

DOI 10.31891/2307-5732-2019-273-3-215-219

УДК 621

К.Л. ГОРЯЩЕНКО, О.В. ШЕВЧУК

Хмельницький національний університет

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ В СТАНДАРТЕ TMN

Стандарт TMN направлен на обеспечение функционирования телекоммуникационной сети любой топологии. В стандарте представлены вопросы обеспечения как технических средств контроля, так и средств принятия решения о структуре сети. Важным элементом структуры являются технические средства обеспечения надежности работы сети. Стандарт TMN вводит в структуру телекоммуникационной системы как обязательный элемент узлов передачи узлы физического уровня контроля над самой линией. Открытым вопросом в стандарте остается физическая и техническая реализация узлов, которые будут отвечать за обеспечение работы самого стандарта на практике.

Ключевые слова: надежность линии, TMN.

K.L. HORIASCHENKO, O.V. SHEVCHUK

Khmelnytskyi National University, Ukraine

RELIABILITY ENSURING OF THE OPERATION OF TELECOMMUNICATION LINES IN TMN STANDART

The TMN standard is aimed at ensuring the functioning of the telecommunications network of any topology. The standard presents the issues of providing both technical means of control and means of making decisions about the network structure. An important element of the structure is the technical means to ensure the reliability of the network.

The TMN standard introduces into the structure of a telecommunication system, as a mandatory element of the transmission nodes, the physical level nodes of control over the line itself. An open question in the standard is the physical and technical implementation of the nodes that will be responsible for ensuring the work of the standard itself in practice.

The main disadvantages of TMN include the following: 1) TMN technology originates from theory, not from practice; 2) TMN technology from a technical point of view did not work, so that it could be put into practice in the form of a specific completed system; 3) the technical implementation of the basic rules of TMN is governed by whole sets of recommendations that are not localized in the M series and were developed in different years by different groups of specialists.

Keywords: line reliability, TMN.

Сети связи, которые являются совокупностью узлов и линий между ними, предназначены для транспортировки сообщений в виде электрических сигналов от источника сообщений к получателю. Для реализации услуг связи недостаточно создать оптимально построенные сети связи и соответствующее оборудование. Необходимо создать вспомогательные службы, системы, надстройки над сетью связи, которые в условиях запросов потребителей, количество которых растет, обеспечили бы ее стойкое функционирование в течение всего срока службы аппаратуры и внешних дестабилизирующих действий.

К таким надстройкам относятся системы технической эксплуатации, нумерации, тарификации, расчетов за услуги связи и ряд других. Полный перечень систем зависит от конкретного вида сети связи (первичная, вторичная и так далее). Совокупность этих систем поддерживает сеть электросвязи, обеспечивая ее функционирование и необходимый уровень показателей для удовлетворения требований потребителей. Перечисленные "системы поддержки" объединяются общим понятием – система управления, которая неразрывно, в замкнутом контуре с обратной связью, взаимодействует с сетью электросвязи через обусловленные интерфейсы. Интерфейсы есть устройству (программно-аппаратные средства) для согласования технических средств системы управления, системы технической эксплуатации и сети связи.

В целом, сеть электросвязи можно рассматривать как кибернетическую систему, которая включает объект управления ОУ (подсистема управления) и системы управления СУ (подсистема управления), связанных между собой потоками контрольной информации, которая управляет, и что подвергаются внешнему действию.

При этом внешними по отношению к сети действиями являются как планы и директивы, которые поступают от вышестоящих организаций (из верхних уровней управления) и требования по доставке сообщений и предоставлению других услуг, поступают от пользователей, так и разные действия или отказы (неисправности) отдельных элементов, которые нарушают ход процесса.

Под регулированием входа имеется в виду установка параметров (показателей качества, скорости доставки и так далее) для взаимодействия ОП с сетью связи, а контроль выхода – это измерение этих параметров.

В отрасли связи роль управления в развитии и совершенствовании сетей значительно повышается. Если ранее управления понимало как составная часть технической эксплуатации вместе с техническим обслуживанием, то в настоящее время управление рассматривается как более широкое понятие, которое включает техническую эксплуатацию как важную составную часть всего процесса обеспечения качества функционирования линии.

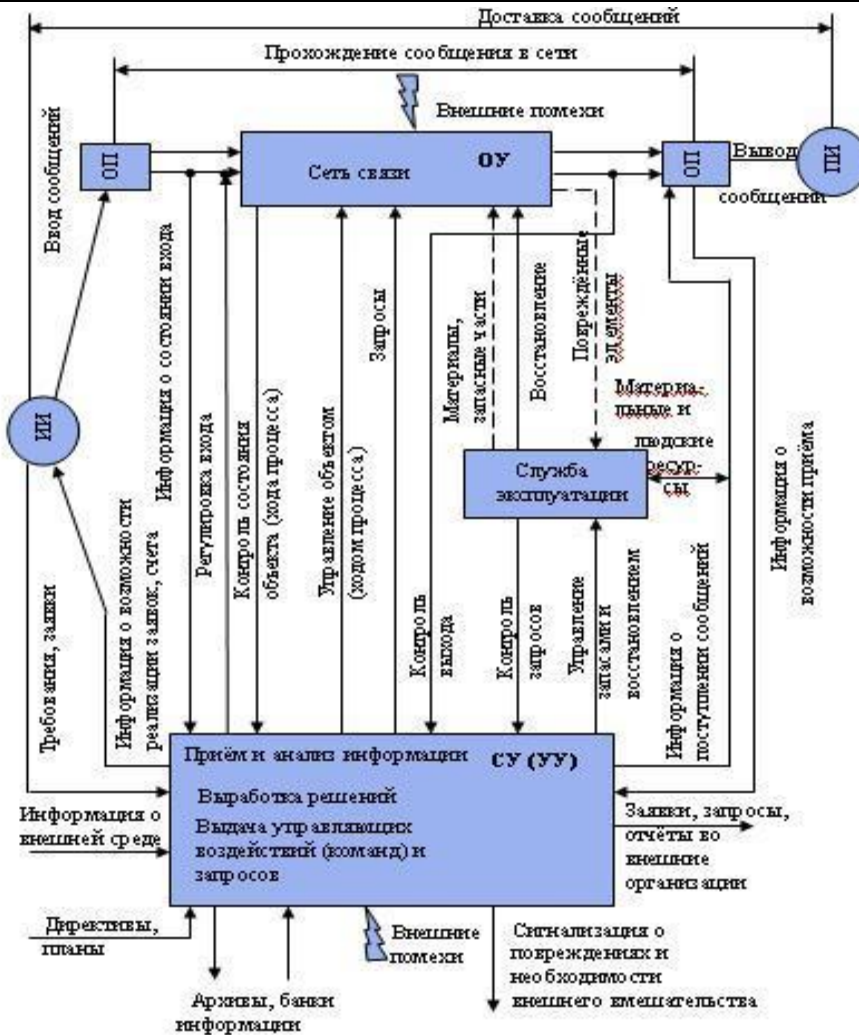


Рис. 1. Модель системы управления сетью связи
 ИИ – источник информации; ОП – краевой пункт; ПИ – потребитель информации

Основная часть

В системе технической эксплуатации выделяют ряд подсистем, таких как подсистема контроля, измерений и резервирования, расчетов и др. (рис. 2).

Система связи

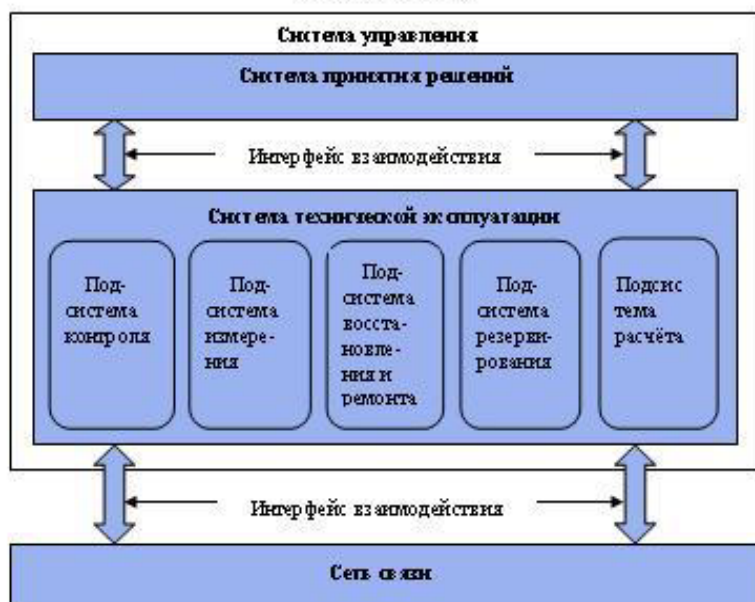


Рис. 2. Система технической эксплуатации в составе системы управления [1]

Как видно из черт. 1. в состав системы технической эксплуатации входят следующие подсистемы:

1) *Подсистема контроля* должна обеспечивать контроль изменения состояния сети и ее компонентов в реальном масштабе времени для выявления и локализации неисправностей с целью их устранения и сквозной контроль.

Подсистема контроля подразделяется на подсистему контроля первичной сети и подсистему контроля вторичной сети общего пользования (ЗК), которое включает сквозной контроль.

2) *Подсистема измерений* должна осуществлять реализацию заданий управления качеством. Подсистема измерений предназначена для эксплуатационных измерений трактов, каналов и аппаратуры связи с целью оценки показателей и параметров используемых технических средств. Измерения проводятся, как правило, в процессе выполнения разных функций технического обслуживания: настройки; паспортизации; проверки работоспособности трактов и технических средств во время их действия; определения причины и места повреждения; ремонта неисправных блоков.

3) *Подсистема возобновления и ремонта* технических средств. При этом подсистема возобновления должна осуществлять управление устранением отказов и обеспечивать работоспособность оборудования, аппаратуры и линий передачи при заданном качестве и надежности с целью предоставления услуг связи с наибольшей эффективностью, уменьшения простоев и оптимального использования средств связи, получения максимальной прибыли при минимальных расходах.

Подсистема ремонта решает задание обеспечения надежной работы сети связи, возобновления ресурса средств связи при снижении стоимости эксплуатационных расходов.

4) *Подсистема резервирования* осуществляет реализацию заданий управления конфигурацией сети или ее составных частей. Подсистема резервирования предназначена для:

- достижения необходимых показателей надежности в случае невозможности или экономической нецелесообразности достижения этих показателей путем повышения надежности отдельных элементов средств связи;

- повышения показателей надежности выделенных служб (услуг) электросвязи;

- получения дополнительной прибыли за счет сокращения длительности простоев трактов и каналов передачи.

5) *Подсистема расчетов* должна осуществлять реализацию заданий управления расчетами и предназначена для проведения расчетно-платежных операций с пользователями за услуги электросвязи, которые предоставляются, со стороны предприятий связи (исполнителей услуг) всех форм собственности.

Основные стандарты TMN

TMN (Telecommunications Management Network) – сеть управления телекоммуникациями. TMN – это по существу международный стандарт, который определяет технологию построения систем управления телекоммуникационными сетями и что определяет все аспекты их функционирования. Следует отметить, что TMN-технология, которая пришла "сверху", то есть она сначала была задумана на бумаге, а уже потом начала реализовываться на практике. Официально рождением TMN можно считать 1988 год, когда МККТТ (в настоящее время МСЕ) опубликовал первую (и основную) рекомендацию М.3010 "Принципы TMN" [1, 2, 3].

В 1992 году до дополнению М.3010 была выпущена целая серия рекомендаций (М.3100, М.3200, М.3300, М.3400 и др.), которые детально описывали основные аспекты TMN, упомянутые в М.3010. Потому 1992 год можно по праву считать годом рождения TMN не только как общей концепции, но как телекоммуникационную технологию. До 2000 года МСЕ выпускал разные дополнительные рекомендации, которые все больше детализировали TMN, вносили разъяснение и поправки к базовым документам, упомянутым выше.

Согласно рекомендациям МСЕ-Т М.3010, TMN является самостоятельной сетью, которая соединена с сетью электросвязи [4, 5]. Архитектура и принципы построения TMN обеспечивают реализацию заданий по управлению, оперативному контролю и эксплуатации разнородного телекоммуникационного оборудования и систем электросвязи, которые изготовлены разными фирмами-производителями [6].

Функции TMN относительно обеспечения надежности функционирования сети

В разработанных рекомендациях сектора телекоммуникаций Международного Союза Электросвязи (МСЕ-Т) в TMN задания системы управления определены из следующих функциональных направлений [4–7]:

- управление конфигурацией сети;
- управление устранением отказов;
- управление качеством;
- управление расчетами;
- управление защитой информации.

В **управлении конфигурацией** решаются задания формирования и развития сети, создания и сопровождение плана нумерации сети, реконфигурация сети и отдельных ее элементов (маршрутизаторов, мультиплексоров, построение карты сети и так далее), планирования услуг, ведения банка данных.

В **управлении устранением отказов** решаются задания контроля за состоянием сети и ее элементов в реальном времени, выявления и локализации повреждений, возобновления трафика, оперативной перестройки сети, устранения повреждений, извещения пользователей о работах, которые

проводятся.

Выявление повреждений в идеологии TMN является неотъемлемым процессом от процесса предоставления услуг по управлению телекоммуникационной сетью [4, 5]. Требуется постоянное или периодическое предоставление услуг по анализу телекоммуникационной сети и состояния ее работы. При этом под выявлением повреждений понимается как выявление проблем связанных с логическим уровнем функционирования – ошибки передачи в следствии коллизий, так и выявление проблем в следствии физического разрушения среды передачи информации.

В **управлении качеством** решенные задания сбору и анализа статистических данных по функционированию сетей и их элементов, регулированию трафика, расширению диапазона услуг связи, а также задание разработки, вывода и контроля за выполнение соглашений об уровне качества оказанных услуг.

В **управлении расчетами** решаются задания сбора данных по средствам, которые предоставляются, и услугам связи, разработки тарифов за средства, которые предоставляются, и услуги, проведение взаимозачетов между участниками предоставления услуг, технических расчетов, которые касаются возможностей сетей, регистрации и учета абонентов.

В **управлении защитой информации** (безопасностью связи) решаются задания разработки мэров по обеспечению закрытости информации и контроля за их осуществлением, защиты баз данных от злоумышленного доступа, мэров технической безопасности и охраны объектов связи, складывания отчетов о попытках несанкционированного доступа к услугам, защите целостности и сохранению данных.

Архитектура TMN владеет рядом характеристик, которые отличают ее от основных конкурентов, SNMP-продуктов и фирменных систем управления, основанных на частных стандартах. Наиболее значимыми из них являются:

- возможность интеграции разнородных сетей за счет комплексной стандартизации большого числа аспектов поведения и структуры системы управления, а также через международный характер стандартов TMN;
- высокая степень масштабируемости решений благодаря наличию соответствующих свойств базового протокола взаимодействия агентов и менеджеров – протокола CMIP;
- наличие в архитектуре специальных элементов для построения больших распределенных систем: промежуточной сети передачи данных, средств маршрутизации и фильтрации сообщений между многочисленными менеджерами и агентами, центральной справочной базы данных, которая хранит информацию об их свойствах и местоположениях и тому подобное;
- защищенность управления с помощью использования открытых стандартов безопасности ISO/OSI.

Нерешенные вопросы применения TMN на практике

Недостатки в применении TMN и нерешенные задачи обеспечения технической эффективности линий связи. К основным недостаткам TMN можно отнести следующие:

- Технология TMN берет свое начало из теории, а не из практики.
- Технология TMN из технической точки зрения не проработала настолько, чтобы считаться законченной стандартизированной технологией, которую можно было бы реализовать на практике в виде конкретной завершенной системы.
- Существует более-менее стандартизированная адаптация TMN до применения на транспортных сетях SDH и сетях абонентского доступа ISDN (рекомендаций серии G и M). Однако для других важных телекоммуникационных технологий (например, сети IP) детализированная адаптация TMN отсутствует.
- Рекомендации, которые в своей совокупности должны давать полное представление о TMN, имеют достаточно сложный для правильной интерпретации формальный язык описания с большим количеством перекрестных ссылок, которое затрудняет как чтение, так и изучение рекомендаций.
- Все рекомендации, которые имеют отношение к TMN, достаточно сложно поданы и организованы в блоки и серии. Большая разбросанность и фрагментарность информации делают их тяжелыми для понимания.
- Техническое воплощение основных правил TMN регламентируется целыми наборами рекомендаций, которые не локализованы в серии M и были разработаны в разные годы разными группами специалистов. Соединить данные рекомендации в единственное "смысловое поле" достаточно сложно, в виду того, что основные цели, степень детализации и направленность отдельных рекомендаций далеко не всегда отвечает проблематике создания систем управления телекоммуникациями.
- В рекомендациях MCE проблема управления телекоммуникационными сетями с точки зрения реальных операторов, производителей и потребителей освещена настолько абстрактно и настолько не отвечает современным реалиям, что много технологических решений, определенных такой абстракцией, оказываются просто невостребованными и ненужными.
- Многими экспертами реализация TMN -интерфейсов рассматривается неоправданно сложным и дорогим делом. Считается, что протокольные стеки, регламентированные для Q-интерфейса, являются очень "перегруженными" и "тяжелыми". Также считается, что верхние ровные модели OSI для данных протокольных стеков стандартизованы достаточно слабо, является достаточно абстрактными, и кроме того сильно усложнены по структуре и методам взаимодействия. Такая ситуация приводит к неоднозначности

інтерпретації інтерфейсів різними розробниками. Чрезмерна складність відображається на надійності і ціні програмного забезпечення.

- Наявність нових, більш рентабельних, більш надійних і, що дуже важливо, популярних комерційних технологій, які надають нові засоби реалізації інтерфейсів, однозначно послаблюють позиції TMN.

- Ощутимо медленне розвиток, зміна і деталізація TMN відповідно до змінами, які відбуваються в області комп'ютерної і телекомунікаційної індустрії.

Литература

1. Основи управління зв'язом Російської Федерації / Булгак В.Б., Варакин Л.Е., Крупнов А.Е. і др. ; под. Ред. А.Е. Крупнова і Л.Е. Варакина. – М.: Радио і зв'язь, 1998. – 184 с.
2. Телекомунікаційні системи і мережі. Том 1. Сучасні технології. – М. : Горюча лінія – Телеком, 2003. – 647 с.
3. Теорія мереж зв'язу ; под редакцією В.Н. Рогінського. – М. : Радио і зв'язь, 1981. – 192 с.
4. Дымарский Я.С. Управління мережами зв'язу: принципи, протоколи, прикладні задачі / Дымарский Я.С., Крутякова Н.П., Яновский Г.Г. – М. : ИТЦ «Мобільні комунікації», 2003. – 384 с. – (Серія видань «Зв'яз і бізнес»).
5. Гребешков А.Ю. Стандарти і технології управління мережами зв'язу / Гребешков А.Ю. – М. : Экотрендз, 2003. – 288 с.
6. Контроль якості в телекомунікаціях і зв'язу. Частина II / [Засецкий А.В., Иванов А.Б., Постников С.Д., Соколов И.В.] ; под. ред. А.Б. Иванова. – М. : Компанія САЙРУС СИСТЕМС, 2001. – 342 с.
7. Van Landegem T., De Prycker M., Vandem Brande F. 2005: A Vision of the Network of the Future. Electrical Communication. 1994. 3 rd Quarter. P. 231–240.

References

1. Osnovy upravleniya svyazyu Rossijskoj Federacii / Bulgak V.B., Varakin L.E., Krupnov A.E. i dr. ; pod. Red. A.E. Krupnova i L.E. Varakina. – M.: Radio i svyaz, 1998. – 184 s.
2. Telekommunikacionnye sistemy i seti. Tom 1. Sovremennye tehnologii. – M. : Goryachaya liniya – Telekom, 2003. – 647 s.
3. Teoriya setej svyazi ; pod redakciej V.N. Roginskogo. – M. : Radio i svyaz, 1981. – 192 s.
4. Dymarskij Ya.S. Upravlenie setyami svyazi: principy, protokoly, prikladnye zadachi / Dymarskij Ya.S., Krutyakova N.P., Yanovskij G.G. – M. : ITC «Mobilnye kommunikacii», 2003. – 384 s. – (Seriya izdanij «Svyaz i biznes»).
5. Grebeshkov A.Yu. Standarty i tehnologii upravleniya setyami svyazi / Grebeshkov A.Yu. – M. : Ekotrendz, 2003. – 288 s.
6. Kontrol kachestva v telekommunikacijah i svyazi. Chast II / [Zaseckij A.V., Ivanov A.B., Postnikov S.D., Sokolov I.V.] ; pod. red. A.B. Ivanova. – M. : Kompaniya SAJRUS SISTEMS, 2001. – 342 s.
7. Van Landegem T., De Prycker M., Vandem Brande F. 2005: A Vision of the Network of the Future. Electrical Communication. 1994. 3 rd Quarter. P. 231–240.

Рецензія/Peer review : 20.5.2019 р.

Надрукована/Printed : 5.6.2019 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Полікарівських О.І.

DOI 10.31891/2307-5732-2019-273-3-220-225
 УДК 621.316.1

М.Й. БУРБЕЛО, Ю.В. ЛОБОДА, О.В. СТЕПУРА
 Вінницький національний технічний університет

**АНАЛІЗ ДИНАМІЧНИХ ПОМИЛОК РОЗПОДІЛЬНИХ СТАТКОМ, ЩО
 ЗУМОВЛЕНІ НЕТОЧНІСТЮ ФОРМУВАННЯ ЗАДАВАЛЬНИХ СТРУМІВ**

В статті проаналізовано динамічні помилки симетрування навантажень та фільтрування вищих гармонік за допомогою СТАТКОМ, що зумовлені неточністю формування задавальних струмів.

Ключові слова: симетрування навантажень, фільтрування гармонік.

M.J. BURBELO, Y.V. LOBODA, O.V. STEPURA
 Vinnytsia National Technical University

**ANALYSIS OF DYNAMIC ERRORS OF DISTRIBUTIONAL FITTING, MADE BY INSUFFICIENCY OF FORMING
 DETENTION CURRENCIES**

In the article the algorithm of control of static synchronous compensators is analysed which is based on the theory of instantaneous capacities on dynamic errors. The structural scheme of control systems based on the theory of instantaneous power, the mathematical division of the transition mode for increasing and reducing the asymmetric active-inductive nonlinear load is shown, and the response of the device to this mode is shown. Dynamic errors of load balancing and filtering of higher harmonics are shown with the help of static synchronous compensators, which are caused by inaccuracy of the formation of presumptive currents. From the analysis of dependencies, it follows that the current of the zero sequence is compensated for precisely, and the current of the reverse sequence of the fundamental harmonic, as well as the currents of the direct and reciprocal sequences of the higher harmonics, are compensated by errors which depend on the speed of the load change. Graphs of required consumption for small loads and generation at high loads of active and reactive power during load balancing and filtering of higher harmonics are shown. Dynamic errors of load balancing and filtering of higher harmonics by means of static synchronous compensators, in case of fixation of active and reactive capacities of static synchronous compensators, there are no errors.

Keywords: load balancing, harmonic filtering.

Постановка проблеми

При дослідженні режиму роботи статичного синхронного компенсатора, такого як збільшення та зменшення несиметричного активно-індуктивного нелінійного навантаження, виникають помилки його роботи, що зумовлені неточністю формування задавальних струмів.

Аналіз останніх джерел

Одним із методів керування розподільними СТАТКОМ є метод, що оснований на теорії миттєвої потужності [1–9]. Структурну схему систем керування на основі теорії миттєвої потужності зображено на рис. 1.

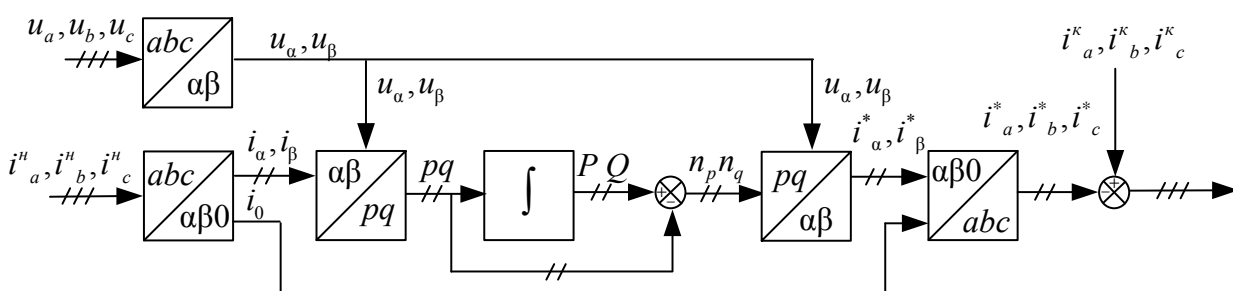


Рис. 1. Система керування на основі теорії миттєвої потужності

Алгоритм керування з використанням теорії миттєвих потужностей складається з таких кроків.

1. Перехід від фазних координат до ортогональних складників напруг і струмів в системі $\alpha\beta$ -координат: