



POLITECHNIKA ŚLĄSKA
WYDZIAŁ AUTOMATYKI, ELEKTRONIKI I INFORMATYKI
KIERUNEK AUTOMATYKA I ROBOTYKA

Projekt inżynierski

Opracowanie systemu SCADA dla wybranego procesu produkcyjnego

Autor: Julia Małkowska

Kierujący pracą: dr inż. Jolanta Krystek

Gliwice, grudzień 2017

Spis treści

1. Cel, założenia i zakres projektu.....	5
2. Wstęp teoretyczny	6
2.1. Proces produkcyjny	6
2.2. Systemy SCADA	8
2.3. Systemy klasy MES.....	8
3. Analiza procesu produkcyjnego	10
3.1. Opis procesu produkcyjnego	10
3.2. Drzewo struktury wyrobu	11
3.3. Indeks magazynowy	12
3.4. Opis operacji technologicznych	13
3.5. Linie i stanowiska produkcyjne	14
3.5.1. Linie produkcyjne	15
3.5.2. Stanowiska produkcyjne	15
3.5.3. Wykaz maszyn.....	17
3.5.4. Ograniczenia kolejnościowe maszyn	18
4. Wybrane narzędzie do zrealizowania projektu	18
5. Stworzona aplikacja w ramach projektu inżynierskiego – specyfikacja wewnętrzna	19
5.1. Baza danych	19
5.2. Bloki	20
5.3. Generatory sygnałów	21
5.4. Workspace.....	22
5.5. Obsługa zdarzeń	24
5.6. Receptury	25
6. Stworzona aplikacja w ramach projektu inżynierskiego – specyfikacja zewewnętrzna	25
7. Podsumowanie.....	32
8. Bibliografia	34

1. Cel, założenia i zakres projektu.

Celem projektu było opracowanie systemu SCADA dla wybranego procesu produkcyjnego. W niniejszym projekcie zrealizowano wizualizację procesu produkcji kartonów wypełnionych pudełkami z torebkami herbaty oraz stworzono panel operatorski w celu sterowania tym procesem. Dzięki systemom SCADA, za pomocą odpowiednich narzędzi sterujących, możliwa jest diagnostyka zautomatyzowanych procesów. Docelowo taki rodzaj projektów umożliwia zdalne sterowanie procesami, a także weryfikację niepożądanych zdarzeń oraz wykrywanie miejsc, w których do nich doszło.

W ramach projektu zaplanowano realizację następujących zadań:

1. Wizualizację procesu produkcyjnego kartonów wypełnionych pudełkami z torebkami herbaty,
2. Stworzenie panelu operatorskiego, za pomocą którego jest możliwe sterowanie produkcją,
3. Zaprojektowanie awarii mogących wystąpić w procesie,
4. Zrealizowanie przebiegów procesu produkcyjnego.

W celu zrealizowania projektu należało wykonać następujące czynności:

1. Analiza wybranego procesu produkcyjnego,
2. Wybór odpowiedniego systemu SCADA,
3. Pogłębianie znajomości wybranego systemu SCADA,
4. Wykonanie interfejsu graficznego projektowanej aplikacji,
5. Stworzenie procesowej bazy danych,
6. Animacja obiektów,
7. Obsługa zdarzeń procesu produkcyjnego,
8. Testy.

2. Wstęp teoretyczny

2.1. Proces produkcyjny

Proces produkcyjny to zbiór uporządkowanych czynności, których zrealizowanie skutkuje przetworzeniem materiałów nieodnawialnych z wykorzystaniem zasobów odnawialnych w wyroby produkcyjne. Wytworzone produkty zostają transportowane do klienta w określonych ilościach oraz w określonych terminach w celach handlowych. Proces produkcyjny zachodzi w zakładzie przemysłowym, który jest jednostką organizacyjną, np. przedsiębiorstwo przemysłowe.

Zasoby odnawialne są to różnego rodzaju materiały lub półprodukty dostarczone od innych producentów, które są wykorzystywane w procesie produkcyjnym. Charakteryzują się tym, iż można je wykorzystać kilkakrotnie.

Zasoby nieodnawialne stanowią stadia początkowe procesu produkcyjnego, które w większości przypadków są dostarczane od innych dostawców. Przykładami zasobów nieodwracalnych mogą być energia oraz różnego rodzaju materiały, które po zużyciu nie nadają się do dalszego wykorzystania, ponieważ zmieniają własności fizyko - chemiczne.

Procesy produkcyjne można podzielić na procesy ciągłe oraz dyskretnie. Procesy ciągłe charakteryzują się nieprzerwalnym i równoczesnym przepływem materiałów. Jako przykład może posłużyć proces produkcyjny w rafinerii ropy naftowej. Natomiast procesy produkcyjne dyskretnie, czyli nieciągłe wytwarzają elementy pojedyncze, takie jak torebki herbaty [1] [2].

Elementy składowe procesu produkcyjnego [2]:

- Wejścia i wyjścia – jako wejścia funkcjonują zasoby zasilające oraz informacyjne procesu produkcyjnego, natomiast wyjścia są wyrobem końcowym otrzymanym w wyniku przetworzenia zasobów wejściowych.
 - Organizacja – określenie powiązań i współdziałań pomiędzy elementami procesu produkcyjnego w celu zrealizowania złożeń.
 - Technologia – określenie zmian zachodzących w materiałach podlegającym procesowi produkcyjnemu, które prowadzą do wytworzenia konkretnego wyrobu.

2. Wstęp teoretyczny.

- Technika – logistyczne rozplanowanie siły roboczej oraz zasobów materialnych wykorzystywanych w danym procesie produkcyjnym.
- Podsystemy
 - Produkcja podstawowa – są to procesy wytwarzające podstawowe wyroby.
 - Obsługa produkcji – są to procesy zapewniające prawidłowy przebieg produkcji podstawowej. W ramach obsługi produkcji wyróżnia się:
 - Pomocnicze procesy produkcyjne – procesy przygotowania zasobów produkcyjnych i odpowiednich narzędzi. Procesy utrzymywania w stanie użytkowym obiektów produkcji, takich jak maszyn oraz hal produkcyjnych, a także obsługi socjalnej.
 - Procesy przygotowania produkcji – zaprojektowanie oraz realizacja konstrukcji maszyn, opracowanie procesów produkcyjnych oraz logistyczna organizacja procesem.
 - Procesy związane z przepływem materiałów – przepływ materiału można podzielić na dwa stany: spoczynku i ruchu. Stany te można określić jako: transport, oczekiwanie, wytwarzanie, sprawdzenie jakości oraz magazynowanie.
 - Procesy informacyjne – procesy związane z ustaleniem poziomu i kontrolą zapasów. Służą do sterowania przepływem materiałowym.
 - Procesy sterowania produkcją – wydawanie poleceń przy pomocy informacji o stanie procesu produkcyjnego oraz znajomości celu produkcji.

2. Wstęp teoretyczny.

2.2. Systemy SCADA

Systemy SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) służą do przekazywania informacji operatorowi o przebiegu procesu produkcyjnego w czasie rzeczywistym. Ważną zaletą systemów jest także wysyłanie poleceń operatora do urządzeń odpowiadających za sterowanie procesem.

Systemy SCADA umożliwiają: monitorowanie procesu produkcyjnego, dzięki czemu wyświetlane są informacje o aktualnych danych procesowych w formie graficznej, numerycznej bądź tekstowej; alarmowanie informujące o niepożądanych zdarzeniach występujących w procesie produkcyjnym; archiwizowanie danych oraz ich raportowanie.

Dane procesowe zostają pozyskiwane poprzez różnego rodzaju sensory umieszczone w poszczególnych elementach procesu technologicznego. Dane te za pomocą wejść cyfrowo-analogowych przekazywane są do sterownika, gdzie przechowywane są wartości rejestrów oraz stany wejściowo – wyjściowe. Systemy SCADA mogą wykorzystywać pozyskane dane przez sensory poprzez konfigurację systemów SCADA ze sterownikiem. Nowoczesne systemy mogą odzwierciedlać pełną wizualizację procesu technologicznego [3].

Najpopularniejszymi systemami SCADA wg www.controlengineering.pl z 2016 roku okazały się InTouch, WinCC oraz Proficy iFix.

2.3. Systemy klasy MES

Systemy MES (*Manufacturing Execution System*) to systemy służące do analizy i prezentacji danych wynikających z procesu produkcyjnego, które są zgromadzone w przemysłowych bazach danych. Stanowią 'łącznik' pomiędzy systemami SCADA a ERP (*Enterprise Resource Planning*). Dużą zaletą systemów klasy MES jest także możliwość wprowadzania danych przez operatora.

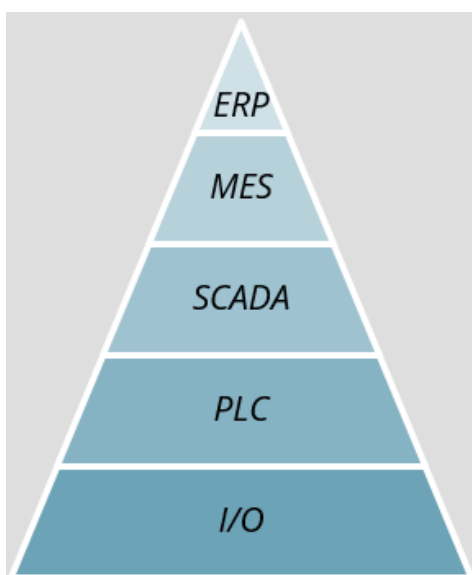
Informacje pobierane z procesu produkcyjnego przez oprogramowanie MES gromadzone są w czasie rzeczywistym, dzięki czemu możliwe jest stałe monitorowanie procesu oraz szybkie reagowanie na nieprawidłowości w otrzymanych danych. Systemy MES prezentują systemom ERP informacje o przebiegu produkcji, liczbie zużytych materiałów oraz wydajności produkcji, natomiast ERP przekazuje systemowi MES plany produkcyjne i zamówienia. Wdrożenie systemów MES w przedsiębiorstwie niesie za sobą wiele korzyści,

2. Wstęp teoretyczny.

takie jak: poprawa jakości produkcji, łatwiejszy dostęp do danych procesowych, dzięki czemu możliwe jest usprawnienie procesu, poprawa wydajności oraz zmniejszenie ilości papierowej dokumentacji [4].

Po przeczytaniu niniejszego rozdziału nasuwa się pytanie, dlaczego wykorzystywane są systemy SCADA oraz systemy MES, jeżeli obydwa systemy charakteryzują się wizualizacją danych procesowych procesu technologicznego?

Systemy SCADA oraz systemy klasy MES służą do wizualizacji danych procesowych lecz na różnych poziomach. Dokładne wyjaśnienie przedstawia Rysunek 2.1. pokazujący elementy elektroniczne/programowe używane w wizualizacji procesów technologicznych oraz opis jego elementów [5].



Rysunek 2.1. Poziomy opisujące elementy elektroniczne/programowe używane w wizualizacji procesów technologicznych [5].

- I/O są to urządzenia wejść – wyjść przedstawiające zbiór różnych urządzeń, czujników oraz przewodów występujących w procesie technologicznym. Czujniki zwracają zmierzone wartości, dając informacje o stanie procesu.
- PLC – dedykowane komputery kontrolujące oraz monitorujące podłączone do nich urządzenia i czujniki.
- SCADA – systemu monitorujące, które pozyskują dane z procesu produkcyjnego i przechowują je krótkoterminowo.
- MES – systemu analizujące dane procesowe oraz przechowujące je długoterminowo. Są ‘łącznikiem’ pomiędzy systemem przemysłowym a systemem dla przedsiębiorstw.

2. Wstęp teoretyczny.

- ERP – system informacyjny, który poprzez wspólną bazę danych łączy ze sobą wszystkie funkcje i działy w firmie.

3. Analiza procesu produkcyjnego

3.1. Opis procesu produkcyjnego

Analizowanym procesem produkcyjnym jest proces produkcyjny kartonów wypełnionych pudełkami z torebkami herbaty

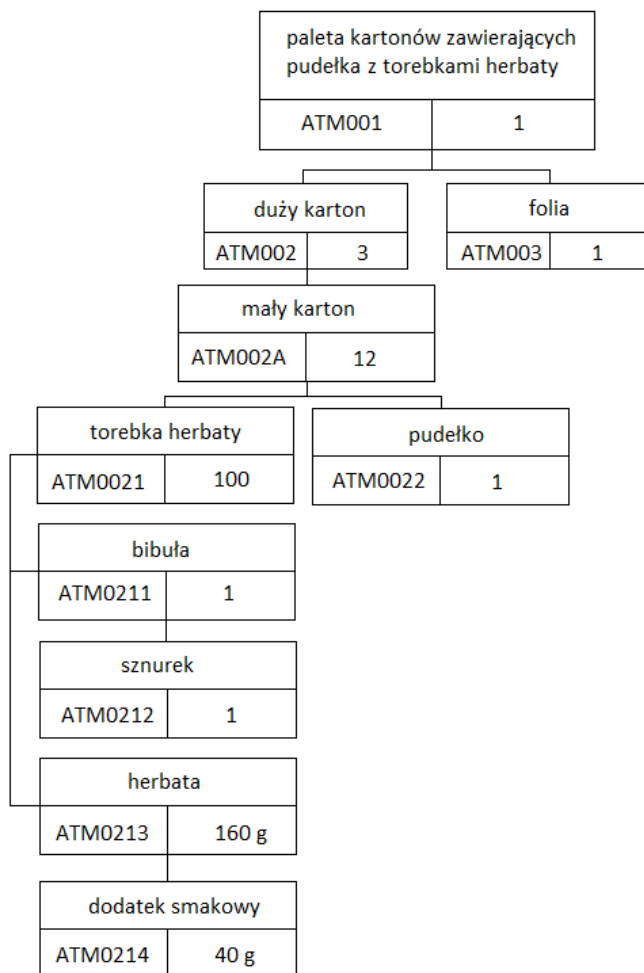
Pierwszym etapem analizowanego procesu produkcji jest uzupełnienie zbiorników odpowiednim rodzajem herbaty oraz dodatkami smakowymi. Następnie dzięki otwartym zaworom i próżniowemu zasysaniu, właściwa ilość produktu zostaje przetransportowana do głównego zbiornika, gdzie następuje mieszanie składników za pomocą mieszadła. Po połączeniu herbaty oraz dodatków smakowych następuje uruchomienie rolki z nawiniętą bibułą, którą wykorzystuje się do produkcji torebki. Równocześnie następuje uruchomienie rolki z nawiniętym sznurkiem i kartonikiem z oznaczeniem firmy produktu. Bibuła wraz ze sznurkiem są kierowane do maszyny zintegrowanej, która je ze sobą skleja. Kolejnym krokiem jest uzupełnienie bibuły herbatą poprzez grawitacyjne dozowanie oraz przycięcie i domknięcie torebki dzięki zgrzewarce. W tym samym czasie przygotowywane są kartony, które zostają uformowane do odpowiedniego kształtu za pomocą siłowników, a następnie kierowane są w odpowiednie miejsca. Mały karton, gdy zostanie napełniony odpowiednią liczbą torebek herbaty podlega domknięciu, a następnie jest transportowany przez linię transportową do większego kartonu.

Duży karton, wypełniony mniejszymi paczkami, zostaje domknięty i transportowany do manipulatora, który przenosi produkt na paletyzator. Gdy odpowiednia liczba kartonów zostanie ułożona na stosie, paletyzator nakłada na nie folię, dzięki czemu produkt jest w pełni gotowy do transportu.

3. Analiza procesu produkcyjnego.

3.2. Drzewo struktury wyrobu

Drzewo struktury wyrobu przedstawia główny wyrób produkcyjny, składający się z półproduktów powiązanych między sobą.



Rysunek 3.1. Drzewo struktury wyrobu (źródło własne).

Każdej pozycji przypisuje się indeks, normę i miarę zużycia. Lokalizacja wydająca oznacza indeks produktu, na który składa się dany komponent. Operacje, w których dany komponent bierze udział są opisane w rozdziale 3.4.

- Produkt ATM001

L. p.	Komponent	Nazwa	J/M	Norma zużycia	Nr operacji	Lokalizacja wydająca
1	ATM002	duży karton	szt.	3	10	ATM001
2	ATM003	folia	szt.	1	15	ATM001

3. Analiza procesu produkcyjnego.

Tabela 1. Spis półproduktów tworzących produkt ATM001.

- Półprodukt ATM002

Tabela 2. Spis półproduktów tworzących półprodukt ATM002.

L. p.	Komponent	Nazwa	J/M	Norma zużycia	Nr operacji	Lokalizacja wydająca
1	ATM002A	mały karton	szt.	12	7-9	ATM002

- Półprodukt ATM002A

Tabela 3. Spis półproduktów tworzących półprodukt ATM002A.

L. p.	Komponent	Nazwa	J/M	Norma zużycia	Nr operacji	Lokalizacja wydająca
1	ATM0021	torebka herbaty	szt.	100	4-6	ATM002A
2	ATM0022	pudełko	szt.	1	7	ATM002A

- Półprodukt ATM0021

L. p.	Komponent	Nazwa	J/M	Norma zużycia	Nr operacji	Lokalizacja wydająca
1	ATM0211	bibuła	szt.	1	4-6	ATM0021
2	ATM0212	sznurek	szt.	1	4-6	ATM0021
3	ATM0213	herbata	g	120	1-3	ATM0021
4	ATM0214	dodatek smakowy	g	40	1-3	ATM0021

Tabela 4. Spis półproduktów tworzących produkt ATM0021.

3.3. Indeks magazynowy

Indeksy magazynowe to symbole bądź nazwy określające pozycje magazynowe. Przypisane im są miara produktu oraz typ pozycji. Typ pozycji może być zakupowy, czyli dany produkt jest dostarczony przez innego dostawcę lub produkowany, czyli wytworzony w danym przedsiębiorstwie.

3. Analiza procesu produkcyjnego.

Nr pozycji	Nazwa pozycji	J/M	Typ pozycji
ATM001	paleta kartonów wypełnionych pudełkami z torebkami herbaty	szt.	Produkowana
ATM002	duży karton	szt.	Produkowana
ATM003	folia	szt.	Zakupowa
ATM002A	mały karton	szt.	Produkowana
ATM0021	torebka herbaty	szt.	Produkowana
ATM0022	pudełko	szt.	Zakupowa
ATM0211	bibuła	szt.	Zakupowa
ATM0212	sznurek	szt.	Zakupowa
ATM0213	herbata	g	Zakupowa
ATM0214	dodatek smakowy	g	Zakupowa

Tabela 5. Spis indeksów magazynowych.

3.4. Opis operacji technologicznych

1) Operacje tworzenia torebki herbaty:

Zawartością produkowanych torebek herbaty są wysuszone liście herbaty oraz dodatki smakowe. W trakcie produkcji torebki można wyróżnić kilka operacji:

- Wsypywanie wysuszonych liści herbaty do zbiorników A oraz dodatków smakowych do zbiorników D (operacja 1).
- Próżniowe zasysanie produktu ze zbiorników A i D do głównego zbiornika (operacja 2).
- Mieszanie liści herbaty i dodatków smakowych (operacja 3).
- Sklejanie bibuły oraz sznurka z kartonikiem, na którym widnieje logo firmy (operacja 4).
- Wysypywanie herbaty z głównego zbiornika na bibułę (operacja 5).
- Przycinanie sznurka i bibuły oraz zgrzewanie zapełnionej bibuły, w celu otrzymania szczelnych, oddzielnych torebek (operacja 6).

2) Operacje uzupełniania dużych kartonów małymi kartonami z torebkami herbaty:

3. Analiza procesu produkcyjnego.

- Formowanie małego kartonu, do którego będą pakowane torebki herbaty (operacja 7).
- Transport gotowych torebek herbaty do uformowanego kartonu (operacja 8).
- Zamykanie napełnionych kartonów (operacja 9).
- Formowanie dużego kartonu, do którego będą pakowane gotowe i zapełnione małe kartony (operacja 10).
- Transport i pakowanie gotowych zapełnionych małych kartonów do dużego kartonu (operacja 11).
- Zamykanie napełnionych dużych kartonów (operacja 12).

3) Operacje zapełniania palety gotowymi dużymi kartonami:

- Transport gotowych kartonów do gniazda, gdzie znajduje się manipulator (operacja 13).
- Przenoszenie gotowych paczek z linii transportowej na paletyzator (operacja 14).
- Foliowanie ułożonych na stosie gotowych kartonów (operacja 15).

3.5. Linie i stanowiska produkcyjne

Produkcja kartonów zawierających mniejsze kartony z torebkami herbaty jest produkcją potokową realizowaną na poszczególnych liniach produkcyjnych. Linia produkcyjna składa się z kilku zależnych od siebie stanowisk. Produkcja potokowa charakteryzuje się tym, że każde stanowisko wykonuje odpowiednią operację w procesie wytwarzania danego wyrobu, a po jej zakończeniu wyrób przekazywany jest do kolejnego stanowiska gotowego do wykonania odpowiadającego mu zadania [6].

3. Analiza procesu produkcyjnego.

3.5.1. Linie produkcyjne

Tabela 6. przedstawia nazwy poszczególnych, zaplanowanych w analizowanym procesie linii wraz z ich indeksami. Każdej linii przypisana jest lokalizacja wejściowa, która odpowiada indeksowi maszyny (spis maszyn znajduje się w rozdziale 3.5.3) lub linii, od której otrzymała dany wyrób. Lokalizacja wyjściowa oznacza indeks maszyny lub linii, do której przekazywany jest przetworzony wyrób. Indeks przetworzonego wyrobu znajduje się w kolumnie

Nr linii	Nazwa	lokalizacja wejściowa	lokalizacja wyjściowa	produkowany element
ATML01	Przygotowywanie receptur	ATML01	ATMM02	ATM00213 ATM00214
ATML02	Produktowanie torebek	ATMM02	ATMM03	ATM0021
ATML03	Pakowanie i transport	ATMM03	ATMM04	ATM002A ATM002
ATML04	Przenoszenie paczek	ATMM04	ATMM05	ATM001
ATML05	Ofoliowanie palety	ATMM05	ATMM01	ATM001

produkowany element.

Tabela 6. Spis linii produkcyjnych.

3.5.2. Stanowiska produkcyjne

Tabela 7. przedstawia wykaz stanowisk wchodzących w skład poszczególnych linii produkcyjnych. Każde stanowisko ma przypisany indeks, nazwę, linię produkcyjną, lokalizację wejściową oraz wyjściową. Lokalizacja wejściowa to indeks stanowiska lub linii, od której otrzymuje wyrób, natomiast lokalizacja wyjściowa oznacza indeks stanowiska lub linii, do której przekazuje przetworzony wyrób.

3. Analiza procesu produkcyjnego.

Tabela 7. Spis stanowisk produkcyjnych.

Nr linii	Nr stanowiska	Nazwa	Lokalizacja wejściowa	Lokalizacja wyjściowa
ATML01	ATMG11	Stanowisko - uzupełnienie zasobów zbiorników A	ATML01	ATMG12
	ATMG12	Stanowisko - uzupełnienie zasobów zbiorników D	ATMG11	ATMG13
	ATMG13	Stanowisko - zasysanie składników	ATMG12	ATMG14
	ATMG14	Stanowisko - mieszanie składników	ATMG13	ATML02
ATML02	ATMG21	Stanowisko - zlepianie bibuły i sznurka	ATMG14	ATMG22
	ATMG22	Stanowisko - wsypywanie herbaty do bibuły	ATMG21	ATMG23
	ATMG23	Stanowisko - zgrzewanie i przycinanie torebek	ATMG22	ATML03
ATML03	ATMG31	Stanowisko - formowanie małego kartonu	ATML03	ATMG32
	ATMG32	Stanowisko - pakowanie małego kartonu	ATMG31	ATMG33
	ATMG33	Stanowisko - formowanie dużego kartonu	ATML03	ATMG34
	ATMG34	Stanowisko - pakowanie dużego kartonu	ATMG33	ATML04
ATML04	ATMG41	Stanowisko - przenoszenie paczek z linii na paletyzator	ATMG34	ATML05
ATML05	ATMG51	Stanowisko - foliowanie palet	ATMG41	ATMM06

3. Analiza procesu produkcyjnego.

3.5.3. Wykaz maszyn

Tabela 8. przedstawia wykaz maszyn wraz z indeksami oraz opis zadań, która dana maszyna wykonuje. Dokładny opis procesów z wykorzystaniem maszyn znajduje się w rozdziale 3.1.

Tabela 8. Wykaz maszyn.

Nr maszyny	Nazwa	Zadanie
ATMM01	mieszadło	mieszanie gotowych produktów
ATMM02	maszyna zintegrowana	bibuła wraz ze sznurkiem są sklejane, następnie wypełniane herbatą, przycinane i zgrzewane
ATMM03	siłowniki i linia transportowa	formowanie kartonów, pakowanie i transport z gniazda do gniazda
ATMM04	manipulator	przenoszenie paczek z linii transportowej na paletyzator
ATMM05	paletyzator	ofoliowanie stosu paczek
ATMM06	maszyna transportowa	gotowe palety są transportowane do magazynu

3. Analiza procesu produkcyjnego.

3.5.4. Ograniczenia kolejnościowe

W rozdziale 3.5. stwierdzono, że opisywany w niniejszej pracy proces produkcyjny jest procesem potokowym. Oznacza to, że wyrób produkcyjny jest przetwarzany przez maszyny opisane w rozdziale 3.5.3. w określonej kolejności. Każde z kolejnych maszyn jest uzależniona od poprzednich, a dokładniej każda kolejna maszyna, aby zrealizować operację dla niej przeznaczoną, musi czekać na wykonanie operacji poprzedniej maszyny. Wykonanie operacji przez poprzednią maszynę skutkuje przekazaniem wyrobu do maszyny następnej.

Rysunek 3.. przedstawia schemat ograniczeń kolejnościowych maszyn opisanych w rozdziale 3.5.3.



Rysunek 3.2. Ograniczenia kolejnościowe maszyn (źródło własne).

4. Wybrane narzędzie do zrealizowania projektu

Wybrany do realizacji projektu inżynierskiego systemem SCADA było oprogramowanie Proficy HMI/SCADA – iFix firmy GE Intelligent Platforms, które wykorzystuje wiele przedsiębiorstw zarówno w Polsce, jak i na świecie. Umożliwia monitorowanie oraz kontrolę procesów produkcyjnych, a także gromadzenie i dystrybucję danych pomiarowych na terenie dużego obiektu produkcyjnego [7]. Oprogramowanie Proficy HMI/SCADA – iFix posiada następujące możliwości:

- realizacja animacji procesów za pomocą kolorowych obiektów,
- wykaz danych bieżących i archiwalnych dzięki wyświetlaczom cyfrowym i wykresom,
- raportowanie,
- alarmowanie zdarzeń,
- wymiana danych między innymi aplikacjami (SQL, Excel),
- komunikacja sieciowa,
- harmonogramowanie zadań,
- tworzenie skryptów w Visual Basic for Application.

5. Stworzona aplikacja w ramach projektu inżynierskiego – specyfikacja wewnętrzna.

5. Stworzona aplikacja w ramach projektu inżynierskiego – specyfikacja wewnętrzna

5.1. Baza danych

Tworzenie i zarządzanie zmiennych w systemie iFix odbywa się poprzez procesową bazę danych, a dokładniej poprzez aplikację Database Menager (DM). Zmienne nazywane są blokami, które są opisane w rozdziale 5.2. Dzięki aplikacji DM ekran synoptyczny czerpie informacje o procesie. Dane przechowywane w procesowej bazie służą jedynie do odczytu, nie można z poziomu aplikacji Database Menager zmienić wartości bloków [8].

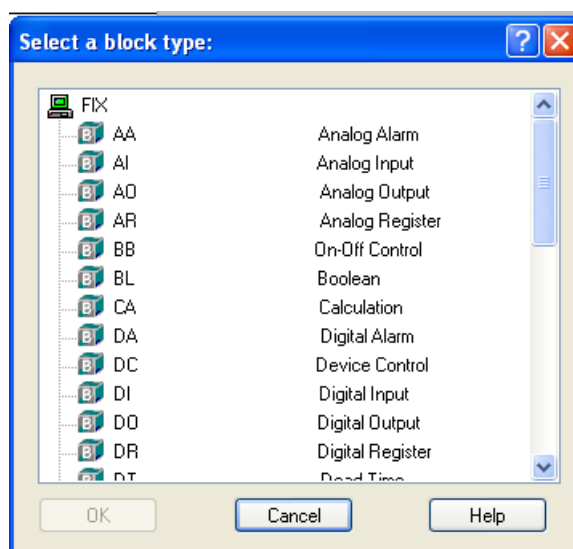
	Tag Name	Type	Description	Scan Time	I/O Dev	I/O Addr	Curr Value
1	TEMP	AI		1	SIM	34	0,00
2	TEMP1	AI		1	SIM	95	0,00
3	TEMP2	AI		1	SIM	96	0,00
4	TEMP3	AI		1	SIM	97	0
5	TEMP4	AI		1	SIM	98	0,00
6	A01	AR		—	SIM	40	0
7	A02	AR		—	SIM	44	0
8	A03	AR		—	SIM	48	0
9	A04	AR		—	SIM	52	0
10	CALKOWITA_WAGA	AR		—	SIM	70	0
11	D01	AR		—	SIM	56	0,00
12	D02	AR		—	SIM	60	0,00
13	D03	AR		—	SIM	64	0,00
14	D04	AR		—	SIM	68	0,00
15	HERBATA	AR		—	SIM	PA	113
16	ILOSC	AR	ilosc paczek, ktore chcemy wyprodukowac	—	SIM	38	0,00
17	K16F1	AR		—	SIM	76	0
18	UCZBA	AR		—	SIM	58	0
19	OTWARTE_PUDLO	AR		—	SIM	PA	46
20	PRAWY	AR		—	SIM	PA	40,42
21	PUDLO1	AR		—	SIM	PA	339
22	ROLKA	AR		—	SIM	PA	325
23	RY	AR		—	SIM	RY	60
24	STATUS	AR		—	SIM	80	0,00
25	T16F1	AR		—	SIM	72	0,00
26	W16F1	AR		—	SIM	80	0
27	WAGA	AR	34	—	SIM	0	0,00
28	WAGA_A1	AR		—	SIM	92	0
29	WAGA_A2	AR		—	SIM	4	0
30	WAGA_A3	AR		—	SIM	8	0
31	WAGA_A4	AR		—	SIM	12	0
32	WAGA_D1	AR		—	SIM	16	0
33	WAGA_D2	AR		—	SIM	20	0
34	WAGA_D3	AR		—	SIM	24	0
35	WAGA_D4	AR		—	SIM	28	0
36	WINDA	AR		—	SIM	PA	46
37	LICZENIE	CA		—	—	—	???

Rysunek 5.1. Aplikacja Database Menager przedstawiająca procesową bazę danych (źródło własne).

5.2. Bloki

W niniejszym rozdziale są opisane wszystkie bloki wykorzystane w projekcie przedstawiającym wizualizację procesu produkcyjnego torebki herbaty oraz procesu ich pakowania do kartonów.

W celu dodania bloku do procesowej bazy danych należy wybrać dwukrotnie pusty wiersz w aplikacji Database Manager opisanej w rozdziale 5.1, po czym w ukazanym oknie pojawią się wszystkie typy bloków. Każdej zmiennej należy przypisać typ - odpowiadający blokowi, adres we/wy oraz drajwer komunikacyjny [9].



Rysunek 5.2. Widok okna ze spisem bloków (źródło własne).

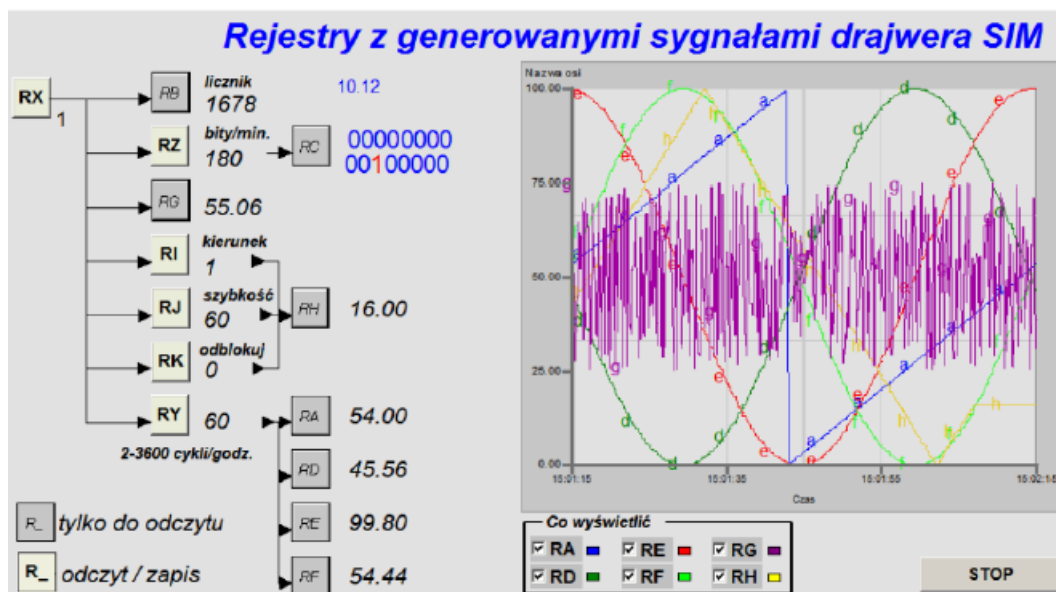
- AI – wejście analogowe – przeznaczeniem bloku jest wysyłanie i pobieranie danych analogowych do drajwera We/Wy za każdym razem, kiedy program skanuje ten blok. Można go wykorzystać w łańcuchach bloków w celu inicjowania przetwarzania następnych bloków znajdujących się w łańcuchu.
- AR – Rejestr analogowy – przeznaczeniem bloku jest zapisywanie i odczytywanie wartości analogowych za każdym razem, kiedy zostaje otwarty rysunek korzystający z tego bloku.
- DR – Rejestr dwustawny – służy do zapisywania i odczytywania wartości dwustawnych, czyli cyfrowych. Program skanuje ten blok za każdym razem, kiedy zostaje otwarty rysunek korzystający z tego bloku.

5. Stworzona aplikacja w ramach projektu inżynierskiego – specyfikacja wewnętrzna.

CA – Blok obliczeniowy – wykonuje obliczenia matematyczne. Charakteryzuje się tym, że występuje w łańcuchach, a jest wyzwalany tak samo jak blok poprzedzający i jego aktualna wartość może być przekazywana do bloku następnego.

5.3. Generatory sygnałów

Na Rysunek 5.3. przedstawiono rejestry i wykresy sygnałów obowiązujących w systemie SCADA firmy iFix. Służą one m.in. do animacji obiektów na ekranach synoptycznych [7].



Rysunek 5.3. Rejestry i wykresy sygnałów [7].

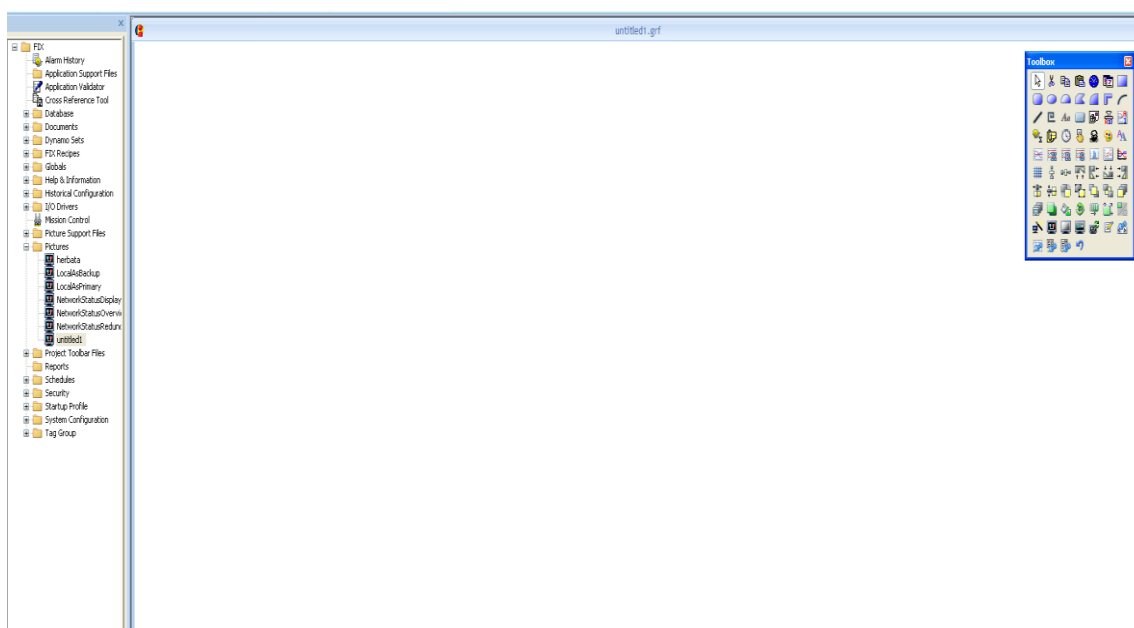
W projekcie wykorzystane są rejestry RA, RX oraz RY.

- Rejestr RA zmienia wartości od 0% do 100% zakresu danych bloku, który korzysta z tego rejestru, jego przebieg czasowy przedstawia wykres piłokształtny. Jest obsługiwany poprzez drajwer SIM.
- Rejestr RY pozwala na sterowania prędkością zmiany wartości rejestru RA. Jest określany w cyklach na godzinę.
- Rejestr RX jest rejestrem nadrzędnym i od jego wartości zależy, czy inne rejestry będą działać. Gdy wartość RX równa się 0, to wszystkie inne rejestry zostaną zatrzymane, natomiast gdy jego wartość osiągnie 1, wtedy przebiegi czasowe innych rejestrów zaczną być generowane.

5. Stworzona aplikacja w ramach projektu inżynierskiego – specyfikacja wewnętrzna.

5.4. Workspace

Workspace systemu SCADA firmy iFix jest narzędziem konfiguracyjnym. Udostępnia on obszar roboczy dysponujący wieloma narzędziami, dzięki którym powstają ekrany synoptyczne wraz z animacjami, tworzy się harmonogramy i wykresy, a także zmienia się skrypty. Jest zintegrowany z wieloma aplikacjami systemu iFix, dzięki czemu nie ma potrzeby ciągłego przełączania między programami. W celu zobrazowania działania aplikacji należy przełączyć obszar roboczy na obszar wykonawczy za pomocą skrótu klawiszowego CTRL + W bądź wybrać opcję *Switch to Run* na górnej wstążce programu [8].

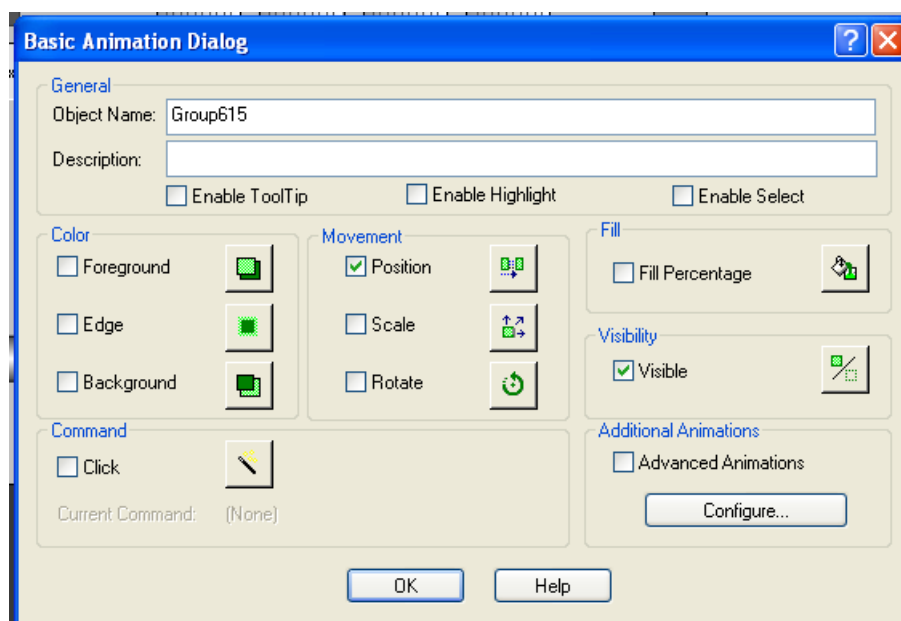


Rysunek 5.4. Widok aplikacji Workspace oraz przybornika (źródło własne).

Obiekty na ekranie synoptycznym są stworzone z różnych połączeń figur geometrycznych. Narzędzia do zrealizowania rysunków dostarcza przybornik. W celu zwiększeniu atrakcyjności rysunku można używać pól tekstowych, różnych kolorów i filtrów graficznych.

5. Stworzona aplikacja w ramach projektu inżynierskiego – specyfikacja wewnętrzna.

W celu realizacji animacji służą wbudowane funkcje systemu iFix.



Rysunek 5.5. Widok okna służący do projektowania animacji obiektów (źródło własne).

Planowanie animacji poszczególnych obiektów polega na określeniu współrzędnych początkowych oraz końcowych obiektu, określeniu w jaki sposób ma poruszać się obiekt oraz jego widoczności w danym przedziale cyklu taktowanym poprzez rejestry opisane w rozdziale 5.3.

5. Stworzona aplikacja w ramach projektu inżynierskiego – specyfikacja wewnętrzna.

5.5. Obsługa zdarzeń

Aplikacja Scheduler umożliwia wykonywanie określonych zadań w określonym czasie lub po wystąpieniu danego zdarzenia. Aby zaplanować zadanie, należy określić czas lub zdarzenie, które wyzwoli działanie związane z tym zadaniem. Przykładem jest obsługa zdarzenia przezbroyenia maszyn, gdy proces produkcyjny zostaje ukończony prawidłowo. Zadanie może zostać zainicjalizowane poprzez gotowe funkcje aplikacji Scheduler bądź poprzez skrypty napisane w języku Visual Basic [8].

Time Based Entries						
Event Based Entries						
F	Name	Expression	Event Type	Interval	Operation	Description
1	wlacz_mieszadlo	Fix32.FIX.START.F_CV	On True	N/A	Custom Script	wlacz mieszadlo, gdy p
2	wylacz_mieszadlo	Fix32.FIX.STOP.F_CV	On True	N/A	Open Digital Tag	wylacz mieszadlo, gdy p
3	wylacz_przezbroyenie	Fix32.FIX.CZYSZCZEN	On True	N/A	Open Digital Tag	wylacz przezbroyenie
4	czyszczenie1	Fix32.FIX.PRZEBROJ	On True	N/A	Close Digital Tag	czyszczenie zbiornika
5	przezbroyenie	Fix32.FIX.LICZBA.F_CV	On True	N/A	Close Digital Tag	wlaczanie przezbroyenia
6	odcisniecie	Fix32.FIX.PRZEBROJ	On True	N/A	Multiple Commands	ustawienie przyciskow i
7	awaria	Fix32.FIX.KARTON_2	On True	N/A	Close Digital Tag	obsługa awarii
8	wylacz_awarie	Fix32.FIX.KARTON_2	On True	N/A	Open Digital Tag	wylaczanie awarii
9	zerowanie	Fix32.THISNODE.PRZ	On True	N/A	Custom Script	zerowanie wartosci po
10	start	Fix32.FIX.RX.F_CV < 0	On True	N/A	Open Digital Tag	start produkcji
11	stop1	Fix32.FIX.STOP.F_CV	On True	N/A	Open Digital Tag	zastopowanie produkcji
12	start1	Fix32.FIX.START.F_CV	On True	N/A	Open Digital Tag	start produkcji
13	licznik	Fix32.FIX.ROLKA.F_CV	On True	N/A	Custom Script	liczenie wyprodukowan
14	zawor_A1	Fix32.FIX.A01.F_CV > 0	On True	N/A	Close Digital Tag	wlaczanie zaworu A1
15	close_zawor_A1	Fix32.FIX.ILOSC.F_CV	On True	N/A	Open Digital Tag	zamkniecie zaworu A1
16	zawor_A2	Fix32.FIX.A02.F_CV > 0	On True	N/A	Close Digital Tag	wlaczanie zaworu A2
17	zawor_A3	Fix32.FIX.A03.F_CV > 0	On True	N/A	Close Digital Tag	wlaczanie zaworu A3
18	zawor_A4	Fix32.FIX.A04.F_CV > 0	On True	N/A	Close Digital Tag	wlaczanie zaworu A4
19	close_zawor_A2	Fix32.FIX.ILOSC.F_CV	On True	N/A	Open Digital Tag	zamkniecie zaworu A2
20	close_zawor_A3	Fix32.FIX.ILOSC.F_CV	On True	N/A	Open Digital Tag	zamkniecie zaworu A3
21	close_zawor_A4	Fix32.FIX.ILOSC.F_CV	On True	N/A	Open Digital Tag	zamkniecie zaworu A4
22	zawor_D1	Fix32.FIX.D01.F_CV > 0	On True	N/A	Close Digital Tag	wlaczanie zaworu D1
23	zawor_D2	Fix32.FIX.D02.F_CV > 0	On True	N/A	Close Digital Tag	wlaczanie zaworu D2
24	zawor_D3	Fix32.FIX.D03.F_CV > 0	On True	N/A	Close Digital Tag	wlaczanie zaworu D3
25	zawor_D4	Fix32.FIX.D04.F_CV > 0	On True	N/A	Close Digital Tag	wlaczanie zaworu D4
26	close_zawor_D1	Fix32.FIX.ILOSC.F_CV	On True	N/A	Open Digital Tag	zamkniecie zaworu D1
27	close_zawor_D2	Fix32.FIX.ILOSC.F_CV	On True	N/A	Open Digital Tag	zamkniecie zaworu D2
28	close_zawor_D3	Fix32.FIX.ILOSC.F_CV	On True	N/A	Open Digital Tag	zamkniecie zaworu D3
29	close_zawor_D4	Fix32.FIX.ILOSC.F_CV	On True	N/A	Open Digital Tag	zamkniecie zaworu D4

Rysunek 5.6. Aplikacja Scheduler (źródło własne).

5. Stworzona aplikacja w ramach projektu inżynierskiego – specyfikacja wewnętrzna.

5.6. Receptury

Produkcja torebek herbaty jest produkcją recepturową. W ramach jednego procesu produkcyjnego można wybrać jedną recepturę herbaty, którą chcemy wyprodukować. Receptura określa rodzaj oraz gramaturę liści herbaty i dodatków smakowych. System iFix jest wyposażony w specjalną aplikację pozwalającą na wprowadzanie własnych receptur, która korzysta z własnej bazy danych, co zmniejsza zapętnienie pamięci w projekcie. Używanie tej aplikacji ułatwia i przyspiesza planowanie receptur [8].

Download ... Upload Go To Item ... Search ... Clear Overrides

Units: pack
Product: H01

Standard Batch Size: 4
Batch UOM:

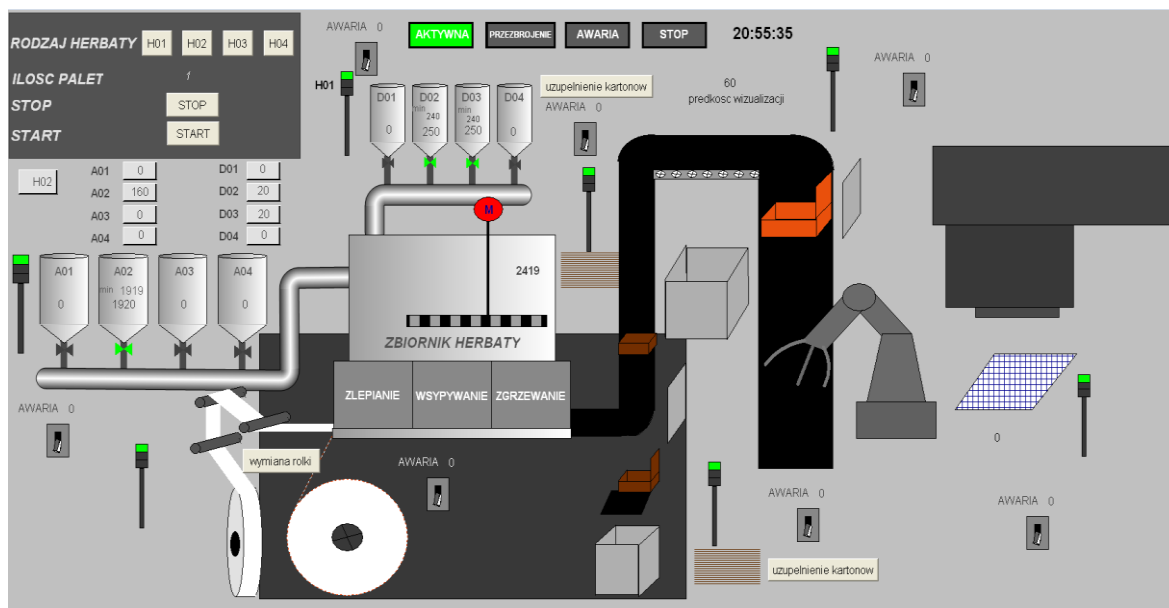
Batch Size: Summary Audit 1

FIXA01_F_OV

Identifier	Formula	Calc Val	Override Val	Description	UOM	Override Lo Lim	Override Hi Lim	Verify
1	FIXA01_F_OV	160	160		Lbs	UNRESTRICTED	UNRESTRICTED	ON
2	FIXA03_F_OV	0	0		Lbs	UNRESTRICTED	UNRESTRICTED	ON
3	FIXA02_F_OV	0	0		Lbs	UNRESTRICTED	UNRESTRICTED	ON
4	FIXA04_F_OV	0	0		Lbs	UNRESTRICTED	UNRESTRICTED	ON
5	FIXD01_F_OV	20	20		Lbs	UNRESTRICTED	UNRESTRICTED	ON
6	FIXD02_F_OV	10	10		Lbs	UNRESTRICTED	UNRESTRICTED	ON
7	FIXD03_F_OV	10	10		Lbs	UNRESTRICTED	UNRESTRICTED	ON
8	FIXD04_F_OV	0	0		Lbs	UNRESTRICTED	UNRESTRICTED	ON

Rysunek 5.7. Aplikacja realizująca projektowanie receptur (źródło własne).

6. Stworzona aplikacja w ramach projektu inżynierskiego – specyfikacja zewnętrzna

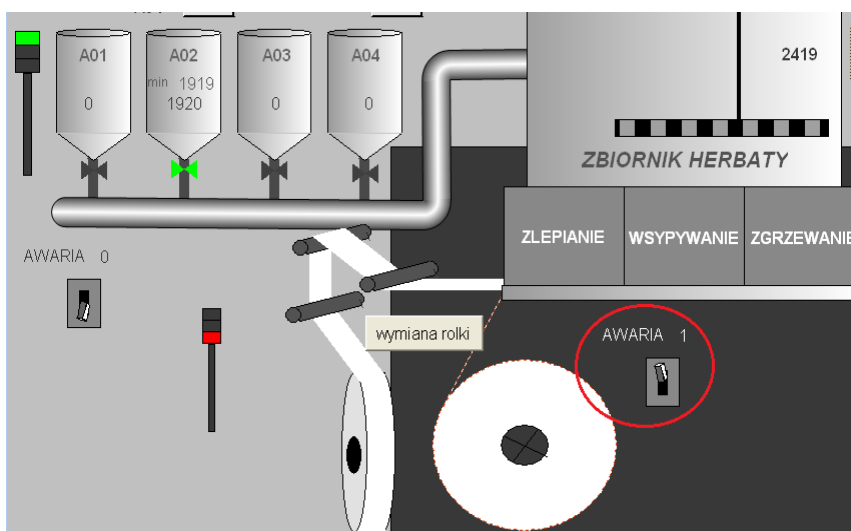


Rysunek 6.1. Ekran synoptyczny przedstawiający widok aplikacji.

6. Stworzona aplikacja w ramach projektu inżynierskiego – specyfikacja zewnętrzna.

W celu załączenia stworzonej aplikacji w ramach projektu inżynierskiego wymagany jest program do uruchamiania maszyn wirtualnych VMware Workstation Player. Należy otworzyć maszynę wirtualną *Windows XP Professional* z rozszerzeniem pliku *.vmx* oraz wczytać plik z rozszerzeniem *.vmdk*. Po ujawnieniu się pulpitu systemu operacyjnego powinno się kliknąć w ikonę ESS1. W ukazanym oknie aplikacji iFix w drzewie z lewej strony ekranu należy odszukać *picture* 'herbata' i go otworzyć. Aby uruchomić wizualizację należy na górnej wstążce kliknąć zieloną biegnącą postać 'switch to run'.

Pierwszym krokiem jest upewnienie się, czy wszystkie awarie są wyłączone, co wskazuje nam przełącznik ułożony ku górze, czerwona lamka oraz liczba 1.



Rysunek 6.2. Widok przykładowego przełącznika awarii (źródło własne).

Następnie za pomocą przycisków *H01*, *H02*, *H03* i *H04* należy wybrać, którą recepturę chcemy wykorzystać. W zależności od wybranej receptury są wyświetlane gramatury poszczególnych składników oraz opis receptury, którą wybrano.

6. Stworzona aplikacja w ramach projektu inżynierskiego – specyfikacja zewnętrzna.

Kolejno w polu *LICZBA PALET* powinno się wpisać cyfrę odpowiadającą liczbie palet, którą chcemy wyprodukować.

The screenshot shows a control panel with the following elements:

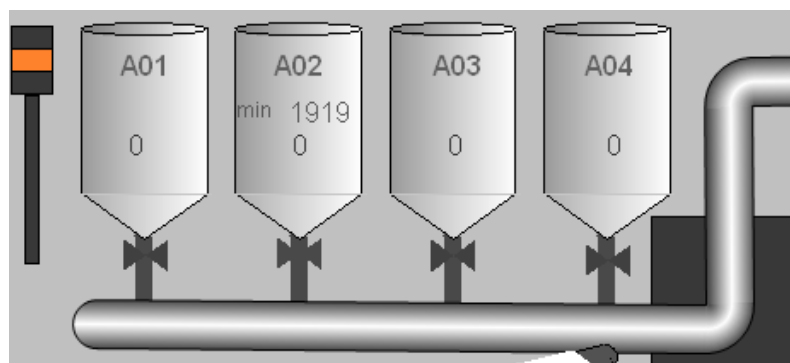
- RODZAJ HERBATY**: Four buttons labeled H01, H02, H03, and H04.
- LICZBA PALET**: A display showing the number 3.
- STOP**: A button.
- START**: A button.
- Ingredients A**: A table with four rows (A01 to A04) and one column for the value.
- Ingredients D**: A table with four rows (D01 to D04) and one column for the value.

Ingredient	Value
A01	160
A02	0
A03	0
A04	0

Ingredient	Value
D01	20
D02	10
D03	10
D04	0

Rysunek 6.3. Widok panelu operatorskiego (źródło własne).

Dalszą czynnością jest uzupełnienie zasobów w zbiornikach A i zbiornikach D. Wizualizacja nie zadziała, dopóki nie będzie wystarczającej ilości składników w zbiornikach. Program automatycznie oblicza gramaturę poszczególnych składników potrzebnych do wyprodukowania w zależności od zamówionej liczby palet. Informacja o minimalnej ilości produktu pojawia się na poszczególnych zbiornikach.

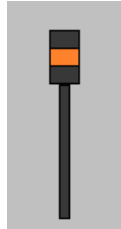


Rysunek 6.4. Widok zbiorników z herbatą (źródło własne).

Po uzupełnieniu zasobów włączają się zawory odpowiadających im zbiorników, co pozwala na próżniowe zasysanie produktu do głównego zbiornika.

6. Stworzona aplikacja w ramach projektu inżynierskiego – specyfikacja zewnętrzna.

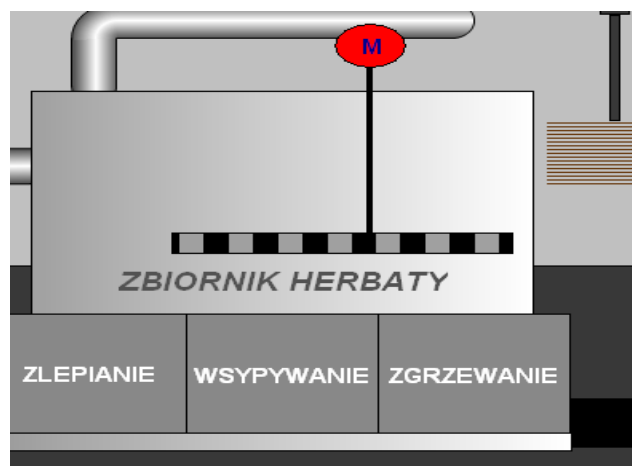
O gotowości wszystkich maszyn do pracy informują poniżej przedstawione słupki. Kolor zielony oznacza gotowość, natomiast przeciwieństwo gotowości sygnalizuje kolor pomarańczowy. Gdy sygnalizator zaświeci się na czerwono, informuje o zaistniałej awarii maszyny, przy której stoi słupek.



Rysunek 6.5. Przykładowy sygnalizator maszyny (źródło własne).

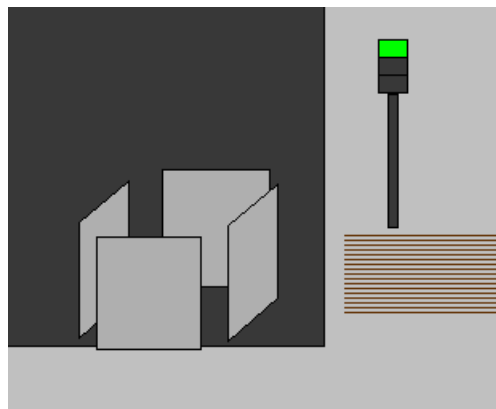
Gdy wszystkie powyższe warunki są spełnione, użytkownik powinien włączyć na panelu sterowania przycisk **START**, co spowoduje załączenie:

- mieszadła:



Rysunek 6.6. Widok głównego zbiornika herbaty oraz mieszadła (źródło własne).

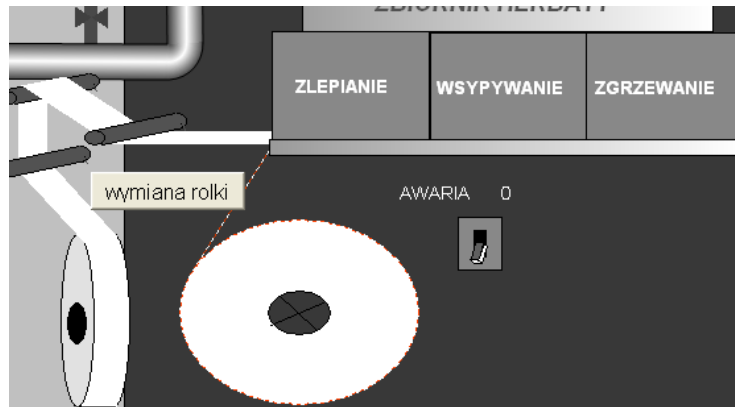
- siłowników formujących kartony oraz windy kierujące je na linie transportowe:



6. Stworzona aplikacja w ramach projektu inżynierskiego – specyfikacja zewnętrzna.

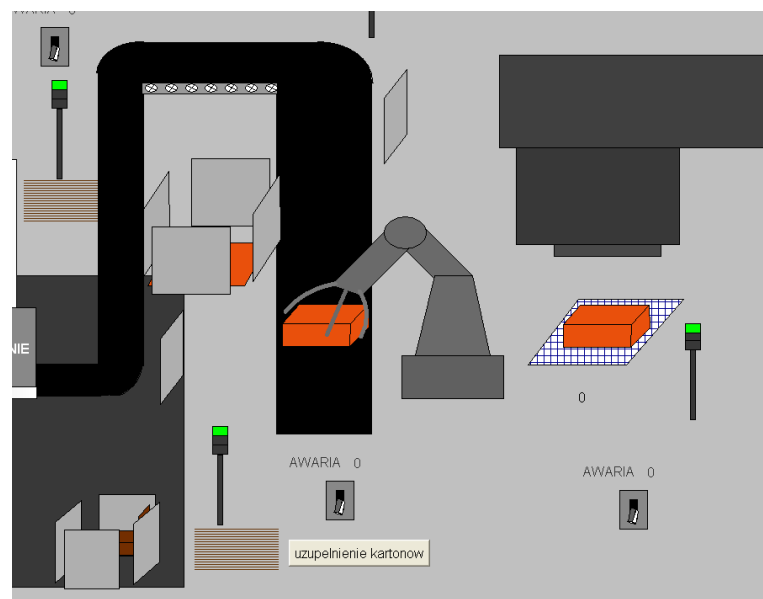
Rysunek 6.7. Widok siłowników kształujących kartony (źródło własne).

- maszyny zintegrowanej zlepiającej bibułę ze sznurkiem, wypełniające i formujące torebki z herbatą:



Rysunek 6.8. Widok maszyny zintegrowanej (źródło własne).

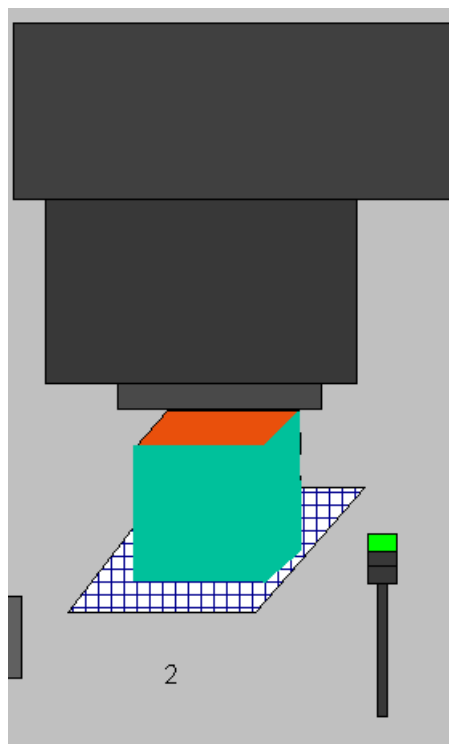
- linii transportowej oraz manipulatora:



Rysunek 6.9. Widok linii transportowej oraz manipulatora (źródło własne).

6. Stworzona aplikacja w ramach projektu inżynierskiego – specyfikacja zewnętrzna.

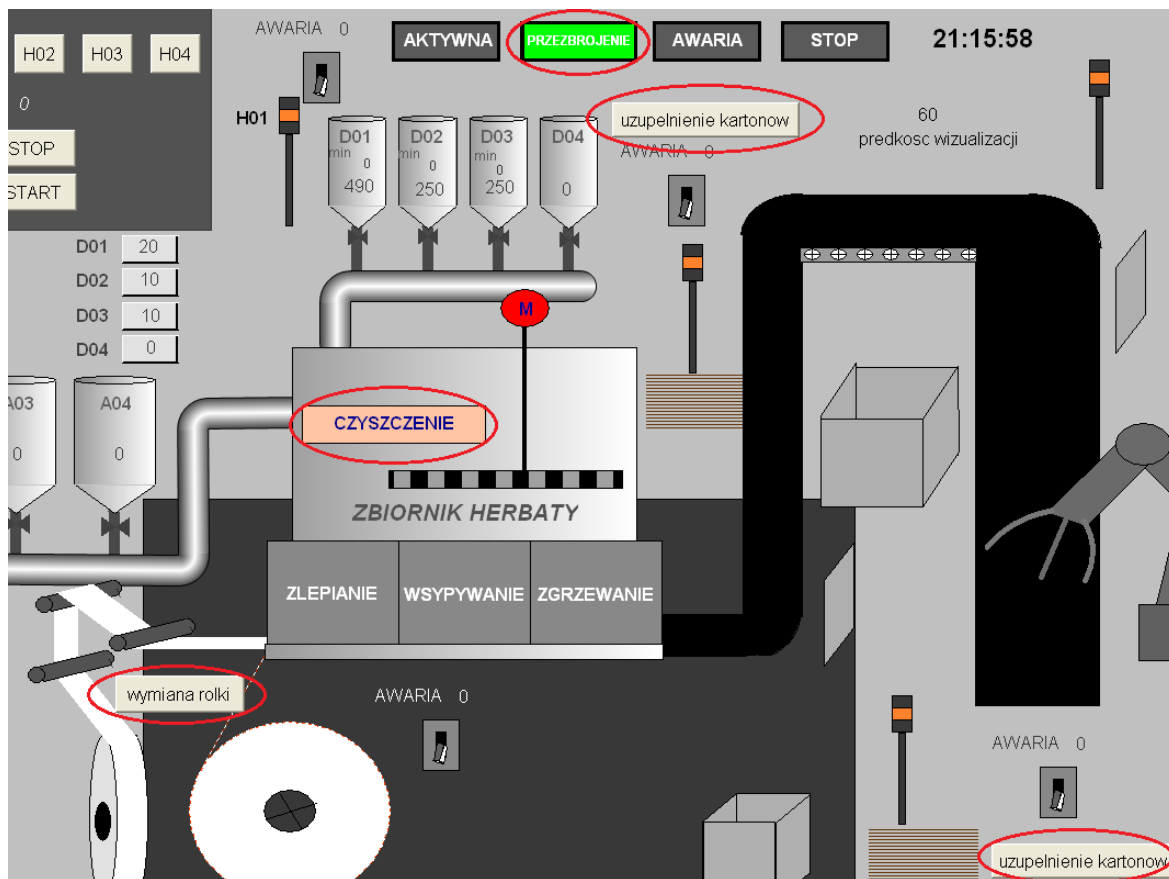
- paletyzatora:



Rysunek 6.10. Widok paletyzatora (źródło własne).

Liczba znajdująca się poniżej platformy oznacza liczbę wyprodukowanych palet (Rysunek 6.10). Gdy liczba palet wyprodukowanych będzie równa liczbie palet zamówionych, następuje przebrojenie maszyn.

6. Stworzona aplikacja w ramach projektu inżynierskiego – specyfikacja zewnętrzna.



Rysunek 6.11. Elementy dotyczące przebrożenia maszyn (źródło własne).

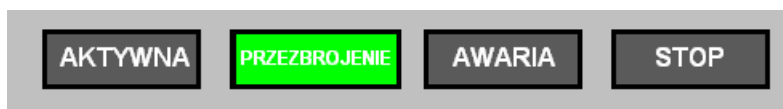
Informuje o tym pojawienie się prostokąta **CZYSZCZENIE**, który odpowiada czyszczeniu głównego zbiornika oraz zapala się na zielono znacznik **PRZEBROJENIE**. Po ukończeniu czyszczenia i zniknięciu kolorowego prostokąta z głównego zbiornika herbaty, użytkownik powinien kliknąć oznaczone przyciski 'wymiana rolki' oraz 'uzupełnienie kartonów'. Przyciski te odpowiadają za wymianę zużytej rolki z nawiniętą bibułą i sznurkiem oraz uzupełnienie kartonów.

Na panelu sterowania znajduje się także przycisk **STOP**, którym może się posłużyć operator w celu zatrzymania procesu produkcji.

Awarie są wyzwalane przez użytkownika, aby zobrazować zachowanie procesu wskutek występującego niepożądanego zdarzenia.

6. Stworzona aplikacja w ramach projektu inżynierskiego – specyfikacja zewnętrzna.

Znaki widoczne na Rysunek 6.12. przedstawiają aktualne stadium procesu produkcyjnego. Zielony kolor odpowiada aktualnemu etapowi, w którym znajduje się proces.



Rysunek 6.12. Widok wskaźników przedstawiające stan procesu produkcyjnego (źródło własne).

7. Podsumowanie

Oprogramowanie iFix w pełni umożliwiło zaprojektowanie aplikacji służącej do wizualizacji i sterowania analizowanego procesu produkcyjnego. Prawidłowo działająca aplikacja spełnia postawione cele oraz założenia projektu. Celem projektu było opracowanie dowolnego systemu SCADA dla wybranego procesu produkcyjnego. Do zrealizowania projektu wybrano system Proficy HMI/SCADA iFix, który dostarczył wszelkich niezbędnych narzędzi oraz funkcji potrzebnych do zaprogramowania powyższej aplikacji. Jedną z wielu zalet oprogramowania iFix jest możliwość pisania skryptów w języku Visual Basic, co umożliwia tworzenie skomplikowanych animacji oraz komunikację z wszelkimi urządzeniami i innymi systemami. System iFix udostępnia użytkownikom dostęp do wielu bloków, umożliwiając tworzenie różnorodnych wizualizacji i paneli sterowania.

Wyżej wymienione cechy udowadniają, że oprogramowanie iFix idealnie nadaje się do tworzenia każdego typu wizualizacji oraz może sprostać wymaganiom wielu użytkowników. Opis systemu Proficy HMI/SCADA iFix został dokładnie opisany w rozdziale 4.

Wybrany procesem technologicznym został proces produkcyjny torebek herbaty oraz proces ich pakowania do kartonów, którego realizacja oraz analiza znajduje się w rozdziale 3. Analiza procesu produkcyjnego składa się z opisu procesów produkcyjnych (3.1), drzewa struktury wyrobu (3.2), tabeli przedstawiającej indeksy magazynowe (3.3.), opisu operacji technologicznych (3.4), tabel przedstawiających: linie produkcyjne (3.5.1.),

stanowiska produkcyjne (3.5.2) oraz wykazy maszyn (3.5.3). Ważnym elementem analizy procesu produkcyjnego są także ograniczenia kolejnościowe maszyn (3.5.4). Podczas projektowania wizualizacji systemu produkcyjnego w systemach SCADA oprogramowania iFIX, jednym z najważniejszych filarów jest oprawa graficzna aplikacji, realizowana za pomocą łączenia ze sobą prostych figur geometrycznych, dzięki czemu wizualizacja jest atrakcyjna i przejrzysta dla użytkownika. Ekran synoptyczny jest tworzony w aplikacji Workspace opisanej w rozdziale 5.4. Nieodzownym elementem tworzenia wizualizacji jest procesowa baza danych (5.1), w której użytkownik inicjalizuje zmienne zwane blokami (5.2), odpowiadające generowanym sygnałom (5.3). Obiekty, którym przypisuje się bloki oraz sygnały mogą być animowane wg taktowanego cyklu wybranego rejestru (5.4). Odpowiedź procesu na ingerencje użytkownika poprzez panelu operatorskiego lub awarii jest możliwa dzięki obsłudze zdarzeń realizowana z poziomu aplikacji Scheduler, opisanej w rozdziale 5.5.

Specyfikacja wewnętrzna oraz opis obsługi stworzonej aplikacji został opisany w rozdziale 6.

Spełniony cel projektu oznacza, że systemy SCADA można wykorzystać do realizowania wizualizacji każdego typu procesu produkcyjnego, tworzenie paneli operatorskich, monitorowania i diagnostyki procesów technologicznych oraz akwizycji danych procesowych.

8. Bibliografia

- [1] Zaborowski M., *Nadżne Sterowanie Produkcją*, wydawca: Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej, Gliwice 2003.
- [2] Miszczyńska D., Miszczyński M. i Trzaskalik T., *Symulacja w harmonogramowaniu zadań produkcyjnych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2002.
- [3] Ćwikła G., Elementy i systemy umożliwiające pozyskiwanie, analizę i prezentację danych produkcyjnych,
http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2012/p070.pdf.
(dostęp: 27 12 2017).
- [4] Kaczmarczyk M.,
http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2009/054_Karczmarczyk_Kalinowski_Cwikla.pdf. (dostęp: 27 12 2017).
- [5] Pamflett J., <https://www.linkedin.com/pulse/mes-scada-john-pamflett>.
(dostęp: 28 12 2017).
- [6] Maciejczak M., <http://www.maciejczak.pl/download/zpr-w5.pdf>. (dostęp: 30 12 2017).
- [7] Jakuszewski R., *Podstawy programowania systemów SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) : Proficy HMI/SCADA iFIX 5.0 EN / Ryszard Jakuszewski.*, Wydawnictwo Pracowni Komputerowej Jacka Skalmierskiego, Gliwice 2009.
- [8] *Understanding iFix*, Podręcznik elektroniczny systemu iFix 5.0.
- [9] V. Automation, *Typy bloków baz danych*, <https://www.vix.com.pl/wp-content/uploads/016-typy-blokow-baz-danych.pdf>. (dostęp: 15 12 2017).
- [10] Kaczmarczyk M., Ćwikła G. i Kalinowski K.
http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2009/054_Karczmarczyk_Kalinowski_Cwikla.pdf. (dostęp: 27 12 2017).
- [11] Jakuszewski R., *Zagadnienia zaawansowane programowania systemów SCADA : supervisory control and data acquisition : proficy HMI/SCADA iFIX 5.0 EN / Ryszard Jakuszewski.*, Wydawnictwo Pracowni Komputerowej Jacka Skalmierskiego, Gliwice 2009.

Spis Tabel

<i>Tabela 1. Spis półproduktów tworzących produkt ATM001.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 2. Spis półproduktów tworzących półprodukt ATM002.</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 3. Spis półproduktów tworzących półprodukt ATM002A.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 4. Spis półproduktów tworzących produkt ATM0021.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 5. Spis indeksów magazynowych.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabela 6. Spis linii produkcyjnych.</i>	<i>15</i>
<i>Tabela 7. Spis stanowisk produkcyjnych.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabela 8. Wykaz maszyn.</i>	<i>17</i>

Spis rysunków

Rysunek 2.1. Poziomy opisujące elementy elektroniczne/programowe używane w wizualizacji procesów technologicznych [5].	9
Rysunek 3.1. Drzewo struktury wyrobu (źródło własne).	11
Rysunek 4.1. Ograniczenia kolejnościowe maszyn (źródło własne).	18
Rysunek 5.1. Aplikacja Database Menager przedstawiająca procesową bazę danych (źródło własne).	19
Rysunek 5.2. Widok okna ze spisem bloków (źródło własne).	20
Rysunek 5.3. Rejestry i wykresy sygnałów [7].	21
Rysunek 5.4. Widok aplikacji WorkSpace oraz przybornika (źródło własne).	22
Rysunek 5.5. Widok okna służący do projektowania animacji obiektów (źródło własne).	23
Rysunek 5.6. Aplikacja Scheduler (źródło własne).	24
Rysunek 6.7. Aplikacja realizująca projektowanie receptur (źródło własne).	25
Rysunek 7.1. Ekran synoptyczny przedstawiający widok aplikacji.	25
Rysunek 6.2. Widok przykładowego przełącznika awarii (źródło własne).	26
Rysunek 6.3. Widok panelu operatorskiego (źródło własne).	27
Rysunek 6.4. Widok zbiorników z herbatą (źródło własne).	27
Rysunek 6.5. Przykładowy sygnalizator maszyny (źródło własne).	28
Rysunek 6.6. Widok głównego zbiornika herbaty oraz mieszadła (źródło własne).	28
Rysunek 6.7. Widok siłowników kształtujących kartony (źródło własne).	29
Rysunek 6.8. Widok maszyny zintegrowanej (źródło własne).	29
Rysunek 6.9. Widok linii transportowej oraz manipulatora (źródło własne).	29
Rysunek 6.10. Widok paletyzatora (źródło własne).	30
Rysunek 6.11. Elementy dotyczące przebrożenia maszyn (źródło własne).	31
Rysunek 6.12. Widok wskaźników przedstawiające stan procesu produkcyjnego (źródło własne).	32