

## ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧА ЧАСТОТИ ALTIVAR 320 ЯК ЗАСОБУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ УСТАНОВКИ

© Місюренко В.О., Семенюк М.Б., 2018

**Показано можливість та ефективність застосування перетворювача частоти ATV320 як засобу автоматизації за використання інтегрованого у нього логічного контролера ATV Logic. Наведено приклад практичної реалізації алгоритму керування електроприводом дробарки.**

**Ключові слова:** *перетворювач частоти ATV320, програмований логічний контролер ATV Logic, асинхронний двигун, дробарка, система керування.*

**The article is shown the possibility and efficiency of the using of the ATV320 frequency inverter as an automation tool in case using of integrated logic controller ATV Logic. The example of practical realization of the control system of crusher electric drive is given.**

**Keywords:** *ATV320 frequency inverter, ATV Logic programmable controller, induction motor, crusher, control system.*

### Постановка проблеми

Сьогодні перетворювачі частоти широко застосовують в електроприводах змінного струму практично у всіх галузях народного господарства [4, 6]. Використання в них цифрових технологій, потужних мікропроцесорних пристроїв дозволяє створити комплектний електропривод, котрий забезпечує реалізацію типових задач керування виробничим механізмом: пуск, стоп, реверс привідного двигуна, формування трапецієподібної тахограми руху, регулювання швидкості з високою точністю та діапазоном, регулювання технологічного параметра за використання вбудованого ПД-регулятора, задачі моніторингу та захисту як самого електроприводу, так і механізму.

Водночас, для реалізації задач автоматизації роботи технологічних установок та ліній, до складу яких входять частотно-керовані електроприводи, використовують як апаратний засіб логічні програмовані контролери, котрі реалізують складні алгоритми взаємодії механізмів, формують задавальні сигнали керування електроприводами тощо [6]. Однак, для деяких відносно простих задач алгоритмізації керування електроприводом механізму використання апаратних засобів автоматизації призводить до суттєвого здорожчання технічного рішення за рахунок вартості додаткового обладнання, збільшення обсягу та термінів монтажних робіт.

### Аналіз останніх досліджень

У роботах [2–4, 6] показано, що для реалізації систем керування технологічними процесами (вентиляція, водопостачання, кондиціонування, опалення) використовують програмовані логічні контролери (програмовані реле), які формують керуючі впливи згідно із заданим алгоритмом на перетворювачі частоти.

Альтернативним рішенням для реалізації подібних задач автоматизації є використання перетворювача частоти ATV320 виробництва компанії Шнейдер-Електрик [7]. Перетворювач частоти призначений для формування механічних характеристик асинхронних та синхронних електроприводів потужністю 0,37–15 кВт різноманітних виробничих машин та механізмів. Головною його особливістю є вбудований програмований логічний контролер ATV Logic, за допомогою якого можна реалізувати відносно прості персоналізовані алгоритми керування механізмом без залучення додаткових апаратних засобів автоматизації. Використання такої технології має суттєво скороти час та кошти на розроблення та впровадження проекту.

Застосування внутрішнього контролера на борту перетворювача частоти для розв'язання задач автоматизації спрощує реалізацію системи керування. Проте слід зазначити, що складні алгоритми керування доволі складно реалізувати з використанням цієї технології. Зокрема, в роботі [2] показано використання програмованого контролера для реалізації систем керування з використанням перетворювачів частоти Altivar 71 для вентилятора.

### Формування цілей статті

Метою статті є проілюструвати техніко-економічну ефективність застосування перетворювача частоти ATV320 як засобу автоматизації на прикладі реалізованої авторами системи керування електроприводом дробарки за використання ATV Logic.

### Особливості використання ATV Logic

Програмування ATV Logic відбувається за використання програмного середовища So Move (доступне на сайті [www.schneider-electric.ua](http://www.schneider-electric.ua)). Середовище встановлюють на персональному комп'ютері. Воно використовує технологію FDT/DTM, завдяки чому можна конфігурувати, параметрувати в «on/off line» режимі перетворювач частоти, безпосередньо керувати ним та проводити його діагностику, включаючи використання функції осцилографа. За умови відкриття DTM бібліотеки перетворювача частоти ATV320 забезпечується доступ до програмування ATV Logic. Програмування проводять мовою функціональних блоків FBD. ATV Logic забезпечує доступ до 30 функціональних блоків (арифметичні дії, булеві операції, лічильники, компаратори, таймери тощо). Можна програмувати до 50 функцій з автоматичним послідовним їх виконанням, причому можна одночасно виконувати до трьох задач, із котрих дві є синхронізованими з циклом виконання 2 мс. Забезпечується доступ до всіх входів/виходів перетворювача частоти, до його внутрішніх змінних та робота з ними.

На рис. 1 наведено вікно, відкрите у програмному середовищі So Move для програмування ATV Logic.

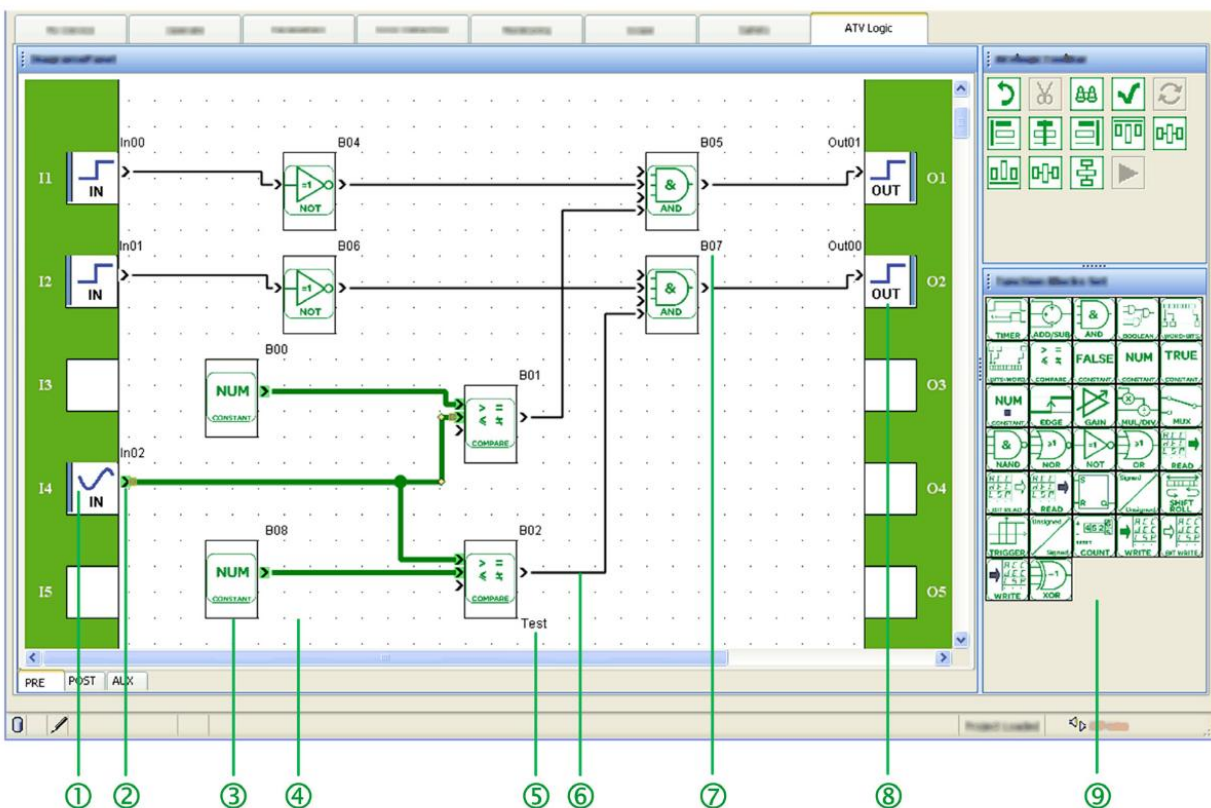


Рис. 1. Вікно програмування ATV Logic:

1 – віртуальні входи; 2 – вузол під'єднання функціонального блоку; 3 – функціональний блок, 4 – сітка поля програмування; 5 – коментарі; 6 – лінія з'єднання блоків; 7 – позначення функціонального блоку; 8 – віртуальні виходи; 9 – панель інструментів

Детальну інформацію з програмування ATV Logic наведено в [1]. Нижче для ілюстрації можливостей використання перетворювача частоти ATV320 як засобу автоматизації наведено приклад реалізації алгоритму керування електроприводом дробарки.

### Виклад основного матеріалу

#### Реалізація алгоритму керування електроприводом дробарки за використання ATV Logic

Дробарка призначена для подрібнення металевих відходів токарної обробки металу (стружка). Ці відходи по конвеєру надходять до приймального бункера дробарки, звідки потрапляють на два барабани, котрі жорстко з'єднані між собою через зубчасті шестерні. Барабани розміщені в горизонтальній площині та обертаються назустріч один одному. На поверхні барабанів встановлено фрези (ножі) для подрібнення стружки. Приводом барабанів слугує асинхронний короткозамкнений двигун потужністю 11 кВт. Подрібнена стружка надходить через лоток вивантаження на транспортний конвеєр вивантаження.

Згідно з проектним завданням передбачено два режими роботи дробарки: ручний та автоматичний. Ручний режим роботи («обслуговування») використовують для налагодження та випробування механізму. В ручному режимі передбачено реверсивний режим роботи електроприводу з двома різними фіксованими швидкостями роботи «вперед» та «назад».

Автоматичний режим («робота») дробарки є основним, робочим режимом. Дозвіл на вмикання дробарки формується сухим контактом апаратури керування токарного верстата.

Одною із особливостей системи керування електроприводом є те, що вона повинна реалізувати наступний алгоритм роботи у випадку попадання в дробарку предметів, котрі можуть заклинити барабани дробарки:

- система керування повинна автоматично визначити момент початку блокування дробарки та перевести електропривод у реверсивний режим на пониженій швидкості з метою розблокування барабанів;
- у реверсивному режимі привід має працювати певний заданий час, після чого повинен автоматично відбуватися пуск та робота «Вперед»;
- якщо відбувається повторне блокування, то цикл повторюється. Допускається три цикли такої роботи, після чого система керування повинна аварійно зупинити дробарку.
- якщо під час виконання команди «назад» не відбувається розблокування барабанів, робота дробарки повинна відразу блокуватися як аварійна.

Із врахуванням вищезазначених вимог до електроприводу дробарки використано перетворювач частоти ATV320. Для реалізації алгоритму поведінки електроприводу у випадку блокування барабанів дробарки використано ATV Logic. Розроблену програму наведено на рис. 2.

У програмі використано три віртуальні входи, котрим присвоєно такі функції:

**I1** – відображення стану дискретного входу LI3 ATV320 (цьому входу присвоєно функцію перемикач режимів роботи «ручний-автоматичний», стан логічної одиниці відповідає автоматичному режиму роботи);

**I2** – відображення стану дискретного входу LI4 ATV320 (логічна одиниця на вході реалізує команду пуск перетворювача частоти в автоматичному режимі та пуск програми ATV Logic);

**I3** – стан логічної одиниці на цьому вході відповідає режиму роботи «назад» асинхронного двигуна.

Віртуальні логічні виходи сконфігуровано на виконання таких функцій:

- **O1** – FRD (робота «вперед») та PS2- функція вибору 2-х наперед заданих швидкостей: стану логічної одиниці на цьому виході відповідає робота електродвигуна із фіксованою швидкістю SP2=25 Гц;
- **O3** – RRS (робота «назад») та PS4 – функція вибору 4-х наперед заданих швидкостей: за наявності логічної одиниці на цьому виході електродвигун обертається зі швидкістю SP3=15 Гц;
- **O5** – ініціює стан аварії перетворювача частоти за наявності зовнішньої несправності ETF, у цьому випадку зовнішня несправність – це блокування барабанів дробарки.

Для реалізації заданого алгоритму керування електроприводом для запобігання блокуванню барабанів дробарки в програмі використано такі функціональні блоки:

- **B0, B7, B14** – блоки функцій «І»;
- **B08, B18** – блоки функцій «АБО»;
- **B19** – блок функції «НІ»;
- **B05, B06, B09, B12, B15, B17, B19** – таймери;
- **B01** – контейнер для зчитування поточного аналогового параметра перетворювача частоти (у цьому випадку струму двигуна);
- **B03** – компаратор для порівняння струму двигуна із заданим значенням, котре записано у блоці **B04**: на виході компаратора з'являється логічна одиниця, коли струм двигуна дорівнює або стає більшим за задане значення, котре вибирають дещо більшим за значення струму, що відповідає нормальному режиму роботи дробарки;
- **B10** – лічильник. Він рахує кількість пусків «назад». Після третього пуску «назад» вихід лічильника переходить у стан «1». Цей сигнал з невеликою затримкою часу надходить на віртуальний вихід O5, який запрограмовано на функцію «зовнішня несправність», внаслідок чого перетворювач частоти блокується, двигун зупиняється, а на дисплеї перетворювача частоти з'являється кодова інформація про зовнішню несправність.

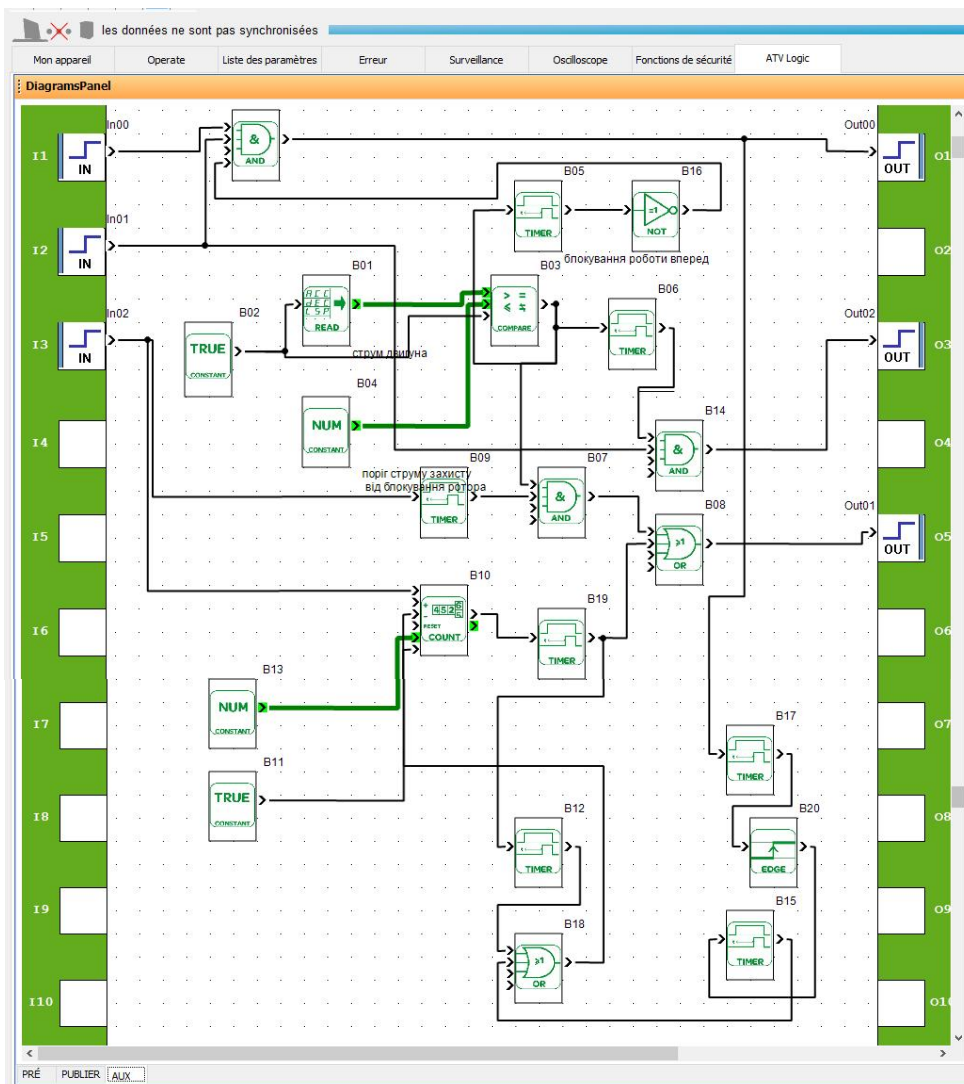


Рис. 2. Реалізація алгоритму керування у середовищі ATV Logic

Слід зазначити, що якщо під час роботи «назад» блокування двигуна дробарки не зникає, то відразу формується з невеликою затримкою часу (2 с) логічний сигнал на виході блоку В07, що призводить до блокування перетворювача частоти віртуальним виходом О5.

Програмою також передбачено скидання лічильника на «нуль», якщо тривалість роботи «Вперед» перевищує час у 50 с, котрий задається таймером В17. Коли відбувається послідовно трикратне блокування двигуна, що супроводжується реверсом двигуна, лічильник В10 також автоматично скидає акумульоване число 3 у нуль після витримки часу в 1 с, котра задається таймером В12.

Цю програму реалізації алгоритму керування електроприводом дробарки успішно випробувано та впроваджена в експлуатацію на одному із заводів України.

Існує альтернативна можливість реалізації вищезазначеного алгоритму керування електроприводом дробарки за використання, наприклад, інтелектуального реле Zelio Logic типу SR2 В121BD (реле має 8 входів та 4 релейні виходи) [5]. Для живлення реле та його вх/вих необхідно використати стабілізоване джерело живлення з вихідною напругою 24В постійного струму серії Modular, типу ABL 8MEM24012. Сумарна прайсова вартість цих пристроїв виробництва компанії Шнейдер-Електрик становить орієнтовно 8400 грн., або приблизно 36 % від вартості перетворювача частоти ATV320D11N4В (380 В, 11кВт, вартість 23270грн.).

Ці цифри показують, що навіть не враховуючи зростання об'єму та вартості виконання монтажних робіт, альтернативне рішення є суттєво дорожчим порівняно із вищеповисаним.

### Висновки

На основі викладеного вище матеріалу можна стверджувати, що сучасний перетворювач частоти серії ATV320 завдяки використанню реалізованого у ньому програмованого логічного контролера ATV Logic є ефективним як з технічного, так і економічного поглядів засобом для реалізації відносно нескладних задач автоматизації роботи технологічних установок.

1. Altivar 32 Variadde speed drives for synchronous and asynchronous motors. ATV Logic Manual–2016. – 66 p. [Електронний ресурс] / Режим доступу: [www.schneider-electric.ua](http://www.schneider-electric.ua). 2. Amruta Dudhal, Kiran Gawade, Surbhi Hagavane, M. S. Bhandarkar “Exhaust Blower based on Variable Frequency Drive” *International journal of innovative research in electrical, electronics, instrumentation and control engineering* Vol. 4, Issue 3, March 2016. P. 254–257. 3. D. Sowmiya “Monitoring and Control of a PLC Based VFD Fed Three Phase Induction Motor for Powder Compacting Press Machine” *Department of EEE, Sri Shakthi Institute of Engineering and Technology, Coimbatore, 7th International Conference on Intelligent Systems and Control (ISCO) 4–5 Jan. 2013, India* PP. 90-92. 4. Leonhard, W. *Control of Electrical Drives*, Springer-Verlag, Berlin 1996 – 470 p. 5. Smart relay Zelio Logic. *Catalog*, sept. 2017. – 42 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.schneider-electric.ua](http://www.schneider-electric.ua) 6. Куцик А. С. Автоматизовані системи керування на програмованих логічних контролерах : навч. посіб. / А. С. Куцик, В. О. Місяренко. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2011. – 199 с. 7. Преобразователи частоты Altivar Machine ATV320. *Каталог 2017* – 48 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www.schneider-electric.ua](http://www.schneider-electric.ua).