УДК 621.316 (075.8)

А.О. Криворчук, В.М. Уваров

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ОСОБЛИВОСТІ ЛОГІЧНОГО СИНТЕЗУ БАГАТОТАКТНИХ ПРИСТРОЇВ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ

В статті розглядаються особливості логічного синтезу багатотактних пристроїв релейного захисту, аналізуються відомі способи завдання алгоритмів роботи дискретних пристроїв. Встановлено, що найбільш доцільною мовою формалізації роботи багатотактних пристроїв є мова логічних схем алгоритмів. Пропонується при формалізації опису роботи дискретних пристроїв релейного захисту використовувати крім понять операторів й логічних умов поняття символів можливого вибору.

Ключові слова : *релейний захист, дискретний пристрій, логічна схема алгоритму, логічна схема вимог.*

Вступ

Постановка проблеми. Багатотактні пристрої релейного захисту знайшли широке застосування в електричних системах. Це пов'язане з розширенням функцій та ускладненням завдань, які розв'язуються релейним захистом, що викликає використання нової елементної бази.

Разом з тим, при створенні багатофункціональних пристроїв релейного захисту використовуються методи, які не дозволяють вирішувати поставлені завдання в повному обсязі, через що можлива поява помилок у роботі пристроїв, недозволенне затягування процесу вироблення відповідного рішення, неузгодженість роботи пристроїв релейного захисту різного призначення.

Так, при створенні релейного захисту електричних мереж, зокрема струмового та диференціального захисту, передбачається використання в схемах захисту елементів пам'яті, які повинні забезпечувати селекційність захисту в зв’язку з чим елементи, що розташовані ближче до джерела живлення, повинні спрацьовувати з більшою часовою витримкою, ніж елементи мережі, які розташовані далі від джерела живлення. В силу цієї обставини в системах релейного захисту неможливо застосувати однотактні дискретні пристрої, вихідний сигнал яких залежить тільки від комбінацій вхідних сигналів.

Для реалізації релейного захисту в електричних системах обов'язково повинні застосовуватися багатотактні дискретні пристрої, вихідний сигнал яких залежить не тільки від комбінацій вхідних сигналів, але й від внутрішнього стану елементів, до складу яких повинні входити елементи пам'яті.

Тому при розробці схем релейного захисту потрібно застосовувати математичний апарат синтезу багатотактних дискретних пристроїв.

Проектування багатотактних пристроїв релейного захисту починається з визначення вимог і складання технічного завдання (ТЗ) на проектування [1 – 3]. В технічному завданні повинні бути перераховані всі вимоги, які висуваються до апаратури, що

 © А.О. Криворчук, В.М. Уваров

створюється. На основі технічного завдання виконується проект. Це евристичний обрис схеми й конструкції. Наступним етапом є формалізація, результатом якої є фізичні та математичні моделі схеми й конструкції, складені в відповідних термінах. Формалізація здійснюється з позиції системного аналізу й полягає у врахуванні тих або інших чинників, що впливають на функціонування апаратури. Саме процес формалізації докладно розглядається в даній статті на прикладі системного підходу при розробці дискретних автоматів.

Аналіз літератури. В літературі [1 – 4] вимоги до роботи дискретного пристрою визначаються технологічним процесом, для керування яким він розробляється, і детально формулюються в технічному завданні на проектування. На основі цих вимог в найбільш загальній формі складається алгоритм роботи системи „об'єкт керування – керуючий пристрій" у вигляді переліку вказівок, що визначають послідовність операцій, які виконуються при керуванні, та вхідних і вихідних сигналів, що формуються при цьому. Такий запис, зазвичай, здійснюють за допомогою загальноприйнятої мови. Існує декілька відомих способів завдання алгоритмів: мовний, графічний, графовий, логічні схеми алгоритмів тощо. На наш погляд для багатоактних пристроїв релейного захисту найбільш доцільною мовою формалізації є мова логічних схем алгоритмів (ЛСА).

Логічні методи базуються на дискретному аналізі, тобто на використанні логічних ознак, які можна розглядати як елементарні висловлення, що приймають два значення істинності – «так», або «ні» – з повною визначеністю. До цих ознак відносяться, насамперед, ознаки, що не мають кількісного вираження та представляють собою судження якісного характеру типу наявності або відсутності деяких властивостей об'єктів або явищ, що розпізнаються. Явним прикладом таких ознак може бути стан реле: «спрацювало» воно або «не спрацювало». Процес ухвалення рішення будується на основі розроблених булевих співвідношень або функцій.

Мета статті. Метою статті є викладення особливостей логічного синтезу багатотактних дискретних пристроїв релейного захисту.

Основний матеріал

При розробці ЛСА будемо виходити з того, що роботу об'єкта керування майже завжди можна розділити на кілька циклів. У кожному циклі потрібно виділити скінченну кількість елементарних операцій A_1, A_2, ..., A_n, для виконання яких з керуючого пристрою повинні подаватися відповідні команди. При цьому команди будемо позначати тими самими літерами A_1, A_2, ..., A_n і називати їх операторами. У загальному випадку оператором може виступати процедура обчислення деякого виразу, формування певних керуючих сигналів або будь-яких інших дій, що необхідно виконати для реалізації керування об'єктом.

Крім операторів в алгоритмі є умови, за яких виконується чергова операція A_i. Таким чином, умови фактично дозволяють здійснювати контроль виконання операцій.

Якщо визначені оператори й умови, то послідовність їх виконання при керуванні заданим об'єктом можна записати у вигляді ЛСА. Такий опис здійснюється у вигляді одного або декількох рядків послідовностей операторів, логічних та інших умов і символів, які вказують черговість їх виконання. Послідовний запис декількох умов означає, що подальший перехід до чергового оператора може відбуватися тільки тоді, коли всі ці умови будуть виконані, тобто отримують значення 1.

У графічних схемах алгоритмів (ГСА) початок паралельного виконання операцій зображується розгалуженням за окремими напрямками, а кінець – вершиною з точкою, яка означає, що подальший перехід може відбуватися тільки після закінчення операцій і виконання умов у окремих напрямках.

У ЛСА відсутня відповідна символіка для врахування наведених неоднозначностей. Тому пропонується доповнити ЛСА та ввести мову логічних схем вимог (ЛСВ) і такі додаткові символи, як символ можливого вибору $W(\alpha_1, ..., \alpha_k)$ який вказує, що на даному етапі повинен бути взятий один і тільки один з виразів, які мають позначки $\alpha_1, ..., \alpha_k$, та символ байдужої послідовності $U(L_1,\ldots, L_k)$ який вказує, що вирази, які входять до цієї частини ЛСА, можуть виконуватися в будь-якому порядку.

Слід зазначити, що наведені символи можуть не відображати всіх можливих вимог до роботи пристрою і для запису нових вимог в ЛСВ може виникнути необхідність введення нових операторів або умов. У процесі синтезу пристроїв пропонується переходити від ЛСВ до ЛСА або ГСА й усувати всі невизначеності.

Перехід від ЛСА до створення структури відповідного пристрою – дискретного автомата, який реалізує визначені вимоги, – полягає, перш за все, у визначенні в цьому автоматі входів, які відповідають різним логічним умовам та іншим зовнішнім командам, та виходів, що діють на об'єкт керування й відповідають операторам A_i, а також алфавіту вхідних та вихідних сигналів.

Зіставлення алфавітів (послідовностей вхідних і вихідних сигналів) дає можливість визначити необхідність застосування в автоматі елементів пам'яті й вимоги до структури автомата.

Черговим етапом у логічному проектуванні дискретних автоматів є логічний синтез, тобто процес побудови структур релейних пристроїв, що реалізують задані умови їх роботи. Логічний синтез, в

свою чергу, поділяється на абстрактний і структурний. До абстрактного синтезу входять всі операції від мовного формування умов роботи до складання таблиці істинності або таблиці станів дискретного автомата, до структурного синтезу – всі інші операції аж до побудови структури або функціональної схеми дискретного автомата на конкретних фізичних елементах.

Результатом синтезу є розробка функціональної структури дискретного автомата з мінімальною кількістю елементів релейної дії та реалізація його на певній елементній базі. Структуру такого автомата прийнято називати оптимальною. При синтезі мають справу з функціональною схемою автомата, тобто з графічним зображенням структури автомата у вигляді умовних блоків і елементів, а також шляхів передачі сигналів з виходу на вхід.

Структурний синтез дискретних автоматів суттєво ускладнюється при збільшенні кількості вхідних змінних. Особливо при цьому ускладнюється формалізація запису умов роботи й аналіз автоматів. Це пов'язано, перш за все, з тим, що можливість застосування інженерних методів мінімізації без допомоги ЕОМ обмежується 5 – 7 вхідними змінними. Тому одним з найважливіших завдань при структурному синтезі є зменшення вхідних змінних. Пропонується для скорочення кількості вхідних змінних здійснювати розчленування технологічного процесу роботи всієї системи на роботу окремих підсистем, що складаються з тих чи інших установок та механізмів, а дискретний пристрій – на окремі блоки, що здійснюють керування відповідними підсистемами.

Висновки

1. Формалізація і синтез є одними з найважливіших етапів логічного проектування різноманітних систем управління, кінцевим результатом чого є створення функціональної схеми пристрою, побудованої на логічних елементах, в якій враховані як всі вимоги замовника проекту, так і вимоги, що забезпечують необхідну швидкодію та стійкість роботи автомата. Ці вимоги забезпечуються на етапі структурного проектування.

2. Логічна схема алгоритму з врахуванням введення символу можливого вибору виявляється найбільш зручною для формалізації функціонування дискретних пристроїв (ДП). Це пов'язано з тим, що етап синтезу на підставі мовної форми алгоритму функціонування – досить складне завдання, рішення якого може тягнути за собою суб'єктивні помилки виконавця синтезу.

3. Графічні, мовні, графоаналітичні способи завдання алгоритму не відображають стан виходів багатоактного дискретного пристрою (БДП) разом з станом входів та внутрішніх станів.

4. На етапі абстрактного синтезу логічна схема алгоритму дозволяє отримати функції виходів пристрою, не складаючи при цьому матриці станів та матриці виходів.

Список літератури

1. Чернобровов Н.В. Релейная защита. Изд. 5-е, перераб. и доп. / Н.В. Чернобровов. – М.: Энергия, 1974. – 680 с.

2. Беркович М.А. Основы техники и эксплуатации релейной защиты / М.А. Беркович, В.С. Семенов. – М.: Энергия, 1972. – 276 с.

3. Кононов Б.Т. Релейний захист та автоматика в системах електропостачання військових об'єктів / Б.Т. Кононов, Б.Ф. Самойленко, В.Б. Кононов. – Х.: ХУПС, 2007. – 384 с.

4. Уваров В.М. Етапи синтезу багатотактних пристроїв релейного захисту / В.М. Уваров, А.О. Криворчук // Інформаційні технології в навігації і управлінні: стан та перспективи розвитку: мат-ли першої міжнародн. наук.-техн. конф. – К.: ДП "ЦНДІ НіУ", 2010. – 32 с.

Надійшла до редколегії 29.09.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Б.Т. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ОСОБЕННОСТИ ЛОГИЧЕСКОГО СИНТЕЗА МНОГОТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А.А. Криворчук, В.Н. Уваров

В статье рассматриваются особенности логического синтеза многотактных устройств релейной защиты, анализируются известные способы задания алгоритмов работы дискретных устройств. Установлено, что наиболее целесообразным языком формализации работы многотактных устройств является речь логических схем алгоритмов. Предлагается при формализации описания работы дискретных устройств релейной защиты использовать кроме понятий операторов и логических условий понятия символов возможного выбора.

Ключевые слова: *релейная защита, дискретное устройство, логическая схема алгоритма, логическая схема требований.*

FEATURES THE LOGICAL SYNTHESIS OF MULTISTAGE RELAY PROTECTION OF ELECTRIC SYSTEMS

A.A. Krivorchuk, V.N. Uvarov

The article deals with approaches to logic synthesis multistage relay protection devices, analyzes several known methods to define algorithms for discrete devices. Concluded that the most appropriate language formalization of multistage devices is the language of logic algorithms. Is proposed for the formalization of the description of discrete devices, relay protection using the concepts of addition operators and logical conditions the concept of the symbol of choice.

Keywords: *relay protection, discrete device, the logical scheme of the algorithm, logic circuit requirements.*