

System automatycznego regulowania temperatury w żelazku w oparciu o technikę RFID

Bartosz Pawłowicz, Nikita Bailiuk, Paweł Wróbel, Marcin Goral
Politechnika Rzeszowska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, ul. Wincentego Pola 2, 35-959 Rzeszów

Streszczenie: W artykule zaprezentowano innowacyjny projekt żelazka zintegrowanego z technologią RFID, który wpisuje się w szerszą koncepcję Internetu Rzeczy Tekstyliów. Celem projektu było opracowanie urządzenia zdolnego do automatycznego odczytu informacji z identyfikatorów RFID wszytych w tkaniny oraz dynamicznego dostosowywania temperatury prasowania do rodzaju materiału. Opisano budowę urządzenia, w tym konstrukcję płytki PCB, układ sterowania mocą grzewczą oraz zastosowane rozwiązania minimalizujące zakłócenia elektromagnetyczne.

Słowa kluczowe: RFID, regulator, chmura obliczeniowa, interaktywne ubrania

1. Wprowadzenie

W dobie dynamicznego rozwoju inteligentnych technologii, dążenie do pełnej automatyzacji procesów stało się jednym z kluczowych elementów w projektowaniu nowoczesnych urządzeń domowych. Wraz z rosnącą popularnością Internetu Rzeczy IoT (ang. *Internet of Things*), pojawiły się koncepcje zastosowania tej technologii w przemyśle tekstylnym, w ramach tzw. Internet of Things in Textile Industry [1]. Jest to nowatorskie podejście, które łączy zaawansowane technologie identyfikacji, takie jak RFID (ang. *Radio Frequency Identification*), z urządzeniami domowymi, umożliwiając automatyczne dostosowywanie parametrów pracy tych urządzeń na podstawie specyficznych informacji o wyrobach włókienniczych. W rezultacie procesy prania, suszenia i prasowania mogą być nie tylko bardziej precyzyjne, ale także zoptymalizowane pod kątem zużycia energii i ochrony materiałów [2, 3].

Każdy użytkownik dbający o swoją garderobą, musi dostosować parametry prania i prasowania do rodzaju materiału [4]. Nieodpowiedni dobór temperatury lub programu może prowadzić do nieodwracalnych uszkodzeń tkanin, co wpływa na trwałość odzieży oraz generuje dodatkowe koszty. Aby wyeliminować ten problem, nowoczesne urządzenia gospodarstwa domowego mogą wykorzystać technologię RFID do precyzyjnego odczytywania i automatycznego dostosowania parametrów pracy na podstawie danych zapisanych w identyfikatorach RFID wszytych w wyroby włókiennicze [5].

Żelazko zintegrowane z RFID jest krokiem w stronę automatyzacji procesów konserwacji wyrobów tekstylnych. W przeciwieństwie do tradycyjnych rozwiązań wymagających manualnego ustawiania parametrów prasowania, opracowane żelazko automatycznie rozpoznaje materiał i dostosowuje odpowiednią temperaturę prasowania. Tego rodzaju funkcjonalność nie tylko zwiększa wygodę użytkowania, ale także znacząco obniża ryzyko uszkodzenia tekstyliów. Projekt ten wpisuje się w szerszą koncepcję budowy spójnego ekosystemu dla tekstyliów, w którym inteligentne urządzenia, m.in. pralki, suszarki i żelazka mogą współpracować, tworząc kompleksowy system zarządzania procesami konserwacji odzieży z funkcją RFID w gospodarstwie domowym [6].

Celem artykułu jest przedstawienie szczegółów technicznych oraz omówienie funkcjonalności prototypu żelazka z RFID w kontekście jego integracji z IoT. W kolejnych sekcjach omówione zostaną kluczowe zagadnienia technologiczne, projekt urządzenia demonstracyjnego oraz przeprowadzone testy.

2. RFID

Radio Frequency Identification to technologia umożliwiająca identyfikację obiektów za pomocą fal radiowych, bez potrzeby fizycznego kontaktu. Podstawą RFID jest komunikacja między dwoma głównymi elementami: transponderem, zwanym także identyfikatorem oraz czytnikiem [7, 8]. Identyfikatory RFID są wyposażone w antenę oraz układ scalony, który przechowuje dane o obiekcie, a odczyt tych danych jest możliwy dzięki falam radiowym wysyłanym przez czytnik. W momencie, gdy czytnik zbliża się do identyfikatora, ten automatycznie odpowiada, przekazując przechowywane informacje. Dzięki temu możliwe jest szybkie i precyzyjne zbieranie danych, co ma szerokie zastosowanie w logistyce, produkcji, handlu detalicznym i wielu innych branżach [9–11].

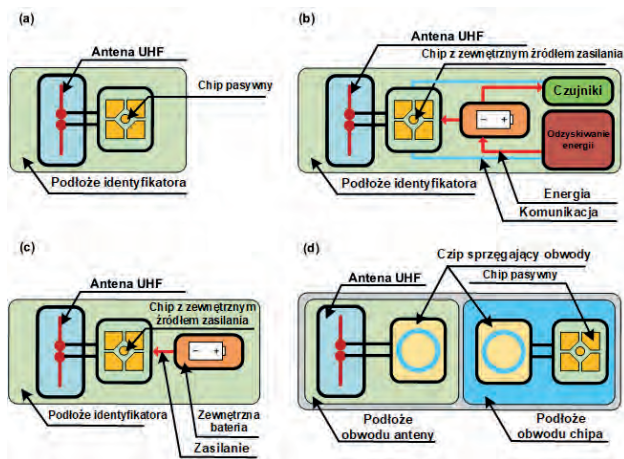
Zasadę działania RFID, ze względu na różnice w konstrukcji i sposobie zasilania identyfikatorów, można podzielić na cztery

Autor korespondujący:
Marcin Goral, m.goral@prz.edu.pl

Artykuł recenzowany
nadesłany 05.06.2025 r., przyjęty do druku 04.09.2025 r.



Zezwala się na korzystanie z artykułu na warunkach licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Int.



Rys. 1. Schematy identyfikatorów RFID, a) pasywny, b) półpasywny z odzyskiwaniem energii, c) półpasywny, d) tekstroniczny
Fig. 1. Diagrams of RFID tags, a) passive, b) semi-passive with energy harvest, c) semi-passive, d) textronic

główne typy: pasywne (rys. 1a), półpasywne z systemem zbierania energii (rys. 1b), półpasywne (rys. 1c) i tekstroniczne (rys. 1d). Identyfikatory pasywne nie mają własnego źródła zasilania, a energię potrzebną do transmisji sygnału pobierają z fal radiowych wysyłanych przez czytnik. Dzięki temu są bardzo tanie i trwałe, jednak ich zasięg odczytu jest ograniczony [12]. Z kolei identyfikatory półpasywne i aktywne wyposażone są w baterie, co pozwala na zwiększenie zasięgu transmisji i dodanie dodatkowych funkcji, takich jak rejestrowanie danych w czasie rzeczywistym. Identyfikatory tekstroniczne to szczególna kategoria tagów RFID, które integrują układy elektroniczne z tekstyliami, co czyni je częścią rozwijającej się dziedziny tekstroniki (ang. *textronics*). Tekstronika łączy technologie elektroniczne z materiałami tekstylnymi, umożliwiając tworzenie inteligentnych tekstyliów zdolnych do przetwarzania danych oraz komunikacji z innymi urządzeniami. Technologia RFID jest zatem bardzo elastyczna i dostosowywalna do różnych zastosowań, od kontroli zasobów magazynowych, po śledzenie transportu towarów.

Tekstroniczne tagi RFIDtex (rys. 2) bazują na technologii RFID, ale ich kluczową cechą jest osadzenie układu elektronicznego na tekstylnym podłożu, co pozwala na ich bezproblemową integrację z odzieżą. RFIDtex może być traktowany jako element tekstroniki, ponieważ transponder RFID jest wbudowany bezpośrednio w strukturę tekstylną. W porównaniu do tradycyjnych identyfikatorów RFID, RFIDtex gwarantuje większą elastyczność mechaniczną, możliwość prania oraz pełną kompatybilność z procesami stosowanymi w przemyśle odzieżowym.

W porównaniu do innych technologii identyfikacyjnych, takich jak kody kreskowe, RFID wyróżnia się licznymi zaletami. Po pierwsze, odczyt identyfikatorów RFID nie wymaga bezpośredniej widoczności, co pozwala na ich umieszczanie



Rys. 2. Identyfikator RFIDtex
Fig. 2. RFIDtex tag

w trudno dostępnych miejscach, gdzie tradycyjna technologia kodów kreskowych nie mogłaby zostać zastosowana. Po drugie, identyfikatory RFID mogą przechowywać więcej informacji niż kody kreskowe, co pozwala na zapisanie szczegółowych danych o obiekcie. Po trzecie, RFID umożliwia jednoczesny odczyt wielu identyfikatorów w jednym obszarze, co znacząco zwiększa efektywność procesów, szczególnie w zastosowaniach przemysłowych [13].

RFID w ciągu ostatnich lat przeszedł znaczną ewolucję, która pozwoliła na rozwój zastosowań tej technologii w branży urządzeń domowych i automatyzacji codziennych czynności. Przyszłość RFID to integracja z systemami IoT, gdzie urządzenia mogą się komunikować ze sobą, wymieniając dane i dostosowując swoje działania do potrzeb użytkownika. W takich aplikacjach RFID staje się częścią bardziej złożonego ekosystemu, który pozwala na automatyzację procesów w skali nieosiągalnej dotychczas przy użyciu innych technologii.

Dzięki zastosowaniu RFID, urządzenia z grupy IoT mogą nie tylko identyfikować obiekty, ale także automatycznie dostosowywać swoje parametry pracy na podstawie zapisanych informacji, tworząc w pełni zautomatyzowane systemy zarządzania danymi. Wprowadzenie RFID jako podstawy komunikacji w systemach IoT daje ogromne możliwości rozwoju, zwłaszcza w zarządzaniu tekstyliami, które omówione zostaną szczegółowo w kolejnym punkcie.

3. IoT w Przemysle Tekstylnym

Internet of Things in Textile Industry to koncepcja, która odnosi się do ekosystemu połączonych urządzeń zarządzających tekstyliami w czasie rzeczywistym. Urządzenia RFID oraz chmura obliczeniowa tworzą środowisko, w którym każde urządzenie może automatycznie dostosowywać swoje parametry na podstawie informacji zapisanych w identyfikatorach RFID zintegrowanych z tekstyliami [14, 15].

Zastosowanie IoT in Textile Industry umożliwia zarządzanie całym cyklem konserwacji odzieży, począwszy od prania i suszenia, przez prasowanie, aż po przechowywanie i analizę zużycia tekstyliów. System oparty na chmurze umożliwia zbieranie danych i ich analizę, co może służyć do opracowywania nowych strategii konserwacji tekstyliów oraz optymalizacji parametrów urządzeń. Dzięki temu programy prania i prasowania mogą być aktualizowane automatycznie, aby dostosować się do nowych rodzajów materiałów, które trafiają na rynek.

Żelazko wyposażone w RFID odczytuje dane z identyfikatorów RFIDtex wszytych w ubrania i na ich podstawie automatycznie dostosowuje temperaturę prasowania. Oprócz temperatury, identyfikatory RFIDtex mogą przechowywać dodatkowe informacje, np. preferowany poziom wilgotności oraz dopuszczalne parametry nacisku mechanicznego, które również wpływają na jakość prasowania i ochronę tekstyliów przed uszkodzeniami. Dzięki temu system ma potencjał do dalszej rozbudowy w kierunku uwzględniania większej liczby parametrów wpływających na efektywność prasowania. W ekosystemie Internet of Things in Textile Industry urządzenia przeznaczone do pracy z tekstyliami, współpracując z chmurą mogą również korzystać z systemu wirtualnej szafy, która zawiera szczegółowe informacje o składzie materiałowym odzieży i zalecanych warunkach konserwacji. Dzięki dostępowi do takiej bazy danych system może precyzyjnie określać optymalne parametry prasowania dla konkretnego rodzaju tkaniny, eliminując konieczność ręcznej regulacji przez użytkownika. Propozycję takiego rozwiązania przedstawiono na rys. 3.

Integracja RFIDtex z IoT tworzy zautomatyzowany ekosystem, w którym wszystkie procesy są optymalizowane i synchronizowane, ograniczając rolę użytkownika do minimum. Dzięki temu możliwe jest nie tylko usprawnienie codziennych



Rys. 3. Koncepcja wykorzystania żelazka z systemem RFID zintegrowanego z Internetem w Przemśle Tekstylnym
Fig. 3. The concept of using an RFID-enabled iron integrated with the Internet of Things in Textile Industry

czynności, ale również wydłużenie żywotności tekstyliów oraz zmniejszenie zużycia energii. Takie rozwiązanie może potencjalnie przyczynić się do redukcji negatywnego wpływu na środowisko, jednak weryfikacja rzeczywistych oszczędności energii i wpływu na ekologię wymagałaby dalszych badań. Ekosystem IoT z wykorzystaniem RFIDtex stanowi zatem przyszłościowe rozwiązanie, które wpisuje się w trend rozwoju inteligentnych domów i automatyzacji procesów konserwacji odzieży.

4. Inteligentne Żelazko

W ramach koncepcji IoTT i inteligentnych urządzeń domowych powstał prototyp urządzenia prasującego opartego na komunikacji RFID oraz chmurze obliczeniowej. Komunikacja składa się z dwóch etapów: identyfikator RFID w materiale tekstylnym – czytnik RFID działający w paśmie UHF; mikrokontroler urządzenia prasującego – chmura obliczeniowa (rys. 4).

Projekt inteligentnego żelazka z modułem RFID jest kluczowym elementem niniejszego artykułu, który w pełni demonstruje możliwości integracji techniki RFID z domowym urządzeniem AGD. Celem tego projektu było zbudowanie żelazka, które automatycznie odczytuje informacje zapisane w identyfikatorach RFID wszytych w tkaniny i na tej podstawie dostosowuje temperaturę prasowania do konkretnego wyrobu tekstylnego. Innowacyjność rozwiązania polega na bezobsługowym dostosowaniu parametru prasowania, co zwiększa wygodę użytkownika i minimalizuje ryzyko uszkodzenia tkanin.

Dane zapisane w identyfikatorze RFID są niezbędne do regulacji temperatury prasowania. Informacje te są wpisywane do pamięci identyfikatora RFID na etapie produkcji materiału. Choć dane wprowadzone do pamięci identyfikatora na etapie

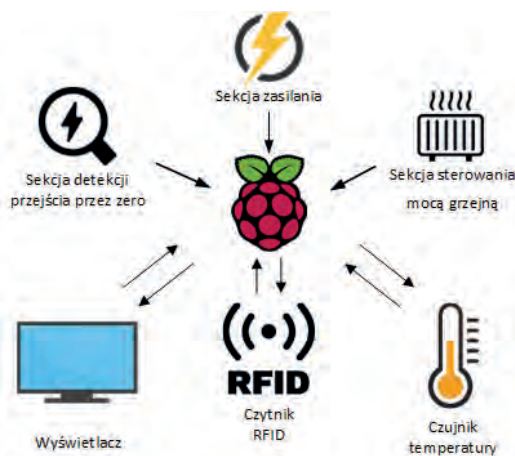


Rys. 4. Komunikacja między danymi w ubraniach a chmurą obliczeniową
Fig. 4. Communication between wearable data and cloud computing

produkcji zawierają kluczowe informacje niezbędne do działania urządzenia, to komunikacja z chmurą pozwala na aktualizację danych, pobranie większej liczby informacji, w tym bardziej złożonych, a także umożliwia zarządzanie materiałem w wirtualnej szafie. Zastosowanie takich rozwiązań umożliwia łatwe zarządzanie naszymi tekstyliami wraz z integracją z pozostałymi modułami inteligentnych urządzeń AGD, np. urządzeniem piorącym. Inteligentne żelazko opracowane w celach badawczych ma dodatkowy układ zarządzania energią, układ komunikacji oraz system obsługi zewnętrznych modułów peryferyjnych, takich jak wyświetlacz LCD oraz czytnik RFID. Na płycie PCB wbudowano dedykowane złącza dla przyszłych peryferiów, umożliwiając rozszerzenie systemu o dodatkowe elementy, takie jak czujniki środowiskowe czy dodatkowe interfejsy komunikacyjne, co w przyszłości mogłoby zwiększyć funkcjonalność urządzenia. Główną ścieżką badawczą tego projektu było zarządzanie i komunikacja z układem inteligentnego urządzenia prasującego wraz z dostosowaniem i regulacją parametrów grzania oraz odczytem danych z identyfikatorów RFID w związku z obecnością metalowej płyty grzejnej. Ze względu na wpływ elementów metalowych na transmisję RFID, konieczne było odpowiednie umiejscowienie czytnika, co zoptymalizowano w toku badań. Jak wspomniano dla urządzenia

prasującego opracowano zewnętrzny układ sterujący integrując go z głównym kontrolerem urządzenia prasującego. Płytką prototypowa składa się z czterech głównych sekcji: zasilania, detekcji przejścia przez zero, sterowania mocą grzejną oraz mikrokontrolera z peryferiami. Uproszczony schemat urządzenia pokazano na rys. 5.

Sekcja zasilania wykorzystuje przetwornicę step-down, która przetwarza napięcie sieciowe 230 V do poziomu 5 V napięcia stałego, zapewniając izolację napięciową oraz ochronę przed przegrzaniem.



Rys. 5. Uproszczony schemat ideowy modelu żelazka
Fig. 5. Simplified conceptual diagram of the model iron

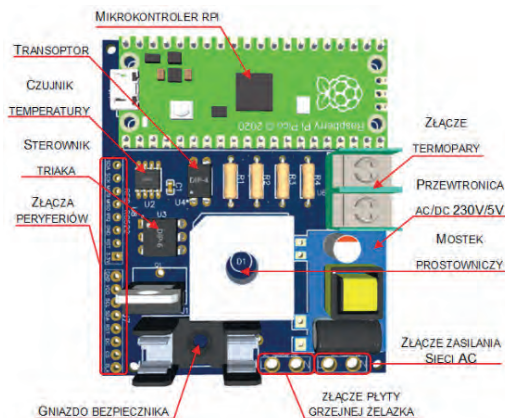
Detekcja przejścia przez zero jest realizowana za pomocą transoptora. Sygnał z mostka prostowniczego trafia na wejście transoptora. Kiedy wartość sygnału przechodzi przez zero, prąd płynący przez diodę LED w transoptorze jest znikomy. Wzrost napięcia inicjując prąd bazowy w fototranzystorze sprawia, że przepływ prądu kolektor-emiter odczytywany jest przez mikrokontroler, co pozwala mu rozpoznać moment przejścia sieci AC przez punkt zerowy. Transoptor pełni również rolę izolacji galwanicznej między siecią AC a mikrokontrolerem.

Sterowanie mocą elementu grzejjego żelazka realizowane jest z kolei poprzez połączenie transoptora i triaka. Transoptor zapewnia izolację galwaniczną, a krótkie impulsy wyzwalające synchronizowane są z przebiegiem AC. Ich opóźnienie decyduje o aktywacji triaka, pozwalając na precyzyjną regulację temperatury. Wyłączenie sygnału wyzwalającego zatrzymuje emisję światła z diody LED transoptora, co przerywa dopływ prądu do grzałki.

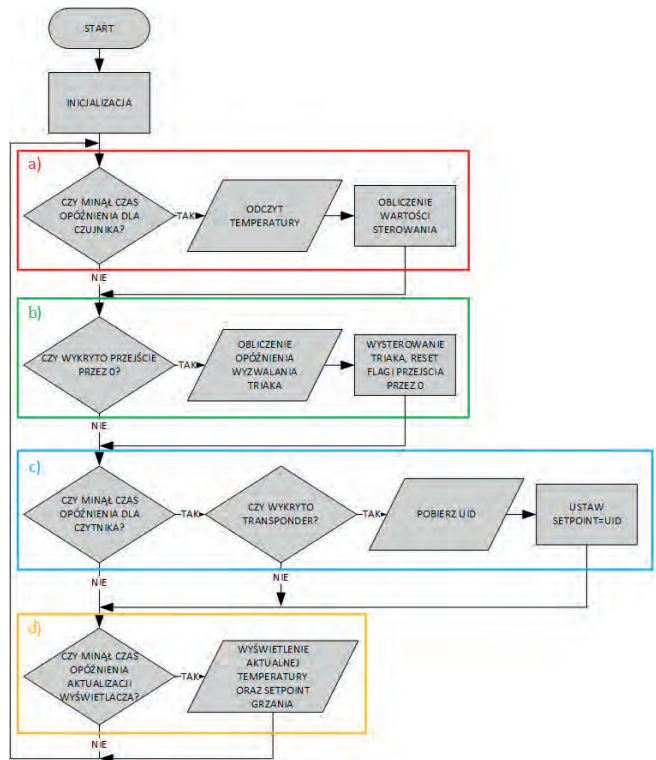
Całe urządzenie jest zarządzane za pomocą mikrokontrolera RP2040 osadzonego na płytce Raspberry Pi Pico W, do której podłączono moduł RFID, wyświetlacz LCD oraz czujnik temperatury. Odłączono fabryczny termostat, a jego funkcje przejął regulator cyfrowy. Zastosowany czujnik temperatury jest dodatkowym elementem systemu sterowania i nie jest to fabryczny czujnik żelazka. Mikrokontroler przetwarza sygnały z sekcji detekcji przejścia przez zero oraz sterowania mocą grzejną, co umożliwia automatyczne dostosowanie parametrów prasowania do specyfikacji odczytanej z identyfikatorów RFID. Wykorzystanie modelu Raspberry Pi Pico w wersji W pozwala na komunikację z zewnętrzną chmurą obliczeniową w celu wymiany i weryfikacji danych.

Wszystkie elementy zostały umieszczone na płytce PCB (rys. 6). Lewą stronę układu zaprojektowano z myślą o złączach dla urządzeń peryferyjnych, transoptorze oraz czujniku temperatury. W centralnej części płytki umieszczono sterownik triaka, rezystory ograniczające prąd oraz mostek prostowniczy. Po prawej stronie umieszczono przetwornicę oraz złącze termopary. W górnej części płytki zlokalizowano mikrokontroler. Dodatkowo płytka zawiera slot na bezpiecznik, złącze dla płyty grzejnej żelazka oraz zasilanie sieciowe AC.

Działanie programu sterującego przedstawiono na rys. 7. Główna pętla programu rozpoczyna się od sprawdzenia, czy minął odpowiedni czas opóźnienia dla czujnika temperatury. Jeśli tak, odczytywana jest rzeczywista temperatura z czujnika, a następnie obliczana jest wartość PID, która pozwala dostosować działanie systemu grzewczego do ustawionej temperatury. Wartość PID jest ograniczana do ustalonego zakresu, aby zapewnić stabilność działania (rys. 7a).



Rys. 6. Układ elektronicznego sterowania temperaturą żelazka
Fig. 6. Electronic iron temperature control system



Rys. 7. Schemat blokowy programu sterującego systemem
Fig. 7. Block diagram of the system control program

Następnie, jeśli system wykryje przejście przez zero w cyklu napięcia, obliczane jest odpowiednie opóźnienie dla wyzwalenia triaka, zależne od wartości PID, co umożliwia precyzyjne sterowanie mocą grzewczą. Triak jest aktywowany na krótki czas, aby wprowadzić odpowiednią ilość energii do grzałki, a po zakończeniu resetowana jest flaga przejścia przez zero (rys. 7b).

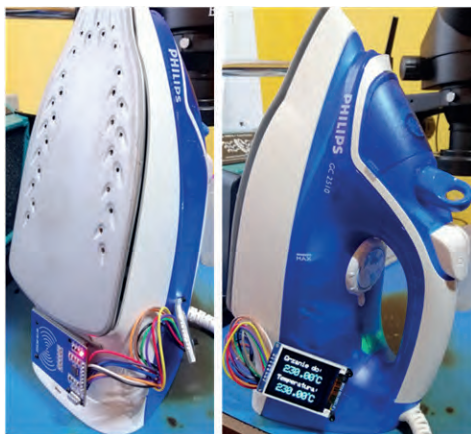
W kolejnym etapie sprawdzane jest, czy minął określony czas od ostatniego sprawdzenia identyfikatora RFID. Jeśli tak, moduł RFID odczytuje obecność znacznika tekstonecznego i pobiera jego unikalny identyfikator, który jest następnie porównywany z zapisanymi wartościami, aby ustalić, czy identyfikator odpowiada znanemu punktowi nastawczemu temperatury. Jeśli tag jest rozpoznany, wartość temperatury zostaje odpowiednio ustawiona, w przeciwnym razie system informuje o nieznanym karcie (rys. 7c).

W końcowej części algorytmu pętla programu sprawdza, czy upłynął czas wymagany do aktualizacji wyświetlacza LCD. Jeśli tak, funkcja odpowiedzialna za wyświetlanie aktualizuje informacje na ekranie, pokazując bieżącą i docelową temperaturę. Program resetuje licznik czasu, aby móc śledzić kolejne aktualizacje, a cała pętla rozpoczyna się ponownie. Dzięki temu cyklicznemu działaniu program umożliwia zmianę nastaw, dostosowując moc grzania, reagując na obecność kart RFID i aktualizując wyświetlacz w regularnych odstępach czasu.

Funkcja wyświetlania temperatury docelowej i rzeczywistej na ekranie, aktualizuje wartości tylko w przypadku ich zmiany. Na początku sprawdzane jest, czy temperatura docelowa różni się od poprzedniej wartości; jeśli tak, ekran jest czyszczony po czym wyświetla nową wartość wraz z jednostką. W dalszym kroku funkcja sprawdza, czy rzeczywista temperatura również uległa zmianie; jeśli tak, usuwa starą wartość z ekranu i rysuje nową, odpowiednio rozmieszczając tekst i symbole. Wartości temperatur są formatowane oraz odpowiednio skalowane, aby zachować czytelność i estetykę na ekranie. Na końcu program zapamiętuje wyświetlane wartości, aby móc wykryć przyszłe zmiany i zaktualizować ekran tylko wtedy, gdy jest to konieczne (rys. 7d).

5. Testy urządzenia

W ramach testów sprawdzono działanie prototypu opracowanego sterownika. W trakcie testów wykazano, że umieszczenie czytnika RFID wewnątrz urządzenia skutkowało całkowitym brakiem możliwości odczytu danych z identyfikatorów RFID. Wyniki eksperymentów jednoznacznie potwierdziły, że sygnał czytnika nie może przeniknąć przez metalową płytę żelazka, niezależnie od kąta ustawienia anteny czy jej położenia wewnątrz urządzenia. Testy obejmujące różne konfiguracje potwierdziły negatywny wpływ metalowej grzałki na skuteczność transmisji sygnału. W odpowiedzi na te problemy podjęto decyzję o przeniesieniu anteny RFID poza urządzenie, co umożliwiło poprawne odczytywanie danych (rys. 8).



Rys. 8. Model demonstracyjny żelazka wraz z zamontowanym układem sterowania mocą grzejną

Fig. 8. Demonstration model of the iron with the heating power control system installed

Antena została umieszczona na zewnątrz żelazka, pod płytą grzewczą, co pozwoliło na znaczącą poprawę skuteczności systemu. Rozwiązanie to zapewniło stabilny odczyt danych z identyfikatorów RFID, eliminując wpływ metalowych elementów urządzenia. Wciąż trwają prace nad optymalizacją położenia anteny w celu uzyskania najlepszej wydajności systemu. W szczególności analizowane są różne kąty obrotu anteny oraz jej dokładne umiejscowienie względem płyty grzewczej. Dotychczasowe zmiany w konstrukcji potwierdziły, że umieszczenie anteny na zewnątrz jest kluczowe dla działania systemu. Kolejne eksperymenty mają na celu dalszą poprawę parametrów pracy i wyeliminowanie ewentualnych zakłóceń transmisji.

6. Podsumowanie

W artykule przedstawiono projekt i wstępne sprawdzenie poprawności działania wersji demonstracyjnej systemu żelazka zintegrowaną z technologią RFID, które stanowi część koncepcji IoT in Textile Industry. Głównym celem projektu było stworzenie systemu automatycznej identyfikacji tkanin oraz dostosowania parametrów prasowania na podstawie informacji zapisanych w tagach RFID. W artykule omówiono techniczne aspekty konstrukcji urządzenia, w tym budowę płytki PCB, integrację modułu sterowania temperaturą oraz rozwiązania mające na celu eliminację zakłóceń elektromagnetycznych.

Przeprowadzone testy potwierdziły skuteczność zastosowanych rozwiązań w zakresie odczytu danych i sterowania temperaturą. Opracowany identyfikator przechowuje w pamięci wyłącznie wartość temperatury prasowania. Przyszłe gene-

racje prototypu oraz potencjalnych urządzeń produkcyjnych mogą przechowywać dodatkowe informacje, np. ciśnienie pary wodnej czy sugerowana siła nacisku stopy żelazka. Wprowadzenie takich funkcji wymaga opracowania kolejnej generacji demonstratora oraz dalszych badań nad stabilnością odczytu i regulacji temperatury. W artykule podkreślono innowacyjny charakter rozwiązania, które nie tylko zwiększa wygodę użytkownika, ale także minimalizuje ryzyko uszkodzenia tkanin, stanowiąc krok w stronę zautomatyzowanego systemu zarządzania odzieżą w inteligentnych domach.

Bibliografia

- Lombardi M., Pascale F., Santaniello D., *Internet of things: A general overview between architectures, protocols and applications*, "Information", Vol. 12, No. 2, 2021, DOI: 10.3390/info12020087.
- Jankowski-Mihulowicz P., Pawłowicz B., Kołcz M., Węglarski M., *Identification Efficiency in RFIDtex Enabled Washing Machine*, "IEEE Access", Vol. 11, 2023, 103814–103829, DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3317510.
- Ojuroye O., Torah R., Beeby S., Wilde A., *Smart textiles for smart home control and enriching future wireless sensor network data*, [In:] *Sensors for everyday life: Healthcare settings*, SSMI, Vol. 22, 2017, 159–183, DOI: 10.1007/978-3-319-47319-2_9.
- Pawłowicz B., Kołcz M., Jankowski-Mihulowicz P., *The Idea of RFIDtex Transponders Utilization in Household Appliances on the Example of a Washing Machine Demonstrator*, "Energies", Vol. 15, No. 7, 2022, DOI: 10.3390/en15072639.
- Hubacz M., Pawłowicz B., Salach M., Trybus B., Kołcz S., *Model urządzenia piorącego wykorzystującego tektoniczne transpondery RFID*, „Pomiary Automatyka Robotyka”, Vol. 26, No. 4, 2022, 69–77, DOI: 10.14313/PAR_246/69.
- Shen B., Ding X., Wang Y., Ren S., *RFID-embedded smart washing machine systems in the big data era: Value creation in fashion supply chain*, [In:] *Fashion supply chain management in Asia: Concepts, models, and cases*, SSFB, 2019, 99–113, DOI: 10.1007/978-981-13-2294-5_7.
- Fennani B., Hamam H., Dahmane A.O., *RFID overview*, ICM 2011 Proceeding, IEEE, DOI: 10.1109/ICM.2011.6177411.
- Kabachinski J., *An introduction to RFID*, "Biomedical Instrumentation & Technology", Vol. 39, No. 2, 2005, 131–134.
- Popova I., Abdullina E., Danilov I., Marusin A., Marusin A., Ruchkina I., Shemyakin A., *Application of the RFID technology in logistics*, "Transportation Research Procedia", Vol. 57, 2021, 452–462, DOI: 10.1016/j.trpro.2021.09.072.
- Mašek J., Kolarovszki P., Čamaj J., *Application of RFID technology in railway transport services and logistics chains*, "Procedia Engineering", Vol. 134, 2016, 231–236, DOI: 10.1016/j.proeng.2016.01.064.
- Fescioglu-Unver N., Choi S.H., Sheen D., Kumara S., *RFID in production and service systems: Technology, applications and issues*, "Information Systems Frontiers", Vol. 17, 2015, 1369–1380, DOI: 10.1007/s10796-014-9518-1.
- Chawla V., Ha D.S., *An overview of passive RFID*, "IEEE Communications Magazine", Vol. 45, No. 9, 2007, 11–17, DOI: 10.1109/MCOM.2007.4342873.
- Lotlikar T., Kankapurkar R., Parekar A., Mohite A., *Comparative study of Barcode, QR-code and RFID System*, "International Journal of Computer Technology and Applications", Vol. 4, No. 5, 2013.
- Rambausek L., *Textronics: definition, development and characterization of fibrous organic field effect transistors*, Doctoral dissertation, Ghent University, 2014.

15. Ramaiah G.B., *Theoretical analysis on applications aspects of smart materials and Internet of Things (IoT) in textile technology*, "Materials Today: Proceedings", Vol. 45, Part 6, 2021, 4633–4638. DOI: 10.1016/j.matpr.2021.01.023.

Automatic Temperature Control System in the Iron Based on RFID Technology

Abstract: The article showcases an innovative design for an RFID-integrated iron, which is part of the broader concept of the Internet of Textile Things (IoTT). The goal of the project was to develop a device capable of automatically reading information from RFID tags sewn into fabrics and dynamically adjusting the ironing temperature according to the type of fabric. The paper describes the design of the device, including the PCB design, the heating power control circuit and the solutions used to minimize electromagnetic interference.

Keywords: RFID, regulator, cloud computing, smart clothing

dr inż. Bartosz Pawłowicz

barpaw@prz.edu.pl
ORCID: 0000-0001-9469-2754

Adiunkt w Katedrze Systemów Elektronicznych i Telekomunikacyjnych Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej. Doktorat w dyscyplinie telekomunikacji uzyskał na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki AGH w Krakowie w 2012 r. Jego główne badania dotyczą systemów identyfikacji bezstykowej RFID i ich zastosowań.



inż. Nikita Bailiuk

n.bailiuk@prz.edu.pl
ORCID: 0009-0008-1265-0437

Absolwent Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej na kierunku Elektronika i telekomunikacja. Obecnie pracownik inżynierjno-techniczny w Laboratorium zintegrowanych mikro- i nanotechnologii elektronicznych HYBRID przy Zakładzie Sytemów Elektronicznych i Telekomunikacyjnych. Wśród głównych zainteresowań znajdują się systemy wbudowane, elektronika i prototypowanie oraz druk 3D.



mgr inż. Paweł Wróbel

pawelwr2016@gmail.com
ORCID: 0009-0000-9581-8451

W 2023 r. uzyskał tytuł inżyniera na kierunku Elektronika i telekomunikacja – specjalność telekomunikacja na Politechnice Rzeszowskiej. Kolejnym etapem było ukończenie studiów magisterskich – specjalność systemy elektroniczne. W 2024 r. pracował w firmie Elmak w Rzeszowie jako operator działu montażu automatycznego SMD, obsługując urządzenia do montażu SMD i sitodruku. Od 2025 r. jest serwisantem/installatorem systemów zabezpieczeń w firmie Neotronik w Lublinie. Jego zainteresowania to elektronika oraz jej serwis, branża IT – systemy niskoprądowe, tworzenie prototypów układów i urządzeń elektronicznych oraz montaż i edycja filmów.



mgr inż. Marcin Goral

m.goral@prz.edu.pl
ORCID: 0009-0004-1723-2454

Absolwent Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej kierunku Automatyka i Robotyka. Obecnie asystent w Katedrze Informatyki i Automatyki Politechniki Rzeszowskiej. Wśród głównych zainteresowań znajduje się robotyka, mechatronika, elektronika oraz druk 3D.

