

Akademia Górniczo-Hutnicza

w Krakowie

Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji



Sterownik Kotła Centralnego Ogrzewania

Kierunek, rok studiów:

Informatyka, IV rok

Przedmiot:

Systemy czasu rzeczywistego

Prowadzący:

dr inż. Michał Turek

Autorzy:

Jakub Tokaj
Aleksander Żarnowski

Wizja projektu

Celem projektu jest stworzenie modelu systemu czasu rzeczywistego, używając narzędzia IBM Rhapsody.

W ramach projektu ma powstać produkt, symulujący działanie sterownika kotła centralnego ogrzewania. Wzorem produktu finalnego jest urządzenie firmy JUMAR - Regulator temperatury REG-02, którego dokumentacja dostępna jest pod adresem <http://www.jumar.eu/myfiles/Manual/Instrukcja%20REG-02.pdf>.

Regulator firmy JUMAR przeznaczony jest do regulacji temperatury wody w kotle grzewczym opalanym paliwem stałym przy użyciu wentylatora i zmiany jego prędkości obrotowej. Dzięki dobowemu zegarowi możliwe jest obniżanie temperatury w okresie mniejszego zapotrzebowania na energię ciepłą. W skład produktu REG-02 wchodzi:

- jednostka sterująca
- tachometr
- czujnik temperatury wody w kotle grzewczym
- wyświetlacz
- zegar
- pompa centralnego ogrzewania
- wejście do termostatu

Urządzenie firmy JUMAR pozwala na ustalenie:

- zadanej temperatury wody w kotle grzewczym (1-99 °C)
- maksymalnych obrotów wentylatora (30-99 %)
- szybkości przyrostu temperatury (1-99 °C/h) - aby energia była w jak największym stopniu przekazana wodzie grzewczej, a nie wydmuchana w komin
- minimalnych obrotów wentylatora (5-30 %) - wartość do której zmniejsza się prędkość obrotowa wentylatora po rozgrzaniu wody do wartości zadanej
- histerezy (1-5 °C) - wartości o jaką musi spaść temperatura wody w kotle grzewczym, aby uruchomić pełną moc wentylatora
- pilnowania kotła przed wychłodzeniem - wartość typu true/false - gdy przy pracy wiatraka na maksymalnych obrotach przez 30 minut nie wzrośnie temperatura wody, wentylator przejdzie w stan obrotów minimalnych
- godzin początku i wyłączenia obniżenia temperatury (0-23) - pozwala na obniżenie temperatury wody grzewczej w okresie np. nocnym
- wartości obniżenia temperatury według zegara (0-20 °C) - wartość o jaką obniży się docelowa temperatura wody w kotle grzewczym w okresie obniżenia temperatury
- wartości obniżenia temperatury według termostatu pokojowego (0-20 °C) - wartość o jaką obniży się docelowa temperatura wody w kotle grzewczym w gdy termostat prześle informację o osiągnięciu temperatury ustawionej na nim jako docelowa
- ręczne włączenie lub wyłączenie wentylatora

Postanowiliśmy dodatkowo wzbogacić nasz projekt o termostat pokojowy, za pomocą którego można informować urządzenie, że temperatura w pomieszczeniu jest zgodna z ustawieniami termostatu. Nie znając dokładnie budowy wewnętrznej urządzenia stworzyliśmy dodatkowe 3 moduły:

- wyświetlacz LCD - odpowiada za sterowanie wyświetlaniem odpowiednich danych, obsługę menu
- CPU - jednostka sterująca wentylatorem - na podstawie sygnałów z sensorów decyduje z jaką prędkością powinien działać wentylator
- dispatcher - odpowiada za komunikację pomiędzy czujnikami dostępnymi w urządzeniu a wyświetlaczem i CPU, centralna jednostka w urządzeniu

Opis wymagań stawianych systemowi

Po przeanalizowaniu dokumentacji regulatora REG-02 oraz wzięciu pod uwagę naszych pomysłów, stworzyliśmy następującą listę funkcjonalności:

- ustawianie temperatury wody w kotle - w trybie pracy normalnej oraz o obniżonej wartości
- regulacja szybkości przyrostu temperatury
- ustawianie normalnej oraz minimalnej prędkości obrotowej wentylatora
- pilnowanie kotła przed wychłodzeniem
- ustawianie czasu początku i wyłączenia okresu obniżonej temperatury
- włączanie obniżonej temperatury na podstawie termostatu pokojowego
- ustawianie poziomu wewnętrznego sprężenia regulatora
- sterowanie pompą centralnego ogrzewania

Przypadki użycia

| Przypadek użycia | Ustawienie temperatury wody |
|--|--|
| Krótki opis | Zmiana zadanej wartości temperatury wody grzewczej |
| Warunki wstępne | Wyświetlacz pokazuje aktualną temperaturę wody |
| Przepływ główny: 1) Użytkownik wciska <i>Plus/Minus</i> , aby zwiększyć/zmniejszyć zadaną wartość temperatury wody, 2) System zmienia wartość oraz od razu ją zapamiętuje. | |

| Przypadek użycia | Włączenie wentylatora |
|---|-------------------------------------|
| Krótki opis | Użytkownik chce włączyć wentylator. |
| Warunki wstępne | Wentylator jest włączony |
| Przepływ główny: 1) Użytkownik wciska przycisk <i>Fan</i> . 2) System włącza wentylator. 3) System zapala diodę <i>FAN_LED</i> - sygnalizującą pracę wentylatora 4) System gasi diodę <i>FAN_OFF_LED</i> - sygnalizującą włączenie wentylatora. | |

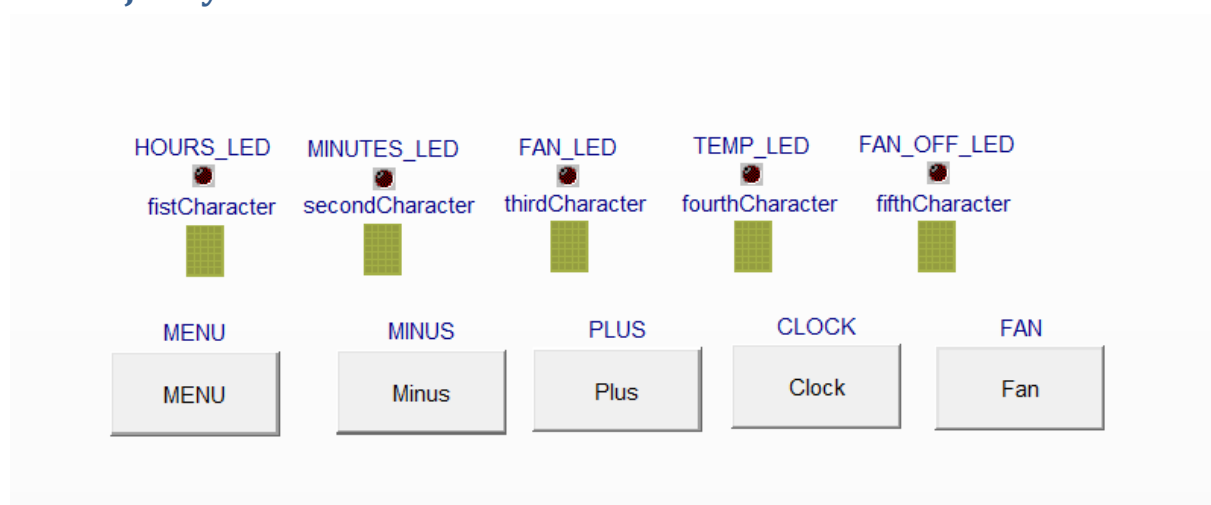
| Przypadek użycia | Wyłączenie wentylatora |
|--|--------------------------------------|
| Krótki opis | Użytkownik chce wyłączyć wentylator. |
| Warunki wstępne | Brak |
| Przepływ główny: 1) Użytkownik wciska przycisk <i>Fan</i> . 2) System wyłącza wentylator. 3) System gasi diodę <i>FAN_LED</i> - sygnalizującą pracę wentylatora 4) System gasi diodę <i>FAN_OFF_LED</i> - sygnalizującą włączenie wentylatora. | |

| Przypadek użycia | Zmiana obrotów wentylatora |
|---|---|
| Krótki opis | Użytkownik chce zmienić maksymalne obroty wentylatora |
| Warunki wstępne | Wyświetlacz pokazuje aktualną temperaturę wody |
| Przepływ główny: 1) Użytkownik raz wciska przycisk <i>MENU</i> 2) System wyświetla wartość parametry <i>Po</i> 3) Użytkownik wciskając przycisk <i>Plus</i> lub <i>Minus</i> zwiększa lub zmniejsza ustawioną wartość maksymalnych obrotów wentylatora | |

| Przypadek użycia | Ustawienie zegara |
|---|--|
| Krótki opis | Użytkownik chce zmienić aktualnie ustawioną godzinę lub minutę |
| Warunki wstępne | Wyświetlacz pokazuje aktualną temperaturę wody |
| Przepływ główny: 1) Użytkownik wciska przycisk <i>Clock</i> . 2) System zapala diodę <i>MINUTES_LED</i> informującą, że obecnie ustawianą wartością są minuty. 3) Użytkownik wciskając przycisk <i>Plus</i> lub <i>Minus</i> 4) System zwiększa lub zmniejsza liczbę minut. 5) Użytkownik wciska drugi raz przycisk <i>Clock</i> . 6) System zapala diodę <i>HOURS_LED</i> informującą o ustawianiu godzin. 7) Użytkownik wciskając przycisk <i>Plus</i> lub <i>Minus</i> 8) System zwiększa lub zmniejsza liczbę godzin. | |

| Przypadek użycia | Ustawienie parametrów |
|--|--|
| Krótki opis | Użytkownik chce zmienić ustawienie pozostałych dostępnych parametrów |
| Rozszerza | Zmiana obrotów wentylatora |
| <p>Przepływ główny:</p> <ol style="list-style-type: none"> Następne wciśnięcia przycisku MENU powoduje przejście do ustawień kolejnych parametrów: <ul style="list-style-type: none"> minimalne obroty wentylatora godzina początku obniżenia temperatury godzina wyłączenia obniżenia temperatury wartość obniżenia temperatury według Zegara wartość obniżenia temperatury według termostatu pokojowego pilnowanie kotła przed wychłodzeniem szybkość przyrostu temperatury histereza powrót do pokazywania aktualnej temperatury wody w kotle Użytkownik wciska <i>Plus</i> lub <i>Minus</i>. System zwiększa lub zmniejsza wartość parametru. | |

Interfejs użytkownika

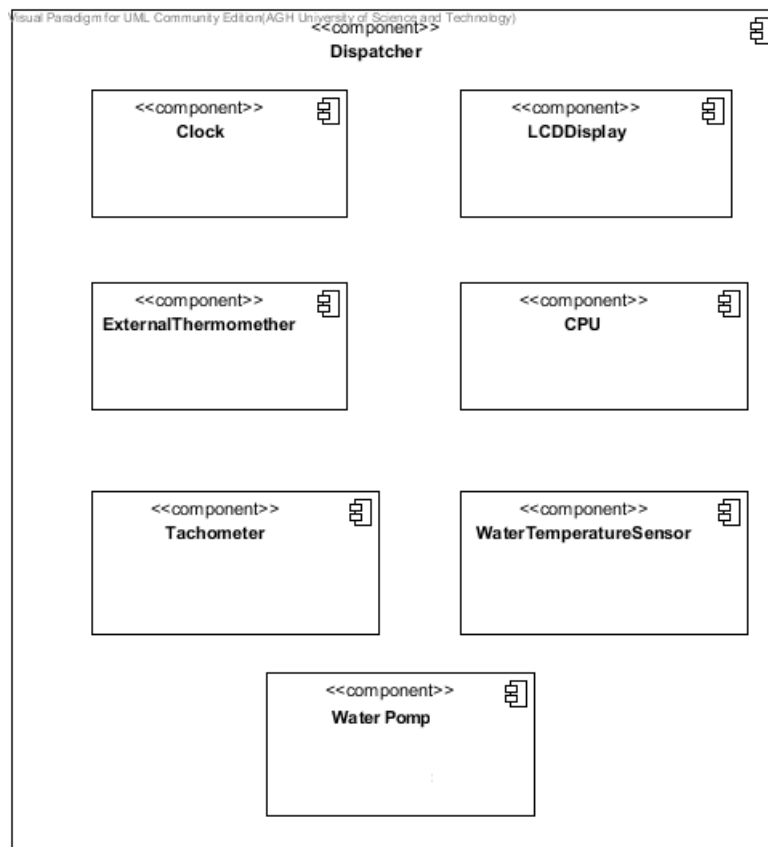


Architektura systemu

System zbudowany jest z 8 modułów:

- Dispatcher
- LCDDisplay
- CPU
- Clock
- ExternalThermometer
- Tachometer
- WaterTemperatureSensor
- WaterPump

Centralnym elementem systemu jest Dispatcher rozporządzający tym, gdzie kolejne zdarzenia mają trafić. Jest pośrednikiem w łączności między czujnikami, sterownikiem wyświetlacza oraz jednostką sterującą wiatrakiem. CPU na podstawie ustawionych parametrów zmienia tryb pracy wiatraka - zmniejsza lub zwiększa jego prędkość obrotową, oraz włącza lub wyłącza pompę wodną. Sterownik wyświetlacza otrzymując kolejne zdarzenia wyświetla wartości parametrów, lub przesłane z czujników na wyświetlaczu.

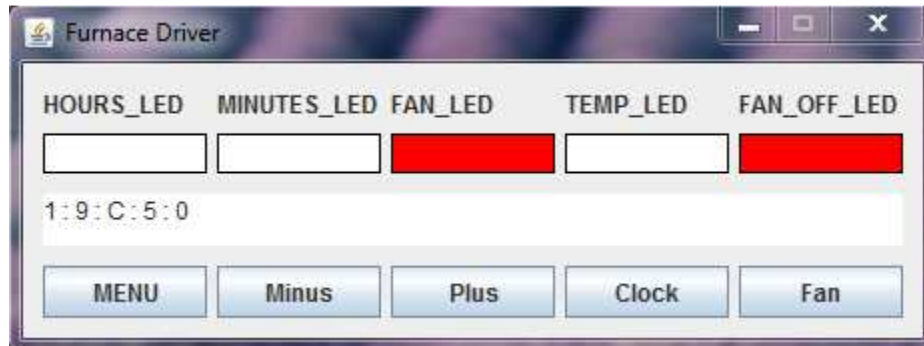


Integracja ze środowiskiem zewnętrznym

W celu pokazania działania systemu zintegrowaliśmy go z zewnętrzną aplikacją napisaną w języku Java.

Dodane zostało prawdziwe GUI stworzone w Java SWING, na którym wyświetlane są odpowiednie informacje z systemu oraz, przez przyciski, umożliwiona jest interakcja z systemem.

W odróżnieniu od interfejsu użytkownika z trybu Animation Rhapsody, tak stworzone GUI może być używane w aplikacji produkcyjnej.



Dodatkowo w celu zasymulowania prawdziwej pracy systemu, zaimplementowany został interfejs czujnika temperatury. Implementacja symuluje pracę prawdziwego czujnika temperatury, i z jej pomocą możemy łatwo sprawdzić działanie systemu.

Testy

Główny przypadek testowy.

Odczytanie temperatury, oraz parametrów nastawy pieca do sterowania wentylatorem.

W naszym systemie, mamy wiele parametrów dzięki którym regulujemy pracę wentylatora. CPU - rdzeń systemu, włącza lub wyłącza wentylator w zależności od odczytu z czujników: temperatury, godziny i termostatu.

Poniżej przedstawiona została analiza zmiennych systemu które mają wpływ na ten przypadek użycia. Oznaczenia:

- MAXTEMP - ustawiona na piecu temperatura
- ACTTEMP - temperatura zmierzona przez czujnik
- HC - wartość histerezy
- HC_ON - czy histereza jest włączona
- HN - godzina początku okresu w którym temperatura ma być obniżona
- HR - godzina końca okresu w którym temperatura ma być obniżona
- CLOCK_HR - aktualna godzina
- OF - czy jest włączona funkcja pilnowania pieca
- THERMO - wskazanie z termostatu
- -C - wartość obniżenia temperatury w okresie nocnym
- -c - wartość obniżenia temperatury przy pozytywnym wskazaniu termostatu
- CH - wartość szybkości przyrostu temperatury

| MAXTEMP | ACTTEMP | HC | HC_ON | HN | HR | CLOCK_HR | OF | THERMO | -C | -c | CH | FAN_ON |
|---------|---------|----|-------|----|----|----------|----|--------|-----|-----|-----|--------|
| 41 | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | off |
| 42 | 42 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -1 | -1 | 2 | on |
| 43 | 43 | 2 | | 2 | 2 | 2 | | | -2 | -2 | 98 | |
| 44 | 44 | 3 | | 22 | 22 | 22 | | | -19 | -19 | 99 | |
| 45 | 45 | 4 | | 23 | 23 | 23 | | | -20 | -20 | -1 | |
| 46 | 46 | 5 | | 24 | 24 | 24 | | | -21 | 1 | 0 | |
| 47 | 47 | 6 | | -1 | -1 | -1 | | | 1 | -21 | 100 | |
| 48 | 48 | 7 | | | | | | | | | | |
| 49 | 49 | -1 | | | | | | | | | | |
| 50 | 50 | | | | | | | | | | | |
| -1 | -1 | | | | | | | | | | | |
| 0 | err | | | | | | | | | | | |
| 100 | 100 | | | | | | | | | | | |

Wartości wypisane na czerwono - sytuacja błędna

Po analizie zmiennych systemu, wyróżnione zostały następujące przypadki testowe.

Wartości przypadków testowych:

| Attribute | TestCase1 | TestCase2 | TestCase3 | TestCase4 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| MAXTEMP | 41 | 50 | 45 | 48 |
| ACTTEMP | 50 | 48 | 47 | 45 |
| HC | 5 | 3 | 0 | 4 |
| HC_ON | 1 | 1 | 0 | 1 |
| HN | 22 | 12 | 16 | 1 |
| HR | 6 | 12 | 23 | 1 |
| CLOCK_HR | 16 | 12 | 18 | 12 |
| OF | 1 | 1 | 0 | 1 |
| THERMO | 1 | 0 | 1 | 0 |
| -C | 0 | 10 | 15 | 12 |
| -c | 0 | 10 | 10 | 8 |
| CH | 50 | 30 | 45 | 38 |
| FAN_ON | 0 | 1 | 0 | 0 |

Dla każdego przypadku testowego przeprowadziliśmy test systemu, przy testach tworzyliśmy i analizowaliśmy Animated Sequence Diagramy (diagramy były zbyt duże by umieścić je w dokumentacji - znajdują się w projekcie).

Z analizy diagramów sekwencji wynika, iż działanie systemu było poprawne i zgodne z oczekiwaniami. Po inicjalizacji systemu i czujników, czujniki wykonały i przesyłały aktualne pomiary do CPU. CPU obliczył na podstawie danych, zegara, oraz ustawionych parametrów jaki stan powinien mieć aktualnie wentylator, i wysłał odpowiedni event do tachometru.