|  |  |
| --- | --- |
| **Politechnika Świętokrzyska** | |
| Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki | |
| **Niezawodność Systemów Komputerowych** | Temat projektu: **Inteligentny system sterowania domem (Smart Home)** |
| Skład zespołu (numer 10):   * Przemysław Kałuziński * Michał Kaczor * Jakub Kuśmierczyk | Data wykonania:  12.10.2025r. |

Przed następnymi zajęciami obliczenia czyli ten 2 podpunkt ale można zrobić już wszystko żeby obronić, żeby mógł sprawdzić czy dobrze są wykonane, nasz numer grupy N = 10. Dokładność obliczeń do 5 miejsc po przecinku. Wyznaczyć te funkcje i liczyć itd....

# Opis ogólny systemu

Projektowany system komputerowy stanowi **inteligentny system sterowania domem (Smart Home)**, który umożliwia automatyczne sterowanie i monitorowanie najważniejszych funkcji budynku – oświetlenia, bezpieczeństwa oraz dostępu do budynku.

System został zaprojektowany w oparciu o **osiem elementów nieodnawialnych**, które po awarii wymagają wymiany.

Całość jest zintegrowana poprzez **sieć Wi-Fi** oraz **lokalny kontroler (hub)**, który zarządza wszystkimi urządzeniami.

System ma na celu:

* zwiększenie komfortu użytkowników (np. automatyczne włączanie światła, sterowanie temperaturą),
* poprawę bezpieczeństwa (alarm, zamek elektroniczny, kamera),
* zwiększenie efektywności energetycznej (sterowanie ogrzewaniem i oświetleniem).

Jasno napisać na co pozwala system, dokładnie napisać co robi system, żeby pózniej stwierdzić co nie działa. Np. Włącza światło, wykrywa ruch, zamyka zamek czy coś itd...

# Zasada działania systemu

System działa w oparciu o poniższe zasady:

1. **Centralny kontroler (hub)** gromadzi dane z czujników i urządzeń oraz przetwarza je zgodnie z ustalonymi regułami automatyki.
2. Po wykryciu określonego zdarzenia (np. ruchu, otwarcia drzwi, przekroczenia temperatury) kontroler wysyła odpowiednie polecenie do urządzeń wykonawczych, np. włączenia oświetlenia, zamknięcia drzwi lub aktywacji alarmu.
3. Wszystkie elementy komunikują się ze sobą za pośrednictwem **routera Wi-Fi**, tworząc lokalną sieć komputerową.
4. Użytkownik ma dostęp do systemu za pomocą aplikacji mobilnej lub przeglądarki internetowej, dzięki czemu może sterować domem zdalnie i otrzymywać powiadomienia.
5. System działa automatycznie, a w przypadku utraty połączenia z Internetem nadal może wykonywać zaprogramowane scenariusze lokalne.

# Opis poszczególnych elementów systemu

1. **Router Wi-Fi (sieć domowa)**

**Przykład rzeczywisty:***TP-Link Archer AX50 (Wi-Fi 6)*

**Funkcja:**  
Stanowi podstawowy element sieci komunikacyjnej – łączy wszystkie urządzenia w sieć lokalną i zapewnia dostęp do Internetu.

**Zasada działania:**

* Odpowiada za komunikację między hubem a pozostałymi urządzeniami (kamera, termostat, alarm, zamek).
* Zapewnia obsługę protokołu IP, DHCP oraz szyfrowanie transmisji (WPA2/WPA3).
* Może obsługiwać równocześnie wiele urządzeń (do 30–50 połączeń).

**Dane techniczne:**

* Standard: IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6)
* Przepustowość: do 3000 Mb/s
* Porty: 1x WAN, 4x LAN
* Zasilanie: 12 V DC
* MTTF (szacowany): 50 000 h

1. **Centralny kontroler (Hub domowy)**

**Przykład rzeczywisty:***Raspberry Pi 4 Model B*

**Funkcja:**  
Stanowi centrum zarządzania całym systemem. Odpowiada za gromadzenie danych z urządzeń, ich analizę oraz wykonywanie reguł automatyki.

**Zasada działania:**

* Na urządzeniu zainstalowany jest system operacyjny (np. Home Assistant OS lub OpenHAB).
* Hub komunikuje się z urządzeniami przez sieć Wi-Fi lub Ethernet.
* Steruje oświetleniem, zamkiem, termostatem i systemem alarmowym.
* Przetwarza dane lokalnie i umożliwia dostęp zdalny przez aplikację mobilną.

**Dane techniczne:**

* Procesor: Broadcom BCM2711 Quad-core 1.5 GHz
* RAM: 4 GB
* Łączność: Wi-Fi, Bluetooth, Ethernet
* Pobór mocy: ok. 7 W
* MTTF (szacowany): 100 000 h

1. **Czujnik ruchu (Wi-Fi)**

**Przykład rzeczywisty:***Shelly Motion 2*

**Funkcja:**  
Wykrywa obecność osób i ruch w pomieszczeniu; umożliwia aktywowanie scen automatyki, np. włączanie światła lub alarmu.

**Zasada działania:**

* Łączy się z hubem przez Wi-Fi.
* Wykorzystuje czujnik PIR (podczerwieni) do detekcji ruchu.
* Może dodatkowo mierzyć temperaturę i natężenie światła.
* Działa na baterii i przesyła dane tylko przy zmianach stanu, oszczędzając energię.

**Dane techniczne:**

* Zasilanie: bateria Li-ion (ładowalna)
* Zasięg detekcji: do 9 m
* Łączność: Wi-Fi 2.4 GHz
* Czas pracy: do 24 miesięcy
* MTTF (szacowany): 17 520 h (ok. 2 lata)

1. **Kamera IP do monitoringu**

**Przykład rzeczywisty:***Wyze Cam v3*

**Funkcja:**  
Rejestruje obraz i dźwięk w czasie rzeczywistym oraz umożliwia zdalny podgląd z aplikacji mobilnej.

**Zasada działania:**

* Kamera Wi-Fi przesyła obraz do huba i aplikacji użytkownika.
* Posiada czujnik ruchu i tryb nocny (IR).
* Może nagrywać materiał na kartę microSD lub do chmury.
* Wysyła powiadomienia o wykryciu ruchu lub dźwięku.

**Dane techniczne:**

* Rozdzielczość: 1080p Full HD
* Kąt widzenia: 130°
* Łączność: Wi-Fi 2.4 GHz
* Zasilanie: 5 V DC (microUSB)
* MTTF (szacowany): 30 000 h

1. **System alarmowy (Wi-Fi)**

**Przykład rzeczywisty:***Ring Alarm (2nd Gen)* lub *SimpliSafe Base Station*

**Funkcja:**  
Zapewnia bezpieczeństwo budynku poprzez wykrywanie włamań i nieautoryzowanego dostępu oraz informowanie użytkownika o zagrożeniach.

**Zasada działania:**

* System składa się z centrali alarmowej, czujników otwarcia drzwi/okien, czujek ruchu oraz syreny.
* W przypadku wykrycia zdarzenia alarmowego, centrala uruchamia syrenę i wysyła powiadomienie do użytkownika oraz do huba.
* Łączy się z routerem Wi-Fi, co umożliwia integrację z resztą systemu i sterowanie z aplikacji mobilnej.
* Może automatycznie uzbrajać się lub rozbrajać w zależności od obecności domowników.

**Dane techniczne:**

* Zasilanie: sieciowe z akumulatorem awaryjnym
* Łączność: Wi-Fi 2.4 GHz, opcjonalnie GSM
* Syrena: ≥100 dB
* MTTF (szacowany): 40 000 h

1. **Inteligentna żarówka LED**

**Przykład rzeczywisty:***Philips Hue White and Color Ambiance A19*

**Funkcja:**  
Pozwala na zdalne sterowanie oświetleniem – włączanie, wyłączanie, ściemnianie oraz zmianę koloru.

**Zasada działania:**

* Komunikuje się z hubem przez Wi-Fi (lub przez mostek Hue Bridge).
* Reaguje na komendy automatyki (np. włączenie po wykryciu ruchu).
* Może działać według harmonogramu lub w zależności od pory dnia.

**Dane techniczne:**

* Strumień świetlny: 800 lm
* Pobór mocy: 9,5 W
* Trwałość: 25 000 h
* Komunikacja: Zigbee / Wi-Fi
* MTTF: 25 000 h

1. **Inteligentny termostat**

**Przykład rzeczywisty:***Google Nest Learning Thermostat (T3007ES)*

**Funkcja:**  
Reguluje temperaturę wewnątrz budynku, ucząc się nawyków użytkowników i dostosowując harmonogram ogrzewania lub chłodzenia.

**Zasada działania:**

* Łączy się z centralnym hubem przez Wi-Fi.
* Mierzy temperaturę i wysyła dane do systemu.
* Automatycznie steruje systemem grzewczym lub klimatyzacją.
* Pozwala na zdalne sterowanie i monitorowanie zużycia energii.

**Dane techniczne:**

* Zasilanie: 24 V (z sieci HVAC)
* Zakres temperatur: 9–32°C
* Łączność: Wi-Fi 802.11b/g/n
* MTTF (szacowany): 60 000 h

1. **Inteligentny zamek do drzwi**

**Przykład rzeczywisty:***August Wi-Fi Smart Lock (4th Gen)*

**Funkcja:**  
Umożliwia zdalne otwieranie i zamykanie drzwi oraz kontrolę dostępu do budynku.

**Zasada działania:**

* Zamek montowany od wewnętrznej strony drzwi.
* Łączy się przez Wi-Fi z hubem i aplikacją użytkownika.
* Może automatycznie blokować lub odblokowywać drzwi w zależności od lokalizacji właściciela (geofencing).
* Zapamiętuje historię wejść i wyjść.

**Dane techniczne:**

* Zasilanie: 4x bateria AA
* Łączność: Wi-Fi 2.4 GHz
* Czas pracy na bateriach: ~6 miesięcy
* MTTF (szacowany): 40 000 h

# Schemat funkcjonalny systemu

Schemat ogólnie jest ok. Może być ten ludzik.

Obraz zawierający tekst, paragon, zrzut ekranu, linia

Zawartość wygenerowana przez AI może być niepoprawna.

# Opis niezawodnościowy elementów systemu

Wpływ uszkodzenia elementu na działanie całego systemu, czyi jak np nie działa router to wszystko nie będzie działać itd...

Uszkodzenie zamka powoduje brak automatycznego otwierania zamykania drzwi itd...

Pisać co powoduje uszkodzenie danego elementu

1. **Router Wi-Fi (sieć domowa)**

* MTTF (szac.): 50 000 h
* Tryby awarii: awaria zasilania, uszkodzenie radia Wi-Fi, awaria firmware.
* Skutki: utrata łączności między urządzeniami oraz zdalnego dostępu (system traci komunikację IP).
* Środki: podłączenie routera do UPS, zapasowy router/konfiguracja hot-swap, regularne aktualizacje firmware i monitoringu stanu.

1. **Centralny kontroler (Hub domowy)**

* MTTF (szac.): 100 000 h.
* Tryby awarii: awaria zasilania, uszkodzenie pamięci/SD, awaria systemu OS (korupcja), przegrzanie.
* Skutki: utrata centralnego sterowania scenariuszami, brak lokalnej logiki automatyki (system traci większość funkcji automatycznych).
* Środki: zasilanie z UPS/UPS dla hub+router, redundancja obrazu systemu (backup SD i automatyczny failover), monitorowanie temperatury, watchdog, okresowe kopie zapasowe konfiguracji.

1. **Czujnik ruchu (Wi-Fi)**

* MTTF (szac.): ~17 520 h (ok. 2 lata).
* Tryby awarii: wyczerpanie baterii, uszkodzenie sensora PIR, problemy łączności.
* Skutki: brak detekcji ruchu → brak wyzwalania scen (oświetlenie/alarm).
* Środki: okresowa kontrola i wymiana baterii, tryb testowy, lokalne redundancje czujników (kilka czujników w krytycznych strefach).

1. **Kamera IP do monitoringu**

* MTTF (szac.): 30 000 h
* Tryby awarii: awaria zasilania, uszkodzenie sensora, problemy z kartą microSD.
* Skutki: utrata podglądu i nagrań w danej strefie.
* Środki: zasilanie z UPS (dla wewnętrznych krytycznych kamer), redundancja (kamery w kluczowych punktach), zapisywanie lokanie + w chmurze.

1. **System alarmowy (Wi-Fi)**

* MTTF (szac.): 40 000 h
* Tryby awarii: uszkodzenie centrali, rozładowanie akumulatora awaryjnego, awaria łączy.
* Skutki: ograniczona detekcja włamania / brak powiadomień bezpieczeństwa.
* Środki: akumulator awaryjny o regularnej kontroli, lokalna sygnalizacja (syrena) niezależna od huba, okresowe testy czujników, możliwość awaryjnego trybu GSM (jeśli dostępne).

1. **Inteligentna żarówka LED**

* MTTF (szac.): 25 000 h
* Tryby awarii: przepalenie układu LED, awaria mostka lub modułu radiowego.
* Skutki: utrata funkcji zdalnego sterowania oświetleniem (jednak manualne włączniki wciąż działają).
* Środki: stosowanie żarówek z długą trwałością, lokalne scenariusze awaryjne (np. włącz światło przez czujnik ruchu), okresowa wymiana w cyklu.

1. **Inteligentny termostat**

* MTTF (szac.): 60 000 h
* Tryby awarii: awaria elektroniki, brak zasilania z HVAC, utrata łączności.
* Skutki: brak automatycznej regulacji temperatury (komfort/energooszczędność spada).
* Środki: zapewnienie zasilania HVAC, lokalne ustawienia bezpieczeństwa (np. tryb awaryjny grzania), monitorowanie stanu urządzenia.

1. **Inteligentny zamek do drzwi**

* MTTF (szac.): 40 000 h
* Tryby awarii: wyczerpane baterie, awaria mechanizmu, problemy radiowe.
* Skutki: utrata zdalnego dostępu do drzwi; w najgorszym przypadku zablokowanie wejścia.
* Środki: zapasowe otwieranie mechaniczne/klucz, monitoring stanu baterii i powiadomienia, polityka wymiany baterii (np. co 5–6 mies.), testy manualnego odblokowania.

# Struktura niezawodnościowa systemu – schemat

Obraz zawierający tekst, diagram, Czcionka, zrzut ekranu

Zawartość wygenerowana przez AI może być niepoprawna.

a

**LEGENDA:**

* 1. Router Wi-Fi
  2. Centralny kontroler
  3. Czujnik ruchu
  4. Kamera IP do monitoringu
  5. System alarmowy
  6. Inteligentna żarówka LED
  7. Inteligentny termostat
  8. Inteligentny zamek do drzwi

# Obliczenia dla systemu podstawowego

**Dane wejściowe:**

* Numer grupy:
* →
* Schemat połączeń:
* Dla elementów nieparzystych :
* Dla elementów parzystych :

**Wartości i w chwili h zaokrąglone do 5 miejsca po przecinku**

* ,

* ,

* ,

* ,

* ,

* ,

* ,

* ,

### **Zbiór minimalnych ścieżek systemu**

System jest funkcjonalny, gdy działają elementy 1,2,5,6,7,8 oraz przynajmniej jeden z pary (3 lub 4). Zatem istnieją dwie minimalne ścieżki zdatności systemu:

A więc:

= .

### **Zbiór minimalnych cięć systemu w chwili h**

Minimalne cięcia, które po uszkodzeniu powodują niezdolność systemu:

* pojedyncze elementy na szeregowych odcinkach:
* konieczność jednoczesnej awarii obu równoległych elementów:

Zatem zbiór minimalnych cięć to:

### **Funkcja niezawodności systemu w chwili h**

Dla połączeń **szeregowych** system działa tylko wtedy, gdy **działa każdy z elementów w szeregu**. Funkcja niezawodności dla n elementów ma postać:

Dla połączeń **równoległych** system działa, gdy **działa przynajmniej jeden element** w danej gałęzi. Funkcja niezawodności dla n elementów ma postać:

Układ naszego systemu zawiera zarówno elementy szeregowe, jak i równoległe. Dla części:

* **szeregowej**:
* **równoległej**:

Stąd finalnie, nasza funkcja niezawodnościowa ma postać:

Zatem wartość funkcji niezawodnościowej systemu wynosi:

### **Prawdopodobieństwo braku uszkodzenia systemu w przedziale**

Dla N=10:

Z definicji podanej w zadaniu:

Obliczamy więc najpierw wartość . W tym celu potrzebujemy również wyznaczyć wartości i w chwili h

* ,
* ,
* ,
* ,
* ,
* ,
* ,
* ,

Zatem wartość funkcji niezawodnościowej systemu chwili h wynosi:

Podstawiając obliczone otrzymujemy prawdopodobieństwo braku uszkodzenia systemu w przedziale równe:

### **Oczekiwany czas zdatności systemu**

Czas ten określamy wzorem:

**Dane:**

Funkcja niezawodnościowa ma postać:

Postacie funkcji niezawodnościowych poszczególnych elementów:

* dla nieparzystych: :
* dla parzystych: :

Wyciągamy wspólne czynniki:

Aby uprościć zapis, wprowadzamy sumy:

Wtedy:

**Rozkład całki na 3 składniki:**

Każda z tych całek ma postać:

Dlatego mamy wzór pomocniczy dla i :

gdzie to funkcja uzupełniająca błędu. (Jeśli , wtedy całka sprowadza się do .)

**Podstawienia numeryczne:**

**Obliczenie całek:**

Każdą z trzech całek liczymy ze wzoru:

**Wynik końcowy:**

Finalnie uzyskujemy oczekiwany czas zdatności systemu na poziomie: 377.72520h, czyli około 377h i 43,5 min.

# Obliczenia dla systemu z redundancją

## System podstawowy