

Zarządzanie siecią energetyczną

Cele oraz zakres projektu

Celem projektu jest stworzenie automatycznego systemu regulującego pracę sieci elektroenergetycznej. System ma automatycznie dbać o regulowanie obciążenia elektrowni, linii przesyłowych oraz akumulatorów by zminimalizować ryzyko awarii oraz optymalizować koszt wytwarzania energii.

Cały mechanizm regulacyjny ma odbywać się całkowicie automatycznie z uwagi na szybkość automatyki w porównaniu do możliwości ludzkich.

System ma posiadać zdolność podejmowania decyzji na podstawie danych statystycznych zgromadzonych w bazie danych.

Wymagania funkcjonalne

W ogólności klientami systemu są 2 grupy użytkowników

- Centrala
 - Monitoruje całą sieć
 - Monitoring odbywa się na podstawie analizy zebranych meldunków i reakcji na zmieniające się parametry. Czas reakcji na zmianę w sieci musi być bardzo szybki rzędu 50 milisekund (bez uwzględnienia opóźnień transmisji danych przez sieć)
 - Ma możliwość wysyłania instrukcji do elementów sieci
 - Odbiera meldunki od elementów sieci
 - Steruje siecią wedle zdefiniowanych parametrów
- Element sieci
 - Odbiera polecenia od centrali
 - Wysyła meldunki do centrali (w regularnych odstępach czasu)
 - W oparciu od otrzymane polecenia steruje danym elementem sieci
 - Może zmieniać swoje cechy

Elementy sieci

Sieć elektroenergetyczna składa się z następujących elementów

- Elektrownie
- Zbiorniki energii (baterie)
- Linie przesyłowe
- Odbiorca energii

Elektrownia

Cechy

Jest to element sieci który dostarcza prąd. Z punktu widzenia systemu najważniejsze cechy które muszą być zdefiniowane to

- Rodzaj (węgiel, ropa, gaz, atom, woda, wiatr, słońce)
 - Przechowywane w celu statystycznym
- Czas potrzebny na uruchomienie do pełnej mocy
 - Elektrownie potrzebują różnego czasu by móc zacząć działać z pełną mocą może być on liczony w minutach (dla turbin gazowych) do tygodni (dla reaktorów jądrowych)
- Czas potrzebny na wyłączenie elektrowni
 - Niektóre elektrownie wyłączają się bardzo długo np. reaktory jądrowe. Stąd opłacalne jest utrzymywanie ich w pełnej mocy przez dłuższy czas.
- Koszt kilowatogodziny
 - Elektrownie różnią się kosztem wytworzenia energii. Elektrownie atomowe wytwarzają bardzo tani prąd, ale nie mogą być łatwo włączane i wyłączane. Z kolei elektrownie bazujące ropy mogą być uruchamiane i wyłączane w minuty, ale koszt paliwa jest dużo większy niż w przypadku uranu
- Moc maksymalna
 - Jest to maksymalna możliwa moc do uzyskania przez elektrownię w kilowatach
- Moc bieżąca
 - Jest to bieżąca moc wytwarzana przez elektrownię (parametr bardzo ważny dla źródeł takich jak wiatr czy słońce)

Zdefiniowe polecenia

Zbiornik energii (bateria)

Cechy

Jest to element sieci mający zdolność przyjmowania i oddawania energii. Jako magazyn jest równoważyć niedobory energetyczne i magazynować nadmiary energii.

Z punktu widzenia systemu jego najważniejsze cechy to

- Rodzaj
 - Przechowywany w celach statystycznych
- Bieżący stan
 - Każdy zbiornik energii może być ładowany, rozładowywany lub być w stanie spoczynku
- Stan naładowania
 - Stan naładowania podaje pozostałą energię zarówno w wartości procentowej jak i w kilowatogodzinach
- Czas ładowania
 - Parametr określa ile zajmuje naładowanie danego zbiornika energii w minutach
- Maksymalna moc ładowania
 - Parametr określa jak dużo energii można w danym momencie podać do zbiornika w kilowatach
- Maksymalna moc rozładowania
 - Parametr określa jak dużo energii może oddać naraz zbiornik kilowatach
- Pozostały czas działania przy bieżącym obciążeniu
 - Określa jak długo zbiornik energii jest w stanie ją dostarczać przy obecnym poziomie rozładowania
- Pozostały czas ładowania
 - Określa ile czasu zostało do pełnego naładowania zbiornika

[Zdefiniowane polecenia](#)

Linia przesyłowa

Cechy

Ten element sieci odpowiada za przesyłanie energii między elementami sieci energetycznej.

Z punktu widzenia systemu jej najważniejsze cechy to:

- Długość
 - Potrzebne do celów statystycznych
- Sprawność
 - W zależności od pogody i użytych materiałów linia energetyczna charakteryzuje się różną stratnością spowodowaną przez opór elektryczny. Wartość podawana jest w procentach określających ile energii zostanie utraconej po przesłaniu
- Maksymalna moc
 - Parametr określa ile energii może maksymalnie być przesłane przez daną linię przesyłową. Podawany jest w kilowatach
- Obciążenie
 - Podaje aktualne obciążenie linii w procentach jak i w kilowatach

Odbiorca energii

Zdefiniowe polecenia

Jest to element sieci przesyłowej który pobiera energię.

Z punktu widzenia systemu istotne cechy to:

- Rodzaj
 - Do celów statystycznych (odbiorca indywidualny, firma)
- Priorytet
 - Określa jak bardzo ważne jest zapewnienie ciągłych dostaw energii do obiektu
 - Priorytet najwyższy to 1 (zawsze musi być prąd), każdy niższy oznacza mniejszy priorytet
- Zużycie energii
 - Parametr określa bieżący pobór mocy przez obiekt

Rola monitorująca centrali

Centrala dostaje meldunki od elementów sieci. Częstotliwość wysyłania meldunków może być ustalana przez użytkownika w zależności od potrzeb, ale zaleca się by były to odstępy rzędu 10-20 min. Celem tego rozwiązania jest zapewnienie, że dany element sieci ciągle funkcjonuje i może być brany pod uwagę w zarządzaniu siecią.

Wszystkie meldunki są zapisywane w bazie danych w celach statystycznych.

System na bieżąco monitoruje stan sieci i w razie wykrycia jakiegś anomalii powiadamia nadzorującego go użytkownika.

Anomalie mogą być jawne i niejawne

Jawne

Każdy meldunek może zostać oznaczony jako pilny. Wówczas system natychmiast powiadomi użytkownika.

Niejawne

Tego typu anomalie są wywoływane przez centralę na podstawie analizy danych. Przykładowe zdarzenia wywołujące powiadomienie o wystąpieniu anomalii to:

- Gwałtowny spadek mocy w dowolnym elemencie sieci
- Brak meldunku dochodzącego z jednego z elementów sieci przez zdefiniowany uprzednio czas
- Parametr nie mieszający się w zakresie (przykładowo stan naładowania większy niż 100%)
- Dowolna inna zmiana w sieci zdefiniowana przez użytkownika

Rola nadzorcza centrali

Centrala steruje siecią energetyczną poprzez wysyłanie komend do elementów sieci. Mogą to być komendy wysyłane ręcznie przez nadzorcę albo automatycznie celem utrzymania pracy sieci w zadanych parametrach. Czas reakcji ma kluczowe znaczenie. Pomijając wszystkie opóźnienia związane z łączami telekomunikacyjnymi czas reakcji powinien mieścić się w granicach 50 milisekund.

Komendy do elektrowni

- Włączyć \ wyłączyć
- Zmienić moc bieżącą

Komendy do zbiorników energii (baterii)

- Rozpocząć rozładowywanie
- Rozpocząć ładowanie
- Zmień maksymalną moc wyjściową

Komendy do linii przesyłowych

- Włączyć \ Wyłączyć przesyłanie energii
- Zmienić maksymalną dopuszczalną moc przesyłową

Komendy do odbiorcy energii

- Włączyć \ Wyłączyć dopływ energii

Parametry sieci

Sieć jest sterowana tak, aby spełniać określone przez nadzorcę priorytety.

Przykładami takich priorytetów są:

- Maksymalizacja bezpieczeństwa energetycznego
- Minimalizacja zmarnowanej energii
- Ograniczenie pracy energii uzyskiwanych z elektrowni określonego typu
- Minimalizacja ilości energii która musi być przesłana
- Redukcja kosztów operacyjnych

Podjęmowanie decyzji

Decyzje są podejmowane na podstawie zgromadzonych danych statystycznych oraz aktualnego stanu sieci. Przykładowo celem zapewnienia maksymalnego bezpieczeństwa energetycznego system będzie utrzymywał wszystkie elektrownie włączone tak, aby można było szybko zwiększyć zdolność generowania energii. W celu oszacowania planowanego zużycia energii system wykorzystuje bazę danych do ustalenia jaki był trend zużycia energii w ostatnich dniach (czy rośnie czy maleje).

Użytkownicy

System jest dostępny poprzez terminale. Są one nadzorowane przez techników w elektrowniach, liniach przesyłowych i w zbiornikach energii (bateriach) zaś u odbiorców są w pełni automatyczne. W zależności od stopnia automatyzacji terminal może sterować elementem sieci automatycznie lub jedynie informować nadzorującą go osobę o konieczności zmian.

Centrala ma możliwość pełnego dostępu do sieci energetycznej w razie konieczności ręcznego sterowania poszczególnymi elementami. Potrafi także eksportować dane zgromadzone przez system celem wykorzystania ich w innych celach (np. w celach rozliczeniowych).

Komunikacja między elementami sieci

Komunikacja między elementami sieci powinna być możliwa za pomocą dowolnej metody obsługującej protokół TCP/IP celem minimalizacji kosztów implementacji.

Format meldunków i komunikatów powinien bazować na XML z uwagi na standaryzację.

Wymagania niefunkcjonalne

Interface użytkownika musi być przejrzysty i graficzny i nie powinien wymagać żadnej informatycznej wiedzy by móc go poprawnie użytkować

Wszystkie dane używane i generowane przez system muszą być zapisywane w możliwie prostym formacie

Założenia projektowe

System ma postać klient\serwer gdzie serwer podejmuje decyzje dotyczące funkcjonowania sieci, zaś klienci mają możliwość odbierania i wysyłania do niego informacji.

Zarówno klient jak i serwer muszą sprawdzać czy nie doszło do przekłamania przesłanych danych jak również weryfikować ich poprawność.

Z uwagi na możliwe stopnie złożoności sieci system musi być skalowalny do dowolnego możliwego fizycznie rozmiaru.

System musi zaalarmować nadzorującego go użytkownika o wszelkich sytuacjach nietypowych uprzednio zdefiniowanych jak i w razie wystąpienia jakichkolwiek błędów w funkcjonowaniu.

Podłączanie nowych elementów do systemu musi być możliwe proste.