

## 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
  - 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 oparciu o 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

### Zdefiniowe polecenia

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 ropie 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)

## Zbiornik energii (bateria)

### Zdefiniowe polecenia

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
  - 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

## Linia przesyłowa

### Zdefiniowe polecenia

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 centrali

Wszystkie meldunki od elementów sieci trafiają do centrali. Częstotliwość wysyłania meldunków jest ustalana przez końcowego użytkownika, domyślnie system wysyła meldunek co 10 min.

Po dotarciu do centrali każdy meldunek jest zapisywany w bazie danych w celach statystycznych.

### **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.

Wszystkie meldunki są zapisywane w bazie danych w celach statystycznych.

System na bieżąco monitoruje stan sieci i w razie wykrycia jakiejś 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
- Parametr nie mieszący się w zakresie (przykładowo stan naładowania większy niż 100%)



## **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.

### **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

## **Podejmowanie 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 нефunkcjonalne**

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.