

Енергетика, контроль та діагностика об'єктів нафтогазового комплексу

УДК 62-581.6

ПРОЕКТУВАННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГООЩАДНИХ СИСТЕМ ЧАСТОТНОГО УПРАВЛІННЯ АСИНХРОННИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ НА БАЗІ ОБЛАДНАННЯ SINAMICS G120

Л.М.Заміховський, М.Я.Николайчук

ІФНТУНГ, 76018, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, к. 1307, тел. (03422)48000
e-mail: ktsu@nung.edu.ua

Розглянуто будову і принципи частотного управління асинхронним електроприводом на основі частотних перетворювачів сімейства Sinamics G120 та апаратно-програмних засобів Simatic S7.

Виконано інтеграцію асинхронного електропривода в проект Simatic S7, що розширило і оптимізувало його функціональні можливості.

Для виконання проекту застосовано спеціалізоване програмне забезпечення «SIZER» і «STARTER». Даний програмний пакет має змогу реалізувати функції автоматизованого управління і діагностування в режимі реального часу «on-line».

Ключові слова: частотний перетворювач Sinamics G120; асинхронний електропривід, автоматизоване управління; діагностування; програмне забезпечення

Рассматривается строение и принципы частотного управления асинхронным электроприводом на основе частотных преобразователей семейства Sinamics G120 и аппаратно-программных средств Simatic S7.

Выполнена интеграция асинхронного электропривода в проект Simatic S7, что расширило и оптимизировало его функциональные возможности.

Для выполнения проекта использовано специализированное программное обеспечение «SIZER» и «STARTER». Данный программный пакет позволяет реализовать функции автоматизированного управления и диагностирования в режиме реального времени «on-line».

Ключевые слова: частотный преобразователь Sinamics G120; асинхронный электропривод; автоматизированное управление; диагностирование; программное обеспечение

A structure and principles of frequency management asynchronous elektrodrive is considered on the basis of frequency transformers of family of Sinamics G120 and vehicle-programmatic facilities of Simatic S7.

Integration of asynchronous elektrodrive is executed in a project Simatic S7, that extended and optimized his functional possibilities.

For implementation of project the specialized programmatic packages «SIZER» and «STARTER» are applied. This programmatic package allows to realize the functions of automation management and diagnostics in the mode of the real time «on-line».

Keywords: frequency transformers Sinamics G120; asynchronous elektrodrive; automation control; diagnostics; programmatic packages

Вступ

Дослідження, проектування і впровадження енергозберігаючих технологій у всіх сферах сучасного виробництва є актуальною науково-технічною проблемою. Крім того, суттєве і щорічно зростаюче забезпечення виробництва електроприводною технікою у складі автоматизованих систем управління виробництвом ставить нові завдання, пов'язані з уніфікацією і здеше-

вленням приводного обладнання, застосування уніфікованих процедур автоматизованого проектування, експлуатації і обслуговування обладнання, реалізації режимів частотного управління електроприводом з функціями діагностування і з можливістю рекуперації енергії в мережу.

Технологія активної рекуперації енергії в мережу є складовою частиною стандартних приводних систем нового покоління Sinamics

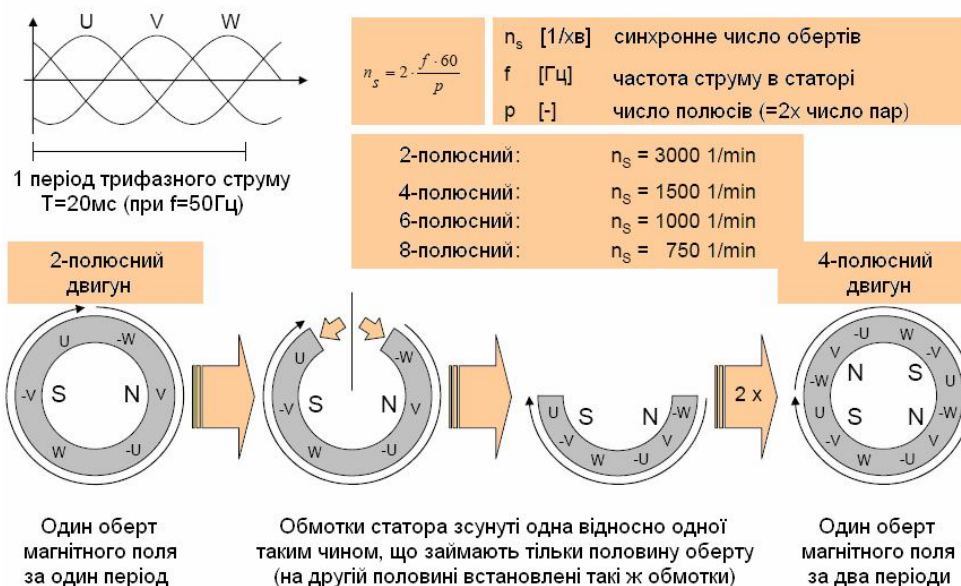


Рисунок 1 – Електрична будова і розрахункові вирази для асинхронного електропривода

концерну «Siemens», за допомогою яких може бути вирішена приводна задача, практично будь-якої складності (одно- або багатоприводна система, проста приводна задача – насоси, вентилятори, складна задача – підйомні установки і крани, конвеєри, спеціалізована задача в галузі нафтогазопромислового обладнання – станки-гойдалки, електроприводи газокompресорних агрегатів, електробурове обладнання тощо).

У статті наведено результати дослідних і проектних робіт, виконані авторами в рамках угоди про співпрацю між ІФНТУНГ і дочірнім підприємством зі 100%-ю іноземною інвестицією «Сіменс Україна», а також госпдоговорів (№ 61/2008 і №94/2009) [1].

1. Розрахункові вирази для асинхронного електропривода

На рис. 1 зображено електричну будову і розрахункові вирази для асинхронного електропривода [2].

Виходячи з наведеного для двополюсного магнітного поля визначається синхронне число обертів рівне 3000 об/хв. Внаслідок ефекту проковзування і сил тертя електродвигун обертається дещо повільніше: близько 2850 об/хв. У деяких країнах частота в мережі складає 60 Гц (синхронне число обертів складає 3600 об/хв.).

Чотириполюсний двигун обертається удвічі повільніше (синхронне число обертів складає 1500 об/хв.). При роботі від стандартної мережі єдиною можливістю задання числа обертів є конструкція з різною парою полюсів, що веде до ускладнення конструкції і збільшення вартості електропривода загалом.

2 Дослідження електричних параметрів електропривода

На рис. 2 зображено амплітудно-частотні характеристики дво- чотириполюсних електродвигунів відповідно.

У випадку роботи електродвигуна від частотного перетворювача, число обертів може змінюватись в межах між станом спокою і номінальним числом обертів. При цьому напруга повинна збільшуватись пропорційно до числа обертів.

Електродвигун, здебільшого, є індуктивним навантаженням, тому швидшу зміну струму можна забезпечити за допомогою швидкого наростання напруги. Таким чином, у разі збільшення частоти трифазного струму вихідна напруга перетворювача повинна зростати пропорційно. При роботі з номінальним числом обертів перетворювач видає напругу близьку до напруги мережі. Ця залежність називається V/f-характеристикою (рис. 3).

Частотне управління асинхронним електроприводом забезпечує такі переваги:

- можливість встановлення змінного числа обертів без зміни кількості пар полюсів;
- можливість отримання повного моменту на малій частоті обертів;
- під час роботи в області ослабленого магнітного поля можна отримати більше число обертів, ніж 3000 об/хв. для мережі 50 Гц і двополюсного електропривода.

3 Автоматизований розрахунок компонентів системи управління асинхронним електроприводом засобами програмного пакету SIZER

Для розрахунку компонентів енергозберігаючої системи частотного управління асинхронним електроприводом пропонується програма SIZER V3.0 концерну «Siemens». На рис. 4 зображено інтерфейс програми SIZER V3.0 для вибору і автоматизованого розрахунку компонентів системи. Основними параметрами при створенні проекту є такі:

- тип і параметри мережі живлення (одно- або трифазна);

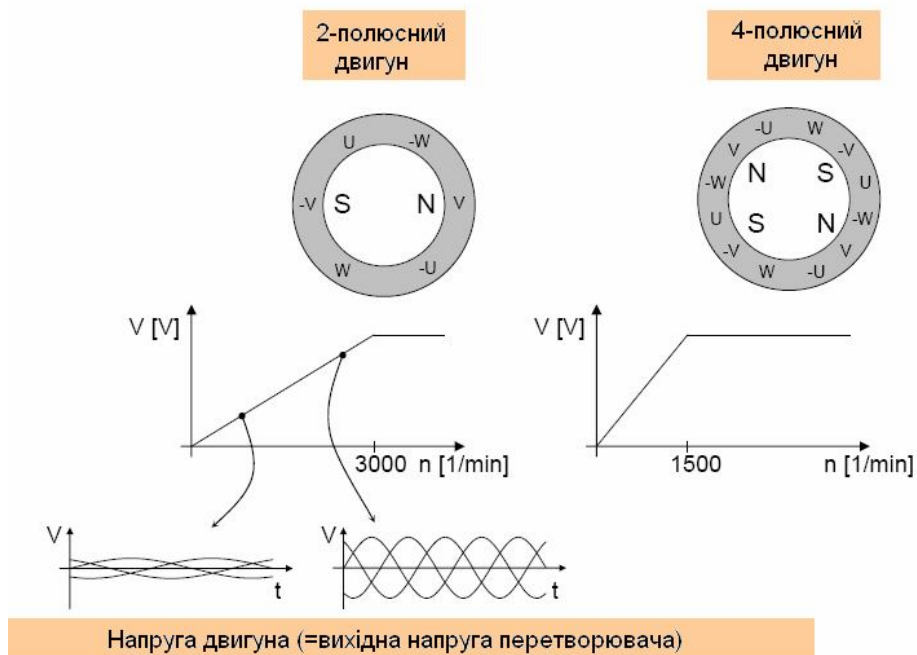


Рисунок 2 – Амплітудно-частотна V/f-характеристика дво- і чотириполюсних двигунів

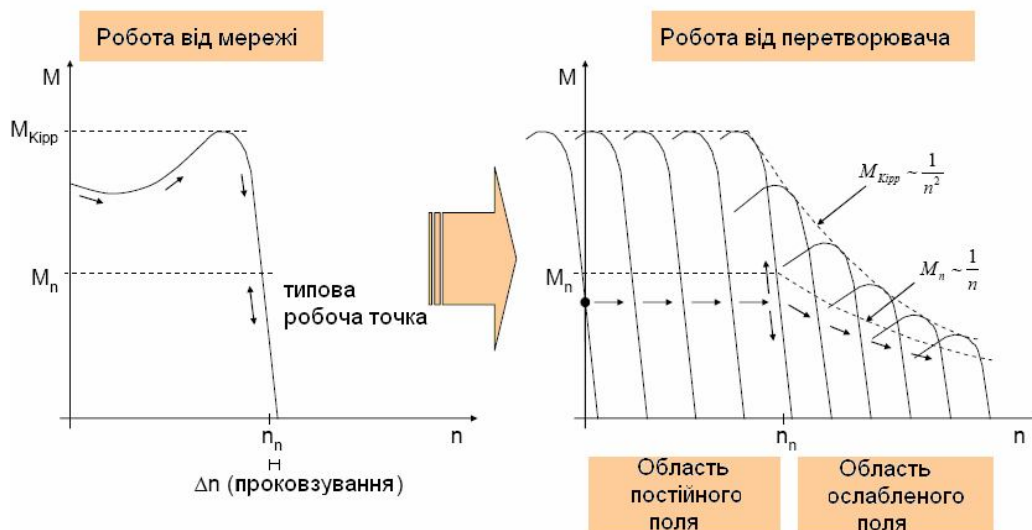


Рисунок 3 – Амплітудно-частотна характеристика електропривода під час роботи від мережі і від частотного перетворювача

- тип системи частотного управління електроприводом (Sinamics G110/120/130; Micromaster 4x, Sinamics S120, Simatic ET200 та ін.);

- конфігурація за осями управління (одно- або багатоосьова);

- тип і параметри електродвигуна (асинхронний, синхронний, постійного струму);

- вид управління (servo або vector);

- розрахункова потужність системи (0.1-90 кВт);

- функції діагностування і захисту (наявність або відсутність мережі живлення, обрив фази, коротке замикання фази, критична температура, перевантаження, інші аварійні ситуації).

На рис. 5 зображено розрахункову діаграму залежності обертового моменту від частоти обертання і робочу точку двигуна за заданими: швидкістю обертання, обертовим моментом, струмом живлення та потужністю.

На рис. 6 зображено результат автоматизованого вибору компонентів і розрахунку параметрів асинхронного частотно керованого електропривода на базі обладнання Sinamics G120 засобами програми SIZER V3.0. концерну «Siemens».

4 Функціональна схема і організація комунікаційного середовища Sinamics G120

На рис. 7 і рис. 8 зображено функціональні схеми з комунікаційними з'єднаннями модуля

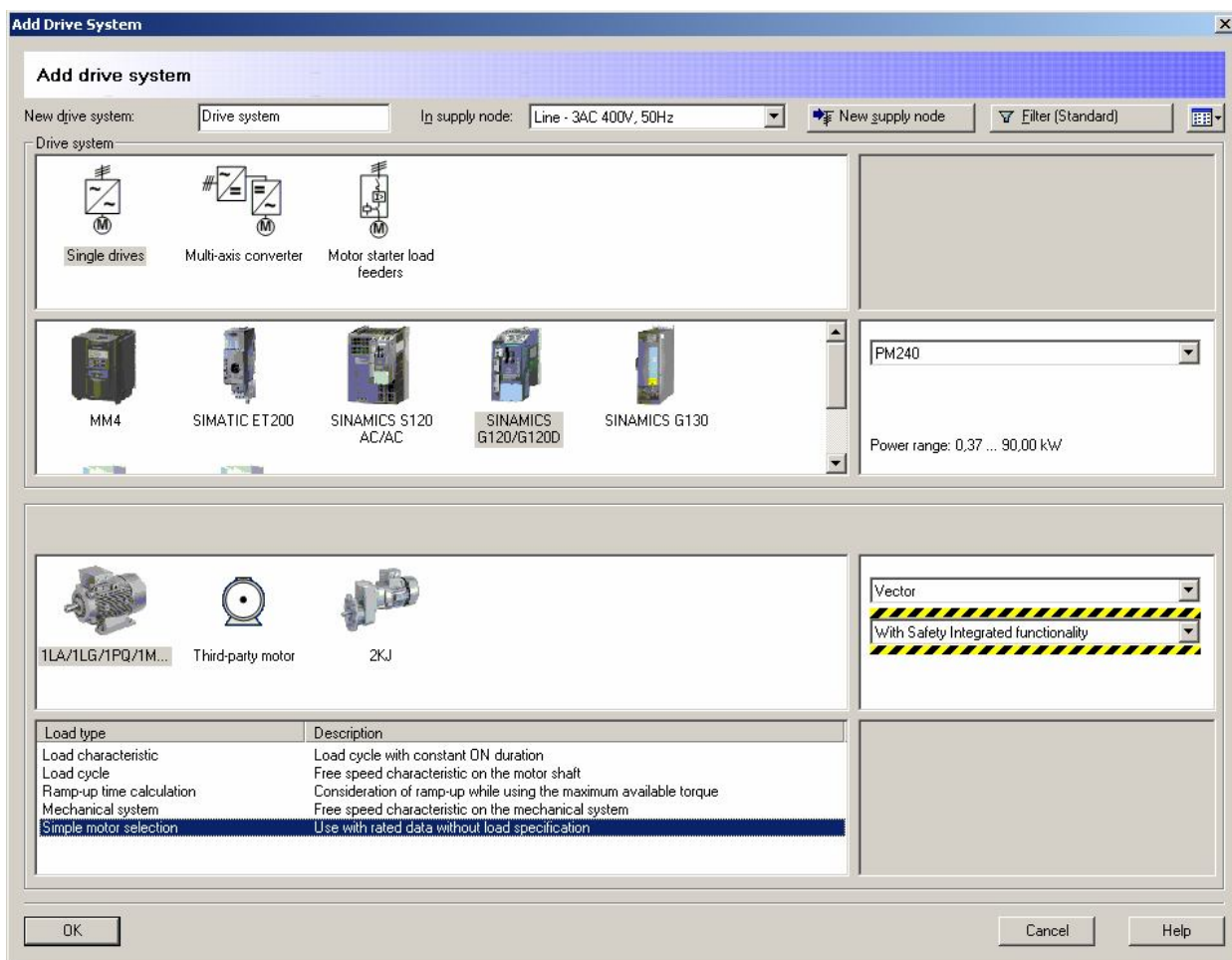


Рисунок 4 – Інтерфейс програми SIZER V3.0 автоматизованого розрахунку компонентів систем частотного управління електроприводом

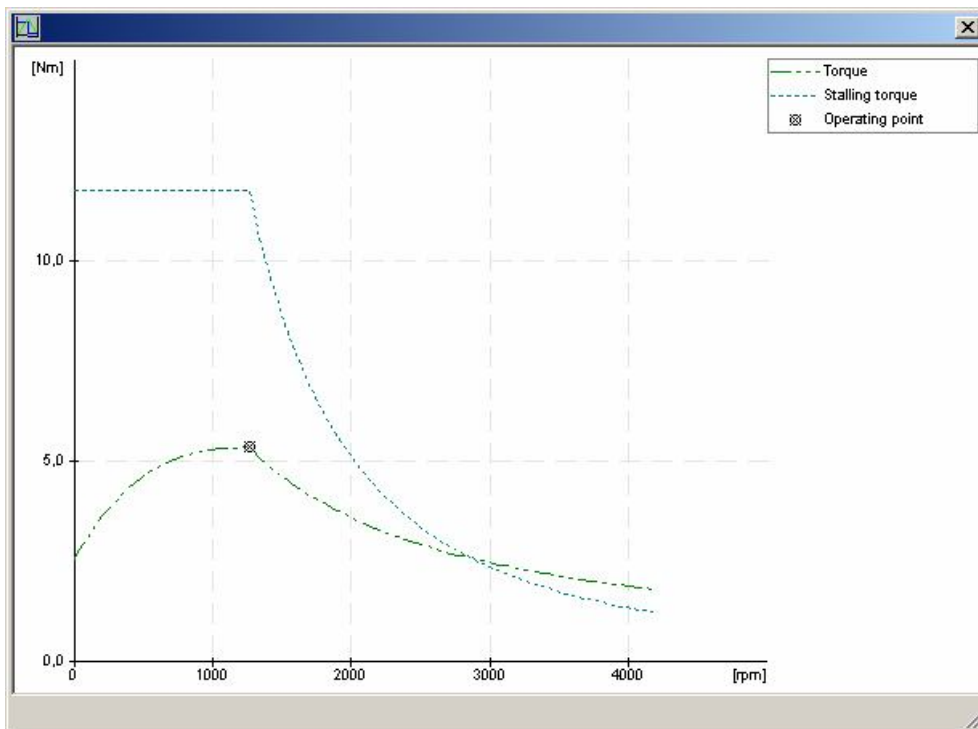


Рисунок 5 – Залежність обертового моменту від частоти обертання

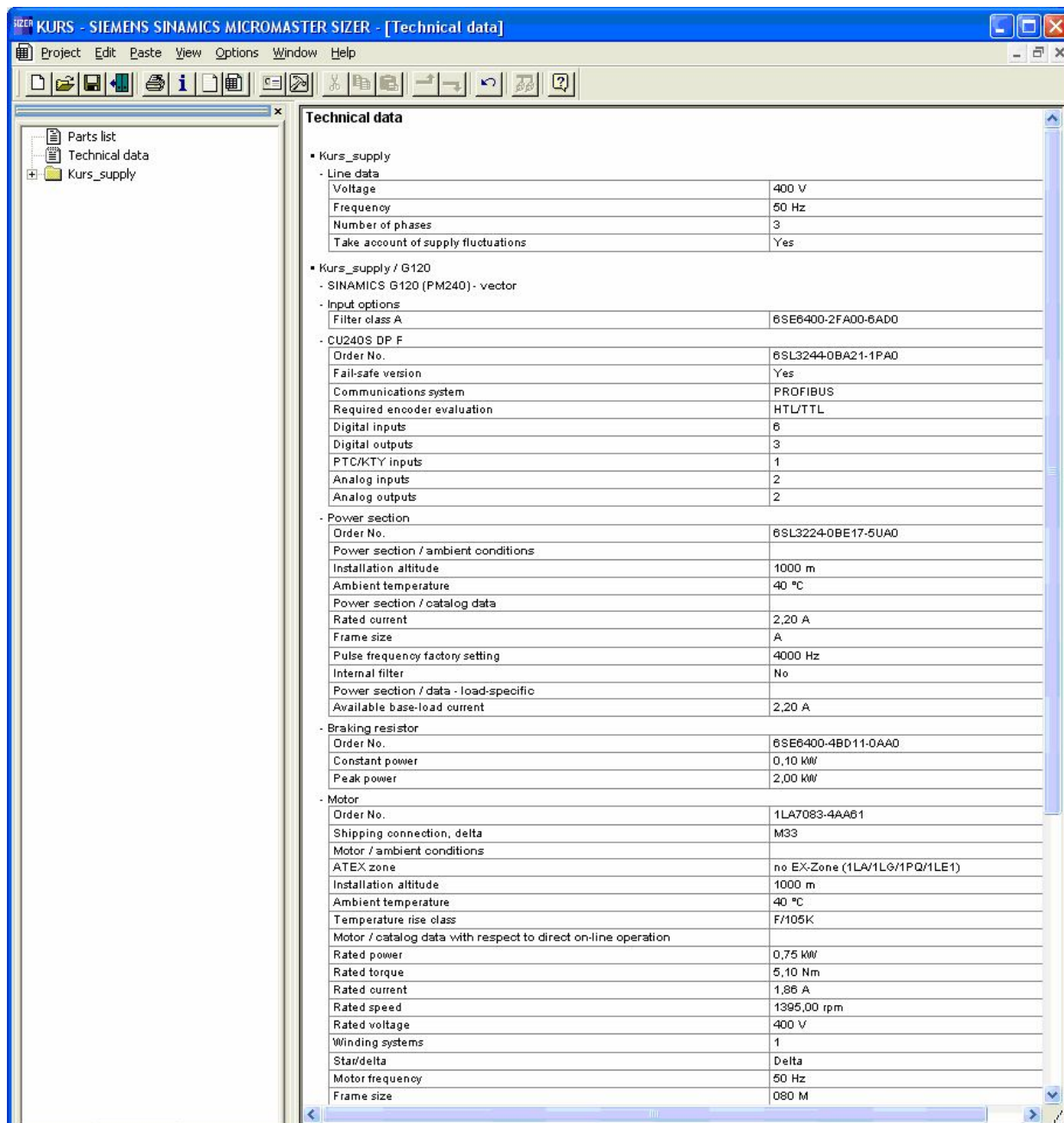


Рисунок 6 – Результат генерування специфікації на частотно керований асинхронний електропривод засобами програми SIZER V3.0

управління CU240S DP і силового модуля PM240 системи частотного управління електроприводом Sinamics G120 [3].

Частотний перетворювач SINAMICS G120 призначений для забезпечення точного і ефективного управління швидкістю обертання та моментом асинхронних двигунів. Значна специфікація апаратно-програмних засобів і технологічних функцій дозволяє знаходити оптимальне рішення для будь-якого промислового застосування. Система SINAMICS G120 включає два основні функціональні блоки (блок управління – Control Unit (CU) і силовий модуль Power Module (PM)).

Діапазон номінальних потужностей перетворювачів частоти SINAMICS G120 – від 0.37кВт до 90кВт. Висока динаміка управління

забезпечується методами цифрової обробки сигналів, зокрема широтно-імпульсному управлінню силовими блоками, перемикачню і замиканню фаз в частотному перетворювачі. Опційно в системі SINAMICS G120 можуть застосовуватись вхідні дроселі та фільтри фазних напруг, а також гальмівні резистори (заміняють механічні гальмівні пристрої). Система SINAMICS G120 підтримує енергозберігаючу технологію шляхом рекуперації енергії в мережу в режимах гальмування і аварійної зупинки електропривода.

Схема комунікацій системи Sinamics G120 включає такі компоненти (табл. 1).

На рис. 9 зображено різні конфігурації системи Sinamics G120 для модулів управління (CU240S, CU240S DP, CU240S DP-F, CU240S PN,

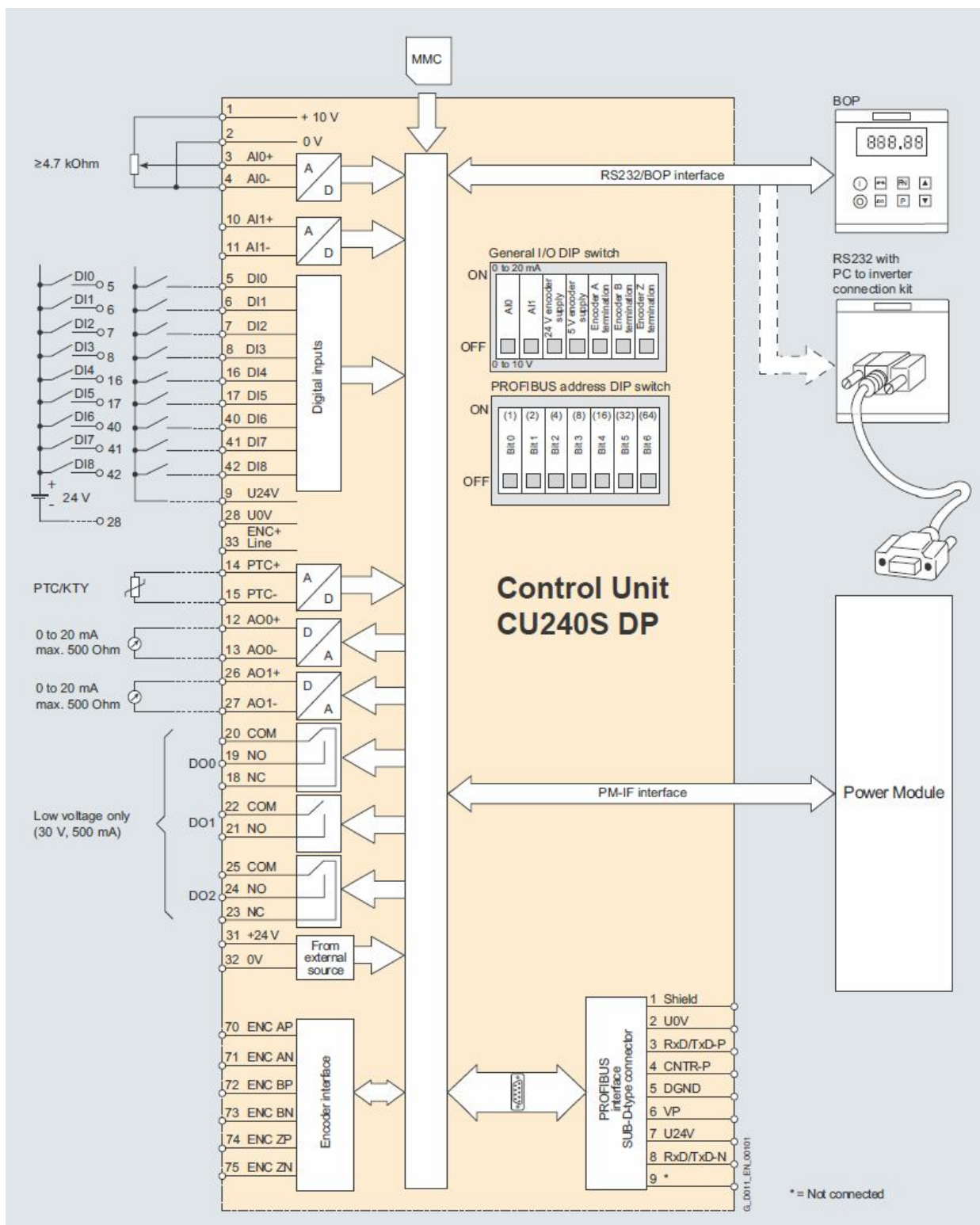


Рисунок 7 – Функціональна схема і комунікаційні з'єднання модуля управління CU240S DP системи частотного управління Sinamics G120

CU240S PN-F) з відповідними інтерфейсами, індикацією режимів роботи та діагностикою [3].

Для введення в експлуатацію і відпрацювання режимів роботи системи частотного управління асинхронним електроприводом пропонується інструментальне програмне забезпечення концерну «Siemens» – STARTER [4], яке

може використовуватись автономно, або інтегруватися з базовим програмним забезпеченням Simatic STEP 7 [5].

Особливістю використання апаратно-програмних засобів Sinamics G120 і програми STARTER є можливість автоматичного завантаження конфігурації в проект в режимі «on-line», що суттєво спрощує процедури вибору

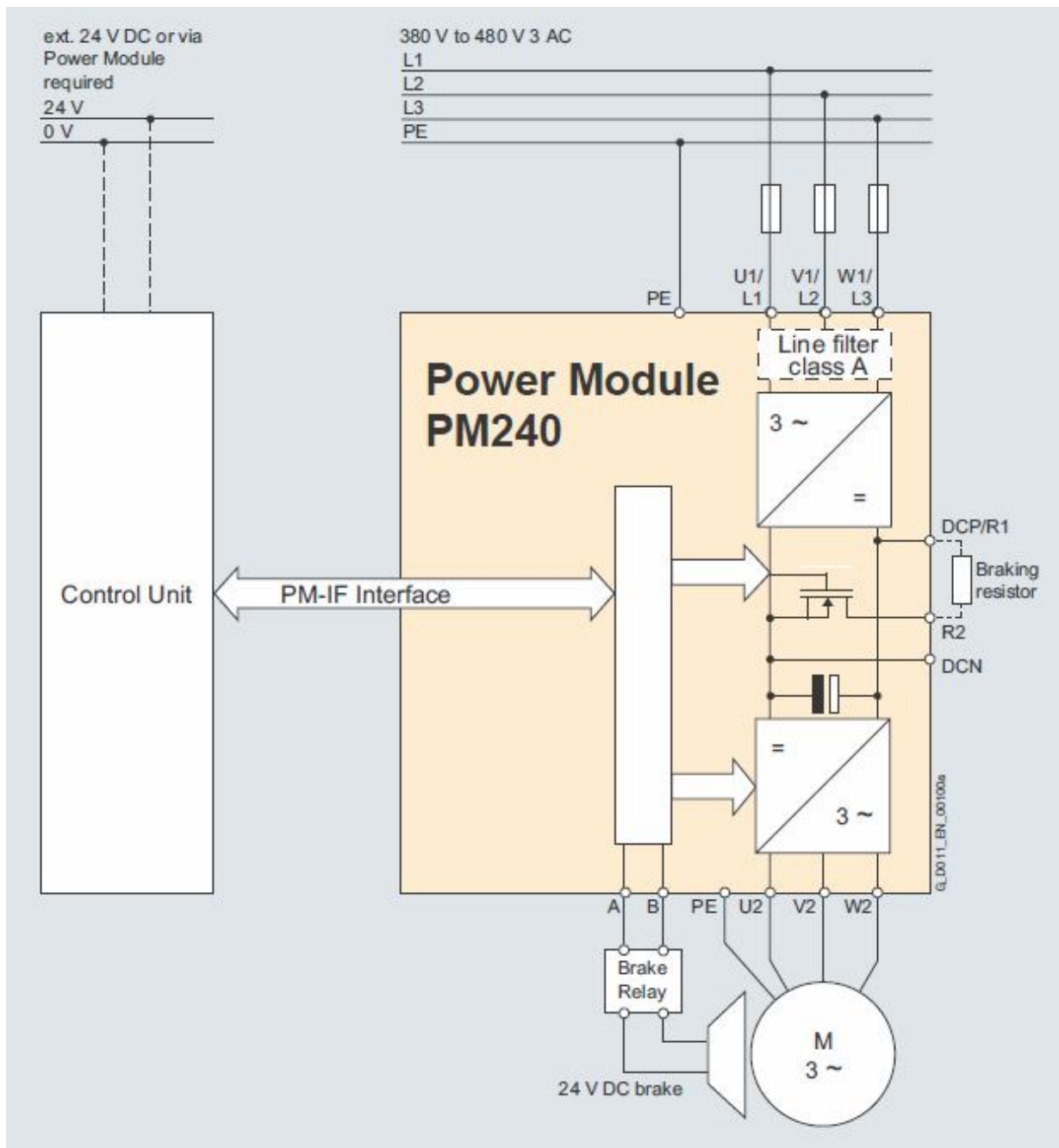


Рисунок 8 – Функціональна схема і комунікаційні з'єднання силового модуля PM240 системи частотного управління електроприводом Sinamics G120

Таблиця 1 – Комунікації системи частотного управління електроприводом Sinamics G120

Блок керування	CU240S / CU240S DP / CU240S PN	CU240S DP-F / CU240S PN-F
Цифрових входів (DI)	9	6
Відмовостійких цифрових входів	-	2
Цифрових виходів (DO)	3	3
Аналогові входи (AI)	2	2
Аналогові виходи (AO)	2	2
PTC/KTY84 інтерфейс	Так	
Encoder інтерфейс	1, TTL і HTL	
Живлення 24 V	Так	

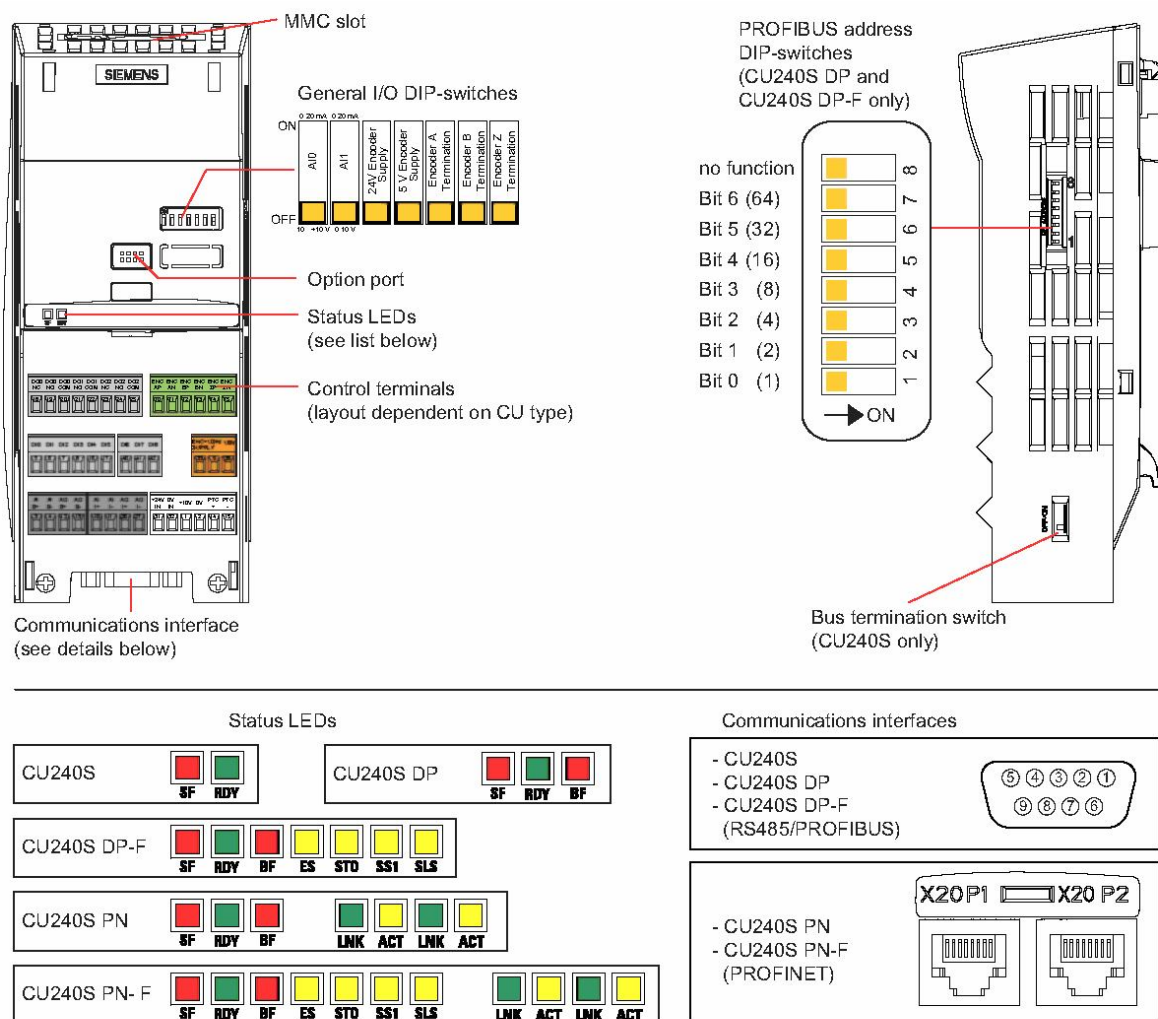


Рисунок 9 – Конфігурації системи Sinamics G120

компонентів проекту і їх параметрів. Таким чином, в режимі «on-line» завантажується дійсна конфігурація обладнання (рис. 10), після чого здійснюється введення в експлуатацію асинхронного електропривода засобами панелі управління програми STARTER (рис. 11).

В табл. 2 наводяться узагальнені технічні характеристики системи частотного управління електроприводом Sinamics G120.

Висновки

1. Проаналізовано механічну та електричну будову асинхронних електродвигунів, функціональні схеми Sinamics G120, а також визначено способи та можливості інтеграції даних компонентів в енергозберігаючі системи управління асинхронним електроприводом.

2. Проведено автоматизований розрахунок компонентів системи частотного управління на базі обладнання Sinamics G120, за заданими параметрами засобами програмного пакету SIZER V3.0 згенеровано специфікації і заказні номери обладнання.

3. Розроблено проект з введення в експлуатацію і параметруванню асинхронного електропривода на основі частотних перетворювачів

Sinamics G120 засобами пакету «STARTER» базового програмного пакету «DRIVE ES» концерну «Siemens».

Література

1 Заміховський Л.М. Розроблення методи діагностування установок нафтогазової промисловості [Текст] / Л.М.Заміховський, М.Я.Николайчук, І.Т.Левицький. Звіт про науково-дослідну госпдоговірну роботу. (№61/2008). - Івано-Франківськ, 2008 – 84 с.

2 Замиховский Л.М. Организация системы управления и диагностирования электропривода на базе частотных преобразователей MICROMASTER [Текст] / Л.М.Замиховский, Н.Я.Николайчук // Методы и средства технической диагностики. Сборник научных статей. ГОУВПО «Марийский государственный университет». – Йошкар-Ола. – 2008. - С. 34-46.

3 SINAMICS G110, SINAMICS G120 Inverter Chassis Units SINAMICS G120D Distributed Frequency Inverters. [Електронний ресурс]: SIEMENS Catalog D 11.1 – 2008. - Систем. вимоги: Pentium-266; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP. – 177 с.

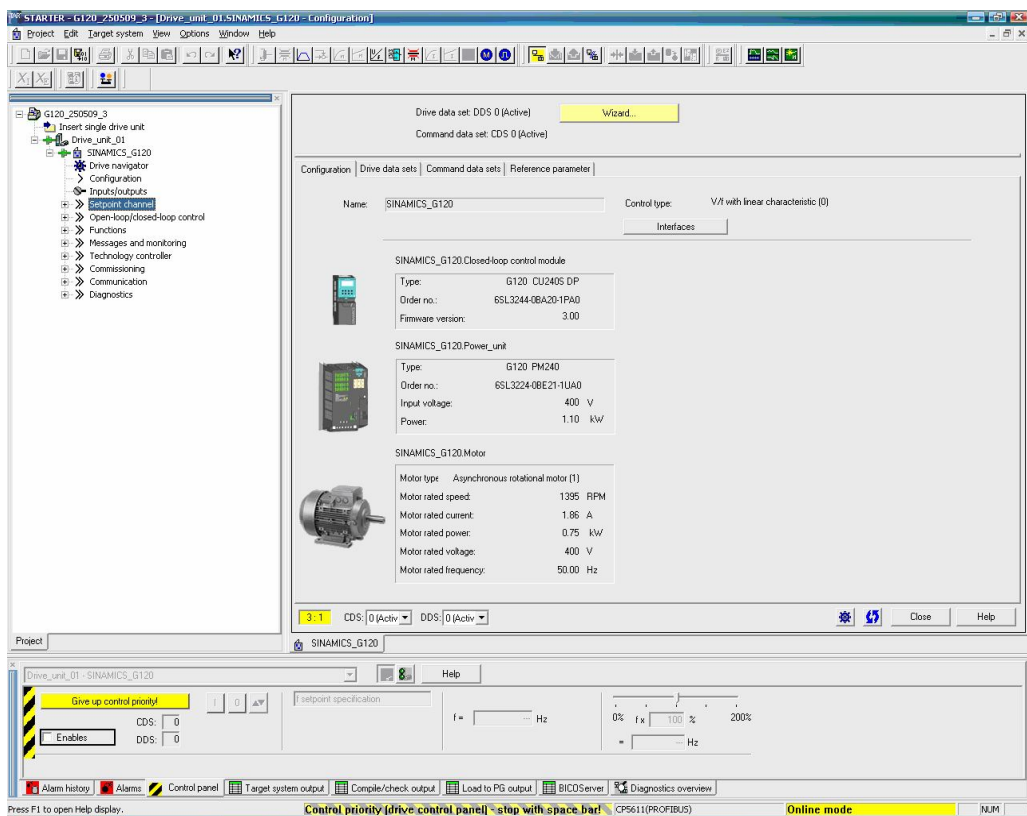


Рисунок 10 – Результат автоматичного завантаження компонентів і параметрів системи частотного управління асинхронним електроприводом на базі обладнання Sinamics G120 в режимі «on-line»

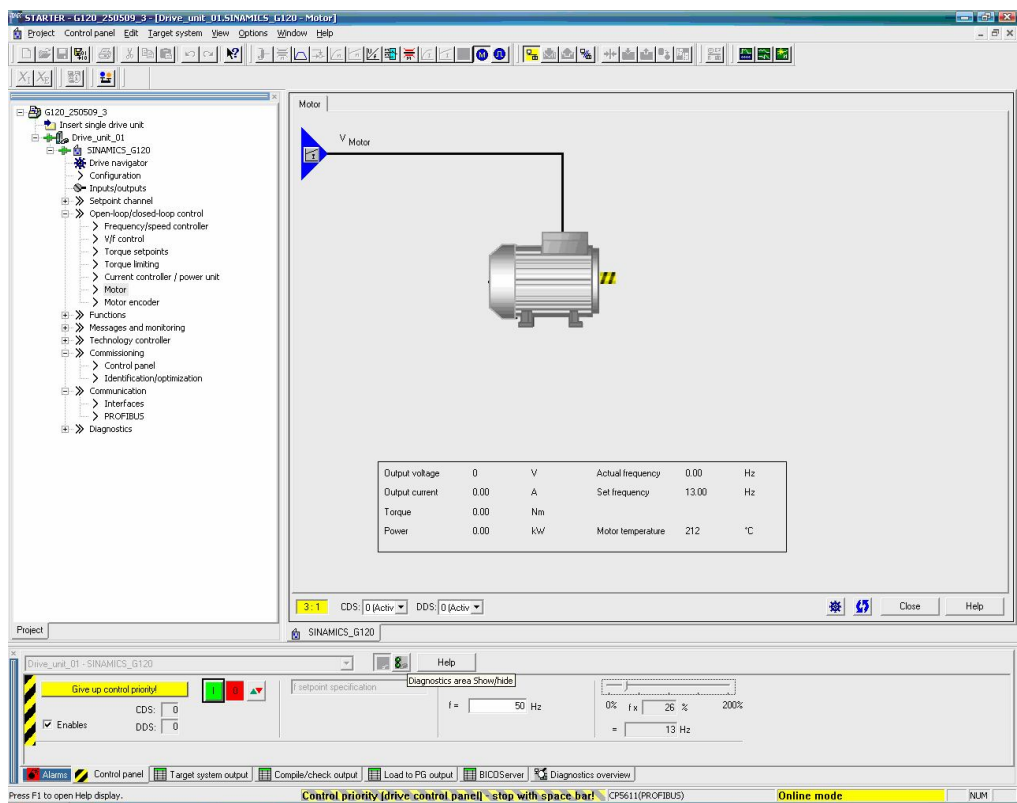


Рисунок 11 – Параметрування панелі управління програми STARTER системи частотного управління асинхронним електроприводом на базі обладнання Sinamics G120 в режимі «on-line»

Таблиця 2 – Технічні характеристики частотного перетворювача Sinamics G120

Назва параметра	Значення або характеристика
Спосіб управління	Векторний (SVC); керування моментом; амплітудно-частотний (лінійний (U/f); квадратичний (U/f ²)); пряме керування потоком FCC; довільне налаштування; режим енергозбереження
Число фіксованих частот	16, параметрованих
Дозвіл вихідної частоти	0.01 Гц
Цифрові входи	9, параметровані (18 функцій), 3 можуть використовуватись для Safety Functions
Аналоговий вхід 1	0...10 В або -10...+10 В або 0...20 мА, може використовуватись як цифровий вхід
Аналоговий вхід 2	0...10 В або -10...+10 В або 0...20 мА, може використовуватись, як цифровий вхід
Аналоговий вихід 1	0...10 В або 0...20 мА, 500Ω макс. навантаження, дозвіл 10 біт
Аналоговий вихід 2	0...10 В або 0...20 мА, 500 Ω макс. навантаження, дозвіл 10 біт
Релейний вихід 1	параметрований, DC 30 В, 0.5 А (R-навантаження)
Релейний вихід 2	параметрований, DC 30 В, 0.5 А (R-навантаження)
Релейний вихід 3	параметрований, DC 30 В, 0.5 А (R-навантаження)
Інтерфейси	Вбудований інтерфейс енкодера, PTC/KTY інтерфейс, RS-232, керування за протоколом USS, RS-485, PROFIBUS, PROFINET, PROFIsafe, MMC
Спосіб гальмування	Гальмування постійним струмом; Опційно: - модуль керування електромех. гальмом (RBM); - модуль керування електромех. гальмом у режимі Safety (SBM); - рекуперативне гальмування
Функції захисту за:	Пониженою напругою мережі, перенапругою, перевантаженням, включенням на землю, коротким замиканням, блокуванням двигуна, перегріванням двигуна (I2t, PTC), перегріванням перетворювача Sinamics G120, захист від зміни параметрів, захист від перекидання фаз

4 SINAMICS G120. Control Units CU240S Getting Started. FW 3.2. [Електронний ресурс]: SIEMENS (A5E01301803B AC), 10/2008. - Систем. вимоги: Pentium-266; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP. – 240 с.

5 Программирование с помощью STEP 7 V5.3. Руководство. [Електронний ресурс]: SIEMENS (A5E00261405-01), 01/2004.- Систем. вимоги: Pentium-266; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP. - 622 с.

*Стаття надійшла до редакційної колегії
18.11.09
Рекомендована до друку професором
Г.Н. Семенцовим*