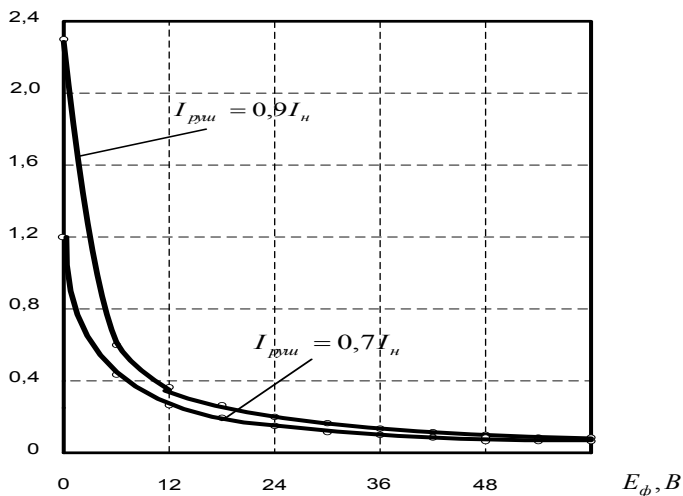


Рис. 3. Графік залежності $t_{руш} = f(E_\phi)$ при різних значеннях $I_{руш}$

Загальний вигляд лабораторного зразка фотоелектричного датчика імпульсів і лабораторного зразка ІКП ФМ на основі ПЛК LOGO! TD подано на рис. 4 та 5.

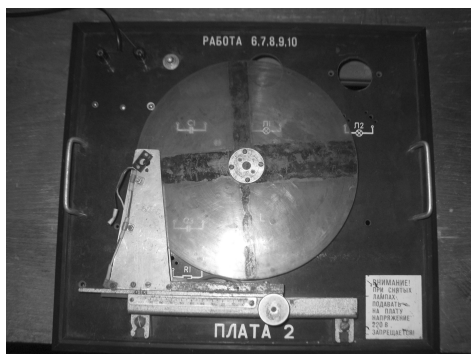


Рис. 4. Загальний вигляд фотоелектричного датчика імпульсів

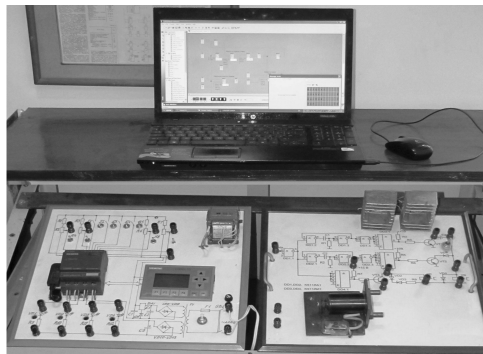


Рис. 5. Загальний вигляд лабораторного зразка ІКП ФМ на основі ПЛК LOGO! TD

Програмне забезпечення ПЛК LOGO! TD реалізовано в редакторі FBD (Functional Block Diagram) [11, 12] з використанням програми LOGO!Soft Comfort. Програмування модулів LOGO! може проводитися як з вбудованої клавіатури, так і за допомогою ПК.

Висновки. Розроблено лабораторний зразок пристрою для обліку та контролю продуктивності на фальцювальних машинах з використанням ПЛК, який впроваджено у навчальний процес у рамках розвитку науково-технічного забезпечення регіонального кластера «Папір та поліграфія». Подальше розроблення промислового зразка ІКП передбачає його випробування на ФМ, що виготовляє Київський завод поліграфічних машин, і впровадження у друкарнях. Автоматизація обліку напівфабрикатів поліграфічної продукції на ФМ дає змогу скоротити штат обслуговуючого персоналу, підвищити культуру праці та точність обліку, зменшити собівартість книжкової продукції.

Розробка уніфікованих ІКП на новій прогресивній апаратній платформі також передбачає можливість функціонування вітчизняних поліграфічних машин у виробництвах з цифровою системою управління та у кінцевій версії має бути підготовленою до роботи з даними *CIP4/JDF*.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Казьмірович Р. В. Способи та схематехніка групування у пачки сфальцьованих аркушів на фальцювальних машинах / Р. В. Казьмірович, О. Р. Казьмірович // Комп'ютерні технології друкарства. — 2004. — № 11. — С. 73–78.
2. Казьмірович Р. В. Завадостійкий пристрій автоматичного підрахунку сфальцьованих аркушів та відліку їх у партії на фальцювальних машинах / Р. В. Казьмірович, О. Р. Казьмірович // Комп'ютерні технології друкарства. — 2002. — №9. — С. 67–70.
3. Иванов П. К. Системы управления современным полиграфическим предприятием / П. К. Иванов, Ю. Н. Самарин. — М. : Raid Publishing, 2007. — 167 с.

4. Офіційний сайт компанії «Моноритм», що є розробником системи ASystem [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.monorhythm.ru>.
5. Парр Э. Программируемые контроллеры : руков. [для инженера] / Э. Парр ; пер. с англ. — М. : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2007. — 516 с.
6. Петров И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного программирования / И. В. Петров ; под ред. проф. В. П. Дьяконова. — М. : СОЛОН-Пресс, 2004. — 256 с.
7. Siemens LOGO!: manual, Nuremberg, 2008. — Mode of access to magazine: http://www.electronshik.ru/pdf/SIEMENS/logo_system_manual.pdf.
8. Ильичев Д. Д. Системы с электромагнитными муфтами / Д. Д. Ильичев, О. Н. Татур, Г. М. Флидлидер. — М. : Энергия, 1965. — 96 с.
9. Леоненко Л. И. Полупроводниковые форсирующие схемы / Л. И. Леоненко. — М. : Энергия, 1974. — 96 с.
10. Тычино К. К., Тычино Н. К. Многофункциональные цифровые измерительные приборы / К. К. Тычино, Н. К. Тычино. — М. : Радио и связь, 1981. — 128 с.
11. Standard IEC 61131-4:2004. Programmable Controllers. Part 4: User Guidelines, (Technical Report).
12. Standard IEC 61131-8:2003. Guidelines for the application implementation of languages for programmable controllers (Technical Report).

REFERENCES

1. Kazmirovych R., Kazmirovych O. Kazmirovych R. V. (2004). Sposoby ta skhemotekhnika hrupuvannia u pachky sfaltsovanykh arkushiv na faltsiuvalnykh mashynakh / R. V. Kazmirovych, O. R. Kazmirovych // Komp'uterni tekhnologii drukarstva. Lviv: UAD, 2004. № 11. S. 73–78. Computer technologies of printing (in Ukrainian).
2. Kazmirovych R., Kazmirovych O. (2002). Zavadostiiki prystrii avtomatychnoho pidrakhunku sfaltsovanykh arkushiv ta vidliku yikh u partii na faltsiuvalnykh mashynakh / R. V. Kazmirovych, O. R. Kazmirovych // Komp'uterni tekhnologii drukarstva. Lviv. 2002. № 9. S. 67–70 (in Ukrainian).
3. Ivanov P. K. (2007). Sistemy upravlenija sovremennym poligraficheskim predprijatiem, P. K. Ivanov, Ju. N. Samarin. Moscow: Raid Publishing, 167 s. (in Russian).
4. Official site of the company «Monorhythm», which is the developer system ASystem. [Jelektronnyj resurs] Rezhim dostupa: <http://www.monorhythm.ru>. (in Russian).
5. Parr E. (2007). Parr Je. Programmiruemye kontrollery: rukov. [dlja inzhenera] / Je. Parr; per. s angl. Moscow : BINOM, Laboratorija znanij, 516 s. (in Russian).
6. Petrov I. Programmable Controllers (2004). Standard of languages and reception applied project, I. V. Petrov // pod red. prof. V. P. Djakonova. SOLON-Press, Moscow, 256 s. (in Russian).
7. Siemens LOGO!: a manual (2008). [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.electronshik.ru/pdf/SIEMENS/logo_system_manual.pdf. (in Russian).
8. Il'ichev D.D., Tatur O.N., Flidlider G.M. (1965). Systems with electromagnet muff / D. D. Il'ichev, O. N. Tatur, G. M. Flidlider. Energy, Moscow (in Russian).
9. Mihajlov O. P., Rogachev Je. P., Ivenskij Ju. N., Kaplan N. A. (1974). Jelektromagnitnye i magnitnye ustrojstva v stankostroenii / O. P. Mihajlov, Je. P. Rogachev, Ju. N. Ivenskij, N. A. Kaplan i dr. Mashinostroenie, Moscow, 184 s. (in Russian).
10. Leonenko L. I. (1974). Semi-conductor forced schemes / L. I. Leonenko, Energy, Moscow (in Russian).
11. Tychyno K. K., Tychyno N. K. (1981). Multi-functional digital measuring instruments, K. K. Tychino, N. K. Tychino. Radio and communication, Moscow (in Russian).

12. Standard IEC 61131-4:2004. Programmable Controllers. Part 4: User Guidelines, (Technical Report).
13. Standard IEC 61131-8:2003. Guidelines for the application implementation of languages for programmable controllers (Technical Report).

INFORMATION-CONTROL DEVICE OF THE FOLDING MACHINES USING THE PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS

O. R. Kazmirovych, R. V. Kazmirovych
*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pidholosko St., Lviv, 79020, Ukraine
kazmoleh@gmail.com*

A laboratorial installation of the information-control device has been defined to form the signature packs in which the content is given, to count its numbers and a total amount of the signature, and to measure the speed of the folding machines.

Keywords: *folding machines, automation, counting-grouping device, productivity, programmable logic controllers, and signature.*

*Стаття надійшла до редакції 17.02.2015.
Received 17.02.2015.*