

Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri
ISSN 1609-1620
Cild 22, № 1 (2020), 79-85
UOT 621.311



Paylanmış nəzarət sistemləri vasitəsilə Smart şəbəkələrdə ümumi idarəetmə strukturu və gələcəklə bağlı layihələr

Energetika və enerji məşinqayırması

Balazadə İ.M., Cəbiyeva Ş.R.
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
E-mail: ilkinbalazade24@gmail.com

Mövcud elektroenergetika sistemindən Smart sistemə keçid üçün tələb olunan sistem komponentləri və kommunikasiya infrastrukturunu təhlil edilmişdir. Bundan əlavə istehlakçı tərəfində elektrik enerjisinin səmərəliliyinin artırılması məqsədilə ikitərəfli kommunikasiya sistemlərinin kombinə edilmiş variantları təklif edilmiş və onların analitik təhlili aparılmışdır. Burada əsas məqsəd qurulacaq şəbəkə infrastrukturunu üçün real zaman kəsiyində naqilsiz informasiya mübadiləsinin təşkilindən ibarətdir. Bunun üçün isə beynəlxalq standartlara cavab verən bir sıra kommunikasiya tətbiqləri təhlil edilmiş və mümkün variantlar əsaslandırılmışdır.

Açar sözlər: ağıllı şəbəkə, paylanmış nəzarət və idarəetmə, kommunikasiya, ağıllı şəbəkə idarəetmə arxitekturası, qlobal şəbəkə, tələb-cavab prinsipi

Giriş

Əhalinin artması və fərdlərin enerji tələbatının nəticəsi olaraq, enerjiyə olan tələbat hər keçən gün artır. Bu tələbatın mövcud şəbəkə strukturu ilə qarşılınması olduqca çətin və qeyri-effektiv olacaqdır. Elektrik enerjisinin ötürülməsi zamanı mövcud elektroenergetika sistemində olan ənənəvi elektrik enerji itkilərinin kifayət qədər çox olması, alternativ enerji mənbələrinin hazırkı şəbəkə sistemə inteqrasiyasında yaranan problemlər və s. kimi məsələlər, sürətlə artan enerji tələbatını ödəmək üçün mövcud struktur sistemin əlverişsiz olduğunu deməyə imkan verir. Demand-response (tələb-cavab)-yalnız tələb olunan miqdarda elektrik enerjisinin istehsal olunaraq istehlakçıya ötürülməsi balansının təmin olunması baxımından, mövcud şəbəkələrin effektiv, müxtəlifönlümlü, etibarlı və ekosistem üçün faydalı olması tələb olunur. Bu isə öz növbəsində intellektual (Smart, ağıllı) elektroenergetika sistemlərinin yaradılması məsələsini gündəmə gətirir. İntellektual sistemlərin tətbiqi zamanı elektrik enerjisinin istehsalı, ötürülməsi, paylanması və istehlakı prosesinin hər mərhələsinin müşahidə olunan və idarə edilə bilən olmasını təmin etmək mümkündür. Bu işdə paylanmış strukturlu idarəetmə tətbiqləri vasitəsilə ağıllı şəbəkələrdə kompleks idarəetmə və nəzarət sistemləri araşdırılmış və gələcəkdə bu sistemin tətbiqi ilə bağlı proqnozlar verilmişdir.

Mövcud şəbəkələrin artan enerji tələbatı ilə uzlaşa bilməməsi səbəbi ilə ortaya çıxan bu anlayış, şəbəkələrin tam avtomatlaşdırılması və yüksək məhsuldarlığını hədəfləməklə yanaşı, kommunikasiyadan müasir infrastruktur texnologiyalarına, idarəetmə sistemlərindən yarımkeçirici və mikroprosessor texnologiyaları da daxil olmaqla bir çox texnologiyaları bir araya

gətirən yeni bir model olaraq qarşımıza çıxmaqdadır. Son zamanlarda, ağıllı şəbəkələrə olan ehtiyacın ödənilməsi və kommunikasiya, informasiya texnologiyaları, nəzarət və idarəetmə sistemləri, yarımkeçirici və mikroprosessor texnologiyaları kimi bir çox sahələrdə İntellektual şəbəkələrin tətbiqi sürətlə artmaqdadır [1-5]. Enerji tələbatını ödəmək üçün texnoloji inkişaf edən avadanlıqlardan istifadə edərək enerji potensialını səmərəli və fasiləsiz olaraq istifadə etmək lazımdır. Bu məqsədlə hazırlanmış idarəetmə imkanları daha da geniş olan şəbəkə sistemləri "ağıllı şəbəkələr" kimi ifadə olunmuşdur. Ağıllı şəbəkələr bərpa olunan enerji mənbələrinin (BEM) istifadəsini asanlaşdırmaqla alternativ və ekoloji cəhətdən səmərəli resursların istifadəsinə imkan yaradır [6]. Tükənən enerji mənbələrinin azalması səbəbindən neftlə zəngin olan ölkələr də daxil olmaqla bütün dünya, alternativ enerji mənbələrindən daha çox istifadə edə bilmə yollarını axtarır. BEM-lərin daha səmərəli və geniş istifadə edilməsi şəbəkə sistemə inteqrasiya problemlərinin aradan qaldırılmasına (8-10) və akkumulyasiya mənbələri kimi ehtiyat resurslarla dəstəklənməsinə bağlıdır [1]. Hazırkı elektroenergetika sistemlərinin bu ehtiyacı qarşılaya bilməməsinə rəğmən, idarəetmə və kommunikasiya sahəsində baş verən texnoloji inkişafı gələcəkdə mövcud sistemin smart sistemə keçməsi üçün ümidverici hesab olunur.

Məsələnin qoyuluşu:

Hazırda ağıllı şəbəkə tətbiqləri üç əsas alt başlıqla qruplaşdırıla bilər:

1. Paylanmış mənbələr: enerji səmərəliliyi, etibarlılıq və BEM-in istifadəsi üçün böyük önəm sahibdir. Ağıllı şəbəkələr elektrik enerjisi istehsal edən ən kiçik güclü mənbələrdən böyük güclü elektrik stansiyalarına qədər geniş istehsal diapazonuna malik sistemlərin elektroenergetika sisteminə birgə inteqrasiyasına imkan yaratmalıdır. Beləliklə, BEM-in məişət istehlakı səviyyəsinə yayılması və məişət infrastrukturunun öz elektrik enerjisinin istehsal etməsi mümkün olacaqdır.

2. Paylanmış akkumulyasiya (distributed storage): Burada məqsəd istehsal olunmuş elektrik enerjisinin artıq qalan hissəsinin istehlakçıya yaxın ərazilərdə akkumulyasiya edilməsi və lazım gəldikdə enerjiyə olan tələbatı qarşılamaq üçün istifadə etmə imkanını təmin etməkdir [5].

3. İstehlakçı tərəfdə yükün idarə olunması (Demand side load management) tətbiqləri: Paylanmış istehsal və akkumulyasiya imkanlarına sahib şəbəkə sistemlərində istehsal-tələb balansı və enerji qiymətləri daha Smart idarə oluna bilər. Enerji istehlakının pik vaxtlarında sistem avadanlıqları artıq yüklənməyə məruz qalır. İstehlakçıların köməyi ilə bu problem həll olunmaqla yanaşı, enerji qiymətləri və enerji səmərəliliyi artırıla bilər.

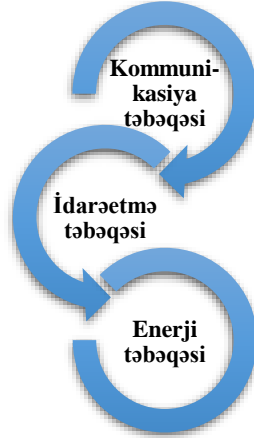
Yuxarıda göstərilən üç məqsəd üçün yerinə yetirilən tətbiqlər effektiv kommunikasiya və nəzarət vasitələri ilə mümkündür. Elektroenergetika sisteminin ani dəyişikliklərə cavab verə bilməsi və optimal iş rejimlərini qoruya bilməsi üçün, şəbəkə rejimlərinin real-zaman kəsinə nəzarət edilən və idarə edilə bilən olması vacibdir.

Ənənəvi sistemdən Smart Elektroenergetika sisteminə keçidi təmin etmək üçün sistem avadanlıqlarının rejimlərinin izləmə bilməsi və idarə edilə bilməsi vacib məsələdir. Çünki yalnız müşahidə və monitoring edilə bilən dinamik sistemlər idarə edilə bilər. Çoxsaylı avadanlıqlardan meydana gələn kompleks şəbəkə strukturunun idarə edilən olması üçün, Smart şəbəkə infrastrukturunun aşağıda göstərilən üç təməl təbəqə olmalıdır:

1. Güc sistemləri təbəqəsi.
2. Kommunikasiya sistemləri təbəqəsi.
3. Nəzarət sistemləri təbəqəsi.

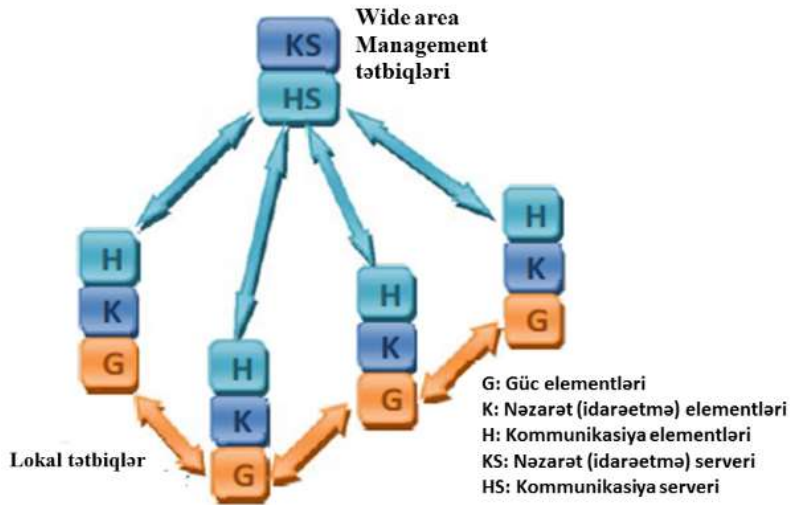
Bu təbəqələrə əsaslanan qlobal şəbəkənin (WAN) idarəetmə imkanları paylanmış nəzarət qurğuları vasitəsilə əldə edilə bilər.

Şəkil 1-də bu üç texnoloji təbəqə ayrı-ayrılıqda təsvir edilmişdir.



Şəkil 1. Smart şəbəkə texnologiyasının təbəqələri (Smart Grid technology layers)

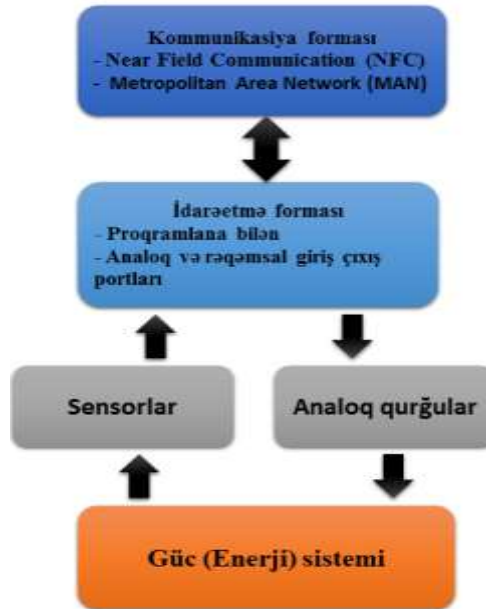
Paylanmış nəzarət, Smart şəbəkə avadanlıqlarının müstəqil lokal nəzarət sistemlərinə malik olması kimi başa düşülə bilər. Şəkil 2-də bu təbəqələri təşkil edən komponentlərin bir-biri ilə inteqrasiya olunması nəticəsində meydana gələn funksional əlaqələr təsvir edilmişdir.



Şəkil 2. Təbəqə təşkilçilərinin bir-biri ilə funksional asılılığı

Şəbəkəyə yayılmış nəzarət strukturlarının bir-biri ilə uyğun və şəbəkə sistemi ilə optimal işləməsi qlobal şəbəkənin köməkliyi ilə təmin edilə bilər.

Ağıllı şəbəkə arxitekturasının idarə edilə bilən və müşahidə oluna bilən olması üçün qlobal şəbəkə sistemləri şəkil 2-də göstərilmiş üç struktur komponentə (H-K-G) malik cihazlar və sistemlərdən ibarət olmalıdır. Bu cihazların funksional arxitekturası şəkil 3-də göstərilmişdir.



Şəkil3. İdarə olunan güc sisteminin funksional arxitekturası

Nəzarət sisteminin proqramlanma qabiliyyəti prosessor və yaddaş qurğusuna malik olan nəzarət və idarəetmə kartları vasitəsilə yerinə yetirilir. Bu kartların analoq və rəqəmsal giriş-çixış portlarının olması sensorlar və elektrik sistemlərinin bu kartlara qoşulmasına imkan verir. Əlavə olaraq kartları kommunikasiya modulları ilə təmin etməklə, Ethernet, USB, RS-32, Wi-Fi, GSM / GPRS kompleks sistem yaratmaq mümkün olur.

Həll üsulları

Smart Şəbəkələr üçün Rabitə Sistemləri. Ağıllı şəbəkələrin ierarxiyasında kommunikasiya ehtiyacları yaxın sahə (bina və obyekt) və uzaq (şəhər içi və şəhərlərarası) kommunikasiyalardan ibarətdir (cədvələ bax). Milyonlarla istifadəçiyə xidmət edən Smart şəbəkə infrastrukturunu öz-özülüyündə uyğun şəkildə işləyə bilməsi və informasiya mübadiləsi üçün, yüksək səviyyəli məlumatların ötürülməsi infrastrukturuna ehtiyac duyur. Bu gün belə infrastruktur fiber texnologiyası və simsiz rabitə imkanları ilə mümkündür. Ağıllı şəbəkə tətbiqləri üçün IEEE tərəfindən təklif olunan əsas kommunikasiya texnologiyaları ZigBee, WiMAX və Wi-Fi texnologiyaları, GSM/GPRS, DASH 7 və enerjixətləri üzərindən yerinə yetirilən kommunikasiyasıdır (PLC).

Ehtiyaca uyğun olaraq inkişaf etdirilən texnologiyaların və tədqiqat üsullarının Smart şəbəkə informasiya sistemlərindəki yeri aşağıda qısa şəkildə şərh olunmuşdur.

GSM/GPRS texnologiyası ənənəvi və yeni nəsillə kommunikasiya sistemlərində mühüm rol oynayır [4]. Bunun təməli səbəbi GSM/GPRS texnologiyasından istifadə edərək əldə olunan məlumatların hədəflənən nöqtələrə simsiz olaraq göndərilə bilməsidir. GSM dünya səviyyəsində tətbiq olunan ən populyar mobil şəbəkədir. Bu şəbəkə (900-1800) MH aralığında işləyir. İyerarxiyası dörd əsas komponentdən ibarətdir: mobil cihazlar, baza stansiya mərkəzi, şəbəkə əlqələndirici mərkəz və transformator mərkəzini dəstəkləyən əməliyyat. GSM, sabit telefon şəbəkəsindən sonra dünyada ən çox istifadə edilən kommunikasiya texnologiyası

olma üstünlüyünə malikdir. Ağıllı şəbəkə tətbiqləri üçün bu bir üstünlük təmin edir. Bundan əlavə, GSM ən təhlükəsiz kommunikasiya şəbəkələrindən biri olaraq qəbul edilir. GPRS, GSM şəbəkəsi üzərindən paketə əsaslanan məlumat ötürülməsini təmin edir. Bu, IP şəbəkə proqramlarının GSM şəbəkəsi üzərində yerinə yetirilməsinə imkan verir. GSM ilə müqayisədə informasiyanın ötürülmə sürəti çox yüksəkdir. Standartlaşma və uyğun işləmə problemi hələ də mövcud olsa da, ağıllı şəbəkə texnologiyalarında GSM/GPRS tətbiqləri mövcuddur. Ağıllı şəbəkə tətbiqlərində uzaqdan izləmə üçün GSM/GPRS-dən istifadə daha çox yayılmışdır. Məsələn, GPRS texnologiyası ilə transformator mərkəzinin uzaqdan monitorinqi təklif edilmişdir [3]. Eyni zamanda, GPRS əsasında onlayn enerji keyfiyyətinin monitorinqi müzakirə olunur.

Cədvəl. Ağıllı şəbəkələrdə bugünkü kommunikasiya texnologiyalarının istifadəsi

İstifadə sahələri		PLC, Pwr.L, Comm	ZigBee	WiFi	WiMAX	GSM və GPRS	DASH 7
İstehsal	Ənənəvi istehsal	c	b	b	b	a	b
	Paylanmış alternativ enerji bazalı istehsal	c	b	c	b	a	b
Ötürmə	EVX xətti mühafizəsi və monitorinqi	a	c	b	b	a	b
	İzolyator monitorinq	a	c	c	c	b	b
	FACT's monitorinq və idarəetmə	a	c	b	c	a	b
Paylama	Yarımsansiya avtomatlaşdırılma və mühafizə	a	b	a	b	a	b
	Paylayıcı (Fider) xətlərin monitorinqi və mühafizəsi	a	b	c	c	a	b
	Element monitorinqi və mühafizəsi	a	b	a	c	a	b
İstehlak	Fərdi istehlakın avtomatlaşdırılması və idarəedilməsi	a	a	a	c	a	b
	Sanaye miqyaslı avtomatlaşdırma və idarəetmə	a	a	a	c	a	b
	Avtomatik sayğac oxunması	a	a	a	b	a	b
	Elektrik mühərrikli nəqliyyat vasitələri	b	b	b	c	a	b

Qeyd: a) mövcud vəziyyətdə istifadə olunan sistemlər (the systems used in the present case); b) istifadə üçün araşdırma mərhələsində olan sistemləri (the researched systems for use); c) hələ istifadə olunmayan lakin prosesin inkişafına yeni həllər gətirə biləcək sistemlər (using situation of today's communication technologies in Smart grids)

GSM/GPRS, lokal (ev) sahə şəbəkəsi (Home Area Network-HAN) mühitində çox sayda tətbiq sahəsi tapılmışdır. GSM/GPRS vasitəsilə istehlakçının evində olan avadanlıqların izlənilməsi və yükün idarə olunması asanlıqla yerinə yetirilə bilər. Yüklərin idarə edilməsi və cihazların avtomatlaşdırılması müxtəlif sahələrdə tətbiq olunur. Yerli istifadəçi hər zaman mobil telefonu vasitəsilə evlə əlaqə yarada bilər. GSM/GPRS ilə yanaşı, qısa mesaj xidməti (SMS) əsasında bildiriş və cihazların idarə edilməsi də GSM texnologiyasından istifadə edilməklə yerinə yetirilə bilər. Simsiz şəbəkə texnologiyalarının təkmilləşdirilməsi ilə yanaşı, cihazlar arasında kabelli rabitə yerini simsiz rabitəyə buraxdı. Ümumiyyətlə, simsiz siqnallar ötürücülük zəifləməsi və səs-küyə əhəmiyyətli dərəcədə məruz qalır. Buna görə simsiz şəbəkələr ümumiyyətlə nisbətən aşağı informasiya sürəti ilə qısa məsafəli əlaqələri təmin edir.

WiMAX texnologiyası sabit, portativ və mobil çıxışa dəstək verən genişzolaqlı simsiz

çıxış texnologiyasıdır. Sıqnal mənzilində olan və ya olmayan, bir nöqtədən bir nöqtəyə, bir nöqtədən çox nöqtəyə və çox nöqtədən çox nöqtəyə kimi xüsusi tətbiqləri dəstəkləyir. Daha geniş ərazilərdə paylanmış enerji mənbələri arasında ünsiyyət üçün münasib bir seçimdir. İdeal şərtlərdə, 50 km-lik əhatə dairəsi çərçivəsində 70 Mbps sürətində səs, məlumat və görünüşü xidmət keyfiyyəti və təhlükəsizlik tələblərini ödəməklə daşıma və paylama qabiliyyətinə malikdir. WiMAX texnologiyası, ümumi quraşdırma maliyyəti nisbətən aşağı olan və ağıllı şəbəkə texnologiyaları üçün geniş əhatə dairəsi ilə birlikdə etibarlı, yüksək ötürmə sürətinə malik və avtomatik şəbəkə bağlantısı təmin edir [5]. Wi-Fi texnologiyası uyğun cihazların simsiz giriş nöqtələri vasitəsilə yerli şəbəkəyə qoşulmasına imkan verir. Smart şəbəkələr üçün IEEE 802.11 (Wi-Fi) və IEEE 802.16 (WiMAX) kimi standartlar tətbiq edilmişdir və bu standartların inkişafı və təkmilləşdirilməsi istiqamətində işlər davam edir. IEEE 802.11 (Wi-Fi) şəbəkələrində ünsiyyət üçün maksimal informasiya sürəti 150 Mbps və maksimum ünsiyyət məsafəsi 250 m-dir. IEEE 802.16 standartında məlumatlar 50 km məsafədə 100 Mbps sürətlə ötürülə bilər.

Nəticə

Bu araşdırmada ağıllı şəbəkələrin paylanmış nəzarət və qlobal şəbəkənin idarə edilməsi üçün təmin ediləcək kommunikasiya, nəzarət tətbiqləri və texnologiyaları araşdırılır. Bu proqramlar və texnologiyaların köməyi ilə ağıllı şəbəkə arxitekturası proqnozlaşdırıldı və ağıllı şəbəkə tətbiq imkanları araşdırıldı. Ağıllı idarəetmə və enerji sistemlərinin səmərəli istifadəsi üçün kommunikasiya və nəzarət sistemlərini əhatə edən ağıllı şəbəkə arxitekturasının funksional üçsəviyyəli struktura malik olduğu vurğulanmışdır (Güc (enerji)-nəzarət-kommunikasiya). Bu təbəqələrin bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqəsi optimal paylanmış idarəetmə və qlobal formada şəbəkə idarəetməsini təmin edəcəkdir. Enerji paylama şəbəkəsinin şərtləri yerli və qlobal miqyasda daha çox müşahidə olunan və nəzarət edildiyi üçün sistem daha səmərəli, etibarlı və ekoloji cəhətdən səmərəli olmağa imkan verəcəkdir. Bu iş, yaxın gələcəkdə qəbul ediləcək ağıllı şəbəkələrin strukturlarının daha yaxşı anlaşılması və izahına kömək etmək məqsədilə həyata keçirilmişdir. Yaxın gələcəkdə bu qurğular üzərində ağıllı şəbəkələrin proqnozları mövzusunda maraqlanan akademik, sənaye və ictimai paydaşlara rəhbərlik ediləcəkdir.

Ədəbiyyat

1. Yi P., Iwayemi A., Zhou C. Developing ZigBee deployment guideline under WiFi interference for smart grid applications. / IEEE Transactions on Smart Grid. – 2011. – Vol.2. – Pp.110-120.
2. Grijalva S., Tariq M.U. Prosumer-based smart grid architecture enables a flat, sustainable electricity industry. / IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies (ISGT) Conference. – 2011. – Pp.1-6.
3. Wang W., Xu Y., Khanna M. A survey on the communication architectures in smart grid. // Computer Networks. – 2011. – Vol.55. – Pp.3604-3629.
4. Lee P., Lai L. A practical approach to wireless power quality, energy and facilities monitoring system. / IEEE Power and energy society general meeting-conversion and delivery of electrical energy in the 21st century. – 2008. – Pp.1-3.
5. Kabalci E., Kabalci Y., Develi I. Modelling and analysis of a power line communication system with QPSK modem for renewable smart grids. // Electrical Power and Energy Systems. – 2012. – Vol.34. – Pp.19-28.

Резюме

Балазаде И.М., Джабиева Ш.Р.

Глобальное управление интеллектуальными сетями с помощью распределенного контроля и проекты на ближайшее будущее

Исследованы требуемые системные компоненты и коммуникационные инфраструктуры для перехода от существующей системы электроэнергетики на интеллектуальную систему. Также, с целью повышения эффективности электрической энергии на стороне потребителей были предложены комбинированные варианты двухсторонних коммуникационных систем и проведен их аналитический анализ. Целью статьи является осуществление беспроводного информационного обмена на протяжении рассматриваемого времени для инфраструктуры создаваемой сети. Для этого были анализированы некоторые коммуникационные приложения, отвечающие международным стандартам.

Ключевые слова: интеллектуальная сеть, распределенный контроль и управление, коммуникация, архитектура интеллектуального управления сети, глобальная сеть, спрос на энергию.

Summary

Balazadeh I.M., Jabiyeva Sh.R.

Wide-area management of Smart grid by distributed control systems and near future projections

The required system components and communication infrastructures for the transition from the existing power system to an intelligent system has been investigated. Also, in order to increase the efficiency of electrical energy on the consumer side, combined versions of two-way communication systems were proposed and their analytical analysis was conducted. The purpose of the article is the implementation of wireless information exchange during the real time for the infrastructure of the network being created. For this, some communication applications that accepted by international standards were analyzed.

Key words: Smart grid, distributed control and monitoring, communication, the architecture of managing Smart grid, wide-area network, demand-response principle.