



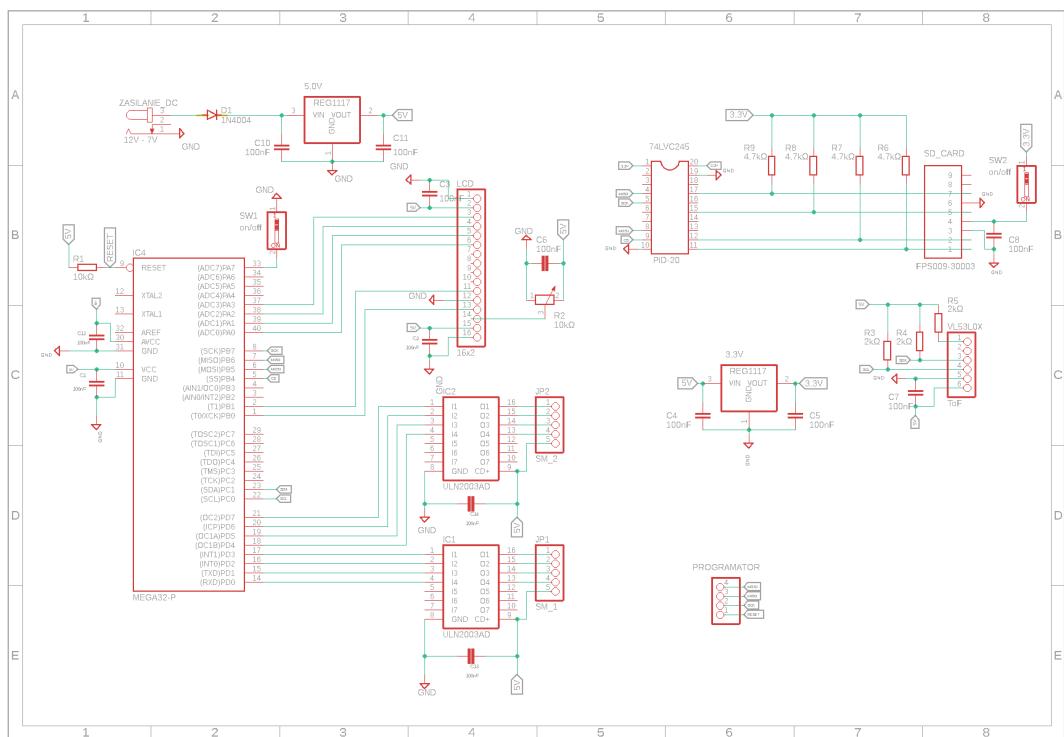
EWA - Projekt

Kierunek	<i>Automatyka i Robotyka</i>	Termin	<i>Czwartek 13:55 TN</i>
Temat	<i>Skaner 3D</i>	Problem	
Skład grupy	<i>Adam Jankowiak 252919</i>	Nr grupy	
Prowadzący	<i>Mgr inż. Wojciech Tarnawski</i>	data	<i>26 stycznia 2022</i>

1 Wstęp

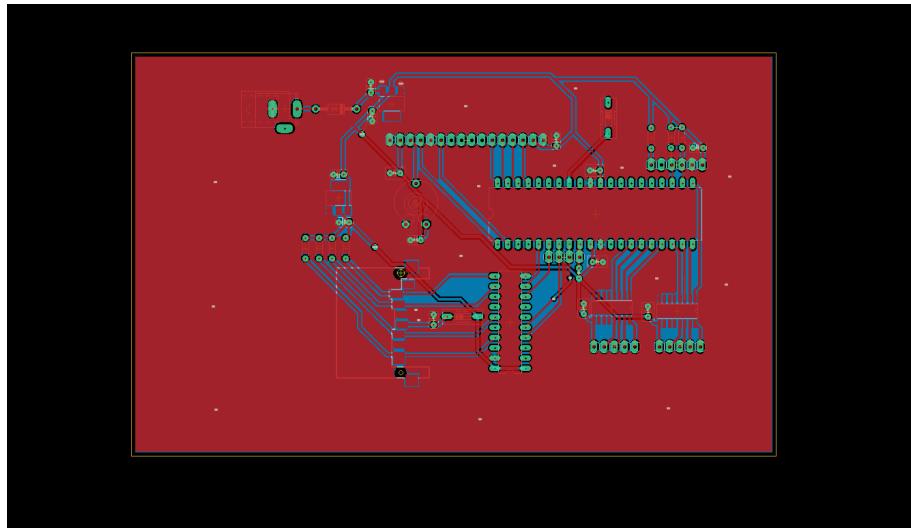
Główym celem projektu było stworzenie urządzenia mogącego skanować różnego rodzaju przedmioty w trzech wymiarach. Dzięki dokonanym pomiarom można odtworzyć zewnętrzną siatkę przedmiotu w różnego rodzaju programach komputerowych. Daje to bardzo dużą ilość możliwości do analizowania, przetwarzania bądź obróbki elementów. Skanery 3D są dzisiaj stosowane w przeróżnych gałęziach przemysłu takich jak motoryzacja, budownictwo oraz przemysł. Głównym założeniem projektu było stworzenie prostego skanera 3D potrafiącego zebrać odpowiednie dane, przekształcić je na współrzędne kartezjańskie i zapisać na karcie pamięci.

2 Schemat elektryczny



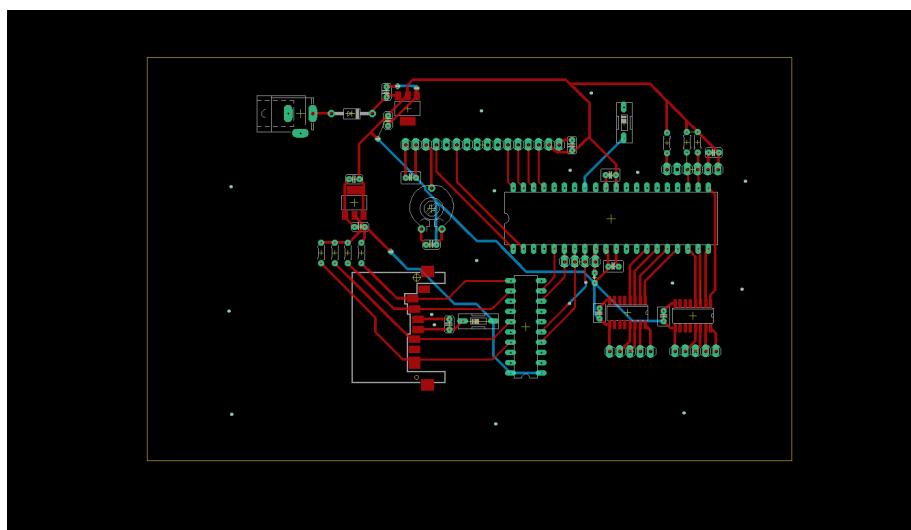
Schemat 1: Przedstawia schemat elektryczny skanera 3D.

3 Projekt płytki PCB



Schemat 2: Przedstawia schemat budowy płytki PCB.

Schemat na górze przedstawia płytę PCB z wylanym polem masy, natomiast schemat na dole przedstawia projekt płytki PCB przed wylaniem masy, ścieżki stają się bardziej widoczne.



Schemat 3: Przedstawia schemat budowy płytki PCB.

4 Lista elementów zastosowanych w projekcie

Part	Value	Device	Package	Library	Sheet
3.3V	REG1117	REG1117	SOT223	burr-brown	1
5.0V	REG1117	REG1117	SOT223	burr-brown	1
74LVC245	PID-20	DIL20	DIL20	ic-package	1
C1	100nF	C-EU025-030X050	C025-030X050	rcl	1
C2	100nF	C-EU025-030X050	C025-030X050	rcl	1
C3	100nF	C-EU025-024X044	C025-024X044	rcl	1
C4	100nF	C-EU025-024X044	C025-024X044	rcl	1
C5	100nF	C-EU025-024X044	C025-024X044	rcl	1
C6	100nF	C-EU025-024X044	C025-024X044	rcl	1
C7	100nF	C-EU025-024X044	C025-024X044	rcl	1
C8	100nF	C-EU025-024X044	C025-024X044	rcl	1
C10	100nF	C-EU025-024X044	C025-024X044	rcl	1
C11	100nF	C-EU025-024X044	C025-024X044	rcl	1
C12	100nF	C-EU025-030X050	C025-030X050	rcl	1
C13	100nF	C-EU025-030X050	C025-030X050	rcl	1
C14	100nF	C-EU025-030X050	C025-030X050	rcl	1
D1	1N4004	1N4004	DO41-10	diode	1
IC1	ULN2003AD	ULN2003AD	SO16	uln-udn	1
IC2	ULN2003AD	ULN2003AD	SO16	uln-udn	1
IC4	MEGA32-P	MEGA32-P	DIL40	atmel	1
JP1	SM_1	PINHD-1X5	1X05	pinhead	1
JP2	SM_2	PINHD-1X5	1X05	pinhead	1
LCD	16x2	PINHD-1X16	1X16	pinhead	1
PROGRAM	-	PINHD-1X4	1X04	pinhead	1
R1	10kΩ	R-EU_0204/2V	0204V	rcl	1
R2	10kΩ	POTENTIOMETER_PT-10	PT-10	rcl	1
R3	2kΩ	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R4	2kΩ	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R5	2kΩ	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R6	4.7kΩ	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R7	4.7kΩ	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R8	4.7kΩ	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R9	4.7kΩ	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
SD_CARD	FPS009-30003	FPS009-30003	FPS009-3003	con-yamaichi	1
VL53L0X	ToF	PINHD-1X6	1X06	pinhead	1
ZASILANIE	DC 12V - 7V	JACK-PLUG0	SPC4077	con-jack	1
SW1	on/off	SW_DIP-1	EDG-01	special	1
SW2	on/off	SW_DIP-1	EDG-01	special	1

Tabela 1: Przedstawia listę wykorzystanych elementów.

5 Tabela opisująca wykorzystane moduły - wyjścia pinów

Wyświetlacz LCD 16x2		
Numer pinu	Sygnal	Opis sygnału
1.	gnd	Masa podświetlacza
2.	+ 5V	Zasilanie wyświetlacza
3.	PA3	Komunikacja
4.	PA2	Komunikacja
5.	PA1	Komunikacja
6.	PA0	Komunikacja
7.	-	-
8.	-	-
9.	-	-
10.	-	-
11.	PB1	Gotowość do odczytu
12.	gnd	Odczyt
13.	PB0	Wybór rejestru
14.	V0	Kontrast
15.	+5V	Zasilanie logiki
16.	gnd	Masa logiki

Tabela 3: Przedstawia wyjścia pinów i opis sygnałów dla wyświetlacza LCD.

Złącze JP1 – silnik krokowy 1		
Numer pinu	Sygnal	Opis sygnału
1.	O1	Sterowalna masa
2.	O2	Sterowalna masa
3.	O3	Sterowalna masa
4.	O4	Sterowalna masa
5.	5V	Zasilanie silnika

Tabela 4: Przedstawia wyjścia pinów i opis sygnałów dla pierwszego silnika krokkowego.

Złącze JP2 – silnik krokowy 2		
Numer pinu	Sygnal	Opis sygnału
1.	O1	Sterowalna masa
2.	O2	Sterowalna masa
3.	O3	Sterowalna masa
4.	O4	Sterowalna masa
5.	5V	Zasilanie silnika

Tabela 5: Przedstawia wyjścia pinów i opis sygnałów dla drugiego silnika krokowego.

Dlamierz ToF VL53L0X		
Numer pinu	Sygnal	Opis sygnału
1.	5V	XSHUT
2.	-	
3.	SDA	Przesyl danych
4.	SCL	Sygnal zegara – I2C
5.	GND	Masa dalmierza
6.	5V	Zasilanie dalmierza

Tabela 6: Przedstawia wyjścia pinów i opis sygnałów dla czujnika odległości VL53L0X.

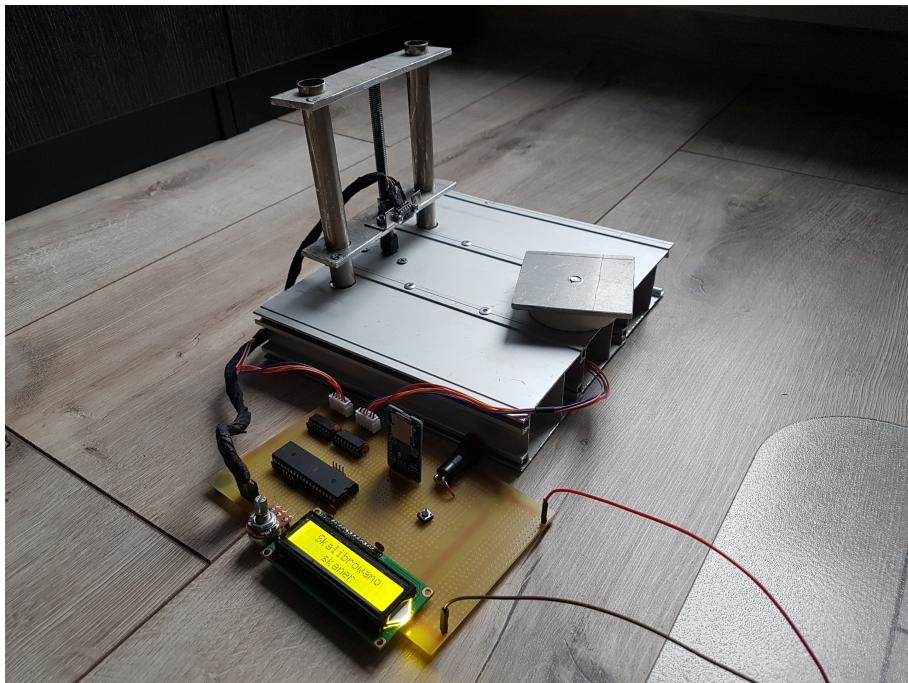
Slot na kartę SD		
Numer pinu	Sygnal	Opis sygnału
1.	CS	Sygnal wyboru struktury pamięci
2.	MOSI	Dane dla układu peryferyjnego
3.	GND	Masa 1 układu
4.	3.3V	Zasilanie 3.3V
5.	SCK	Sygnal zegarowy
6.	GND	Masa 2 układu
7.	MISO	Dane z układu peryferyjnego
8.	-	-
9.	-	-

Tabela 7: Przedstawia wyjścia pinów i opis sygnałów dla karty SD.

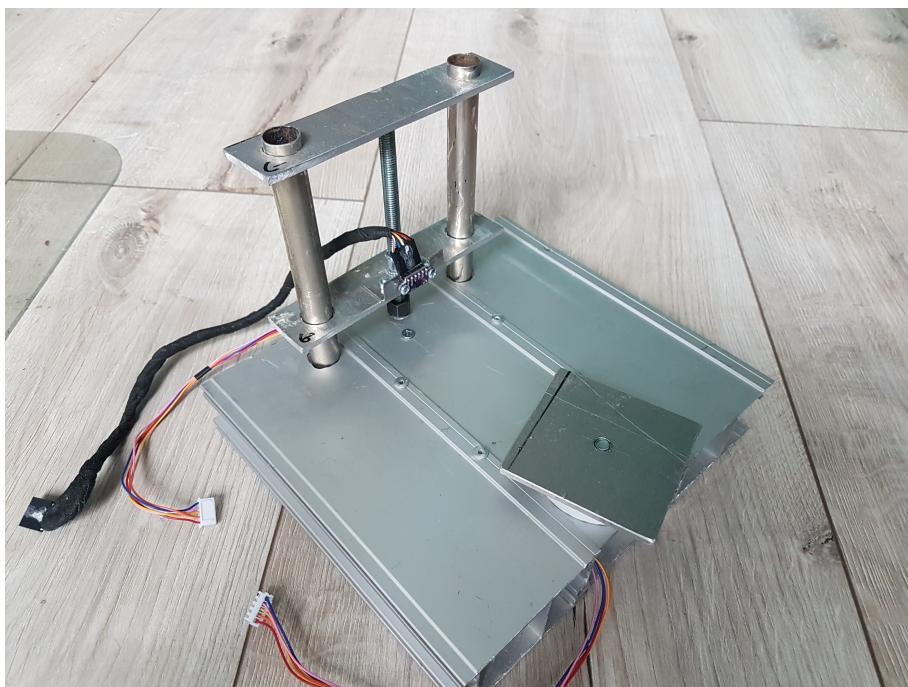
Programator		
Numer pinu	Sygnal	Opis sygnału
1.	MOSI	Dane dla układu peryferyjnego
2.	MISO	Dane z układu peryferyjnego
3.	SCK	Sygnal zegarowy
4.	RESET	Reset urządzenia

Tabela 8: Przedstawia wyjścia pinów i opis sygnałów dla programatora.

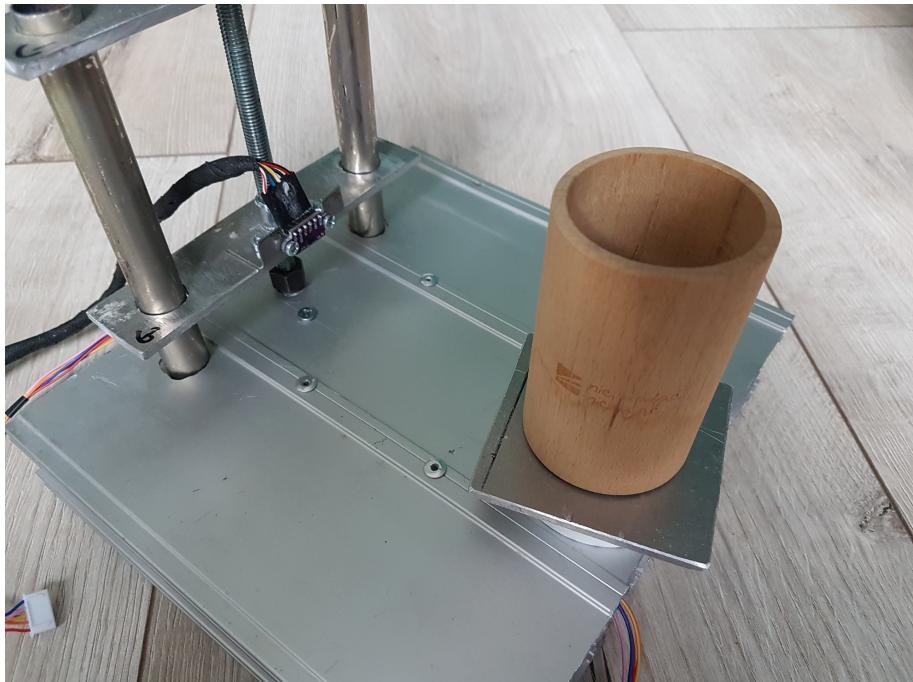
6 Zdjęcia projektu



Zdjęcie 1: Przedstawia płytę PCB wraz z stelażem.

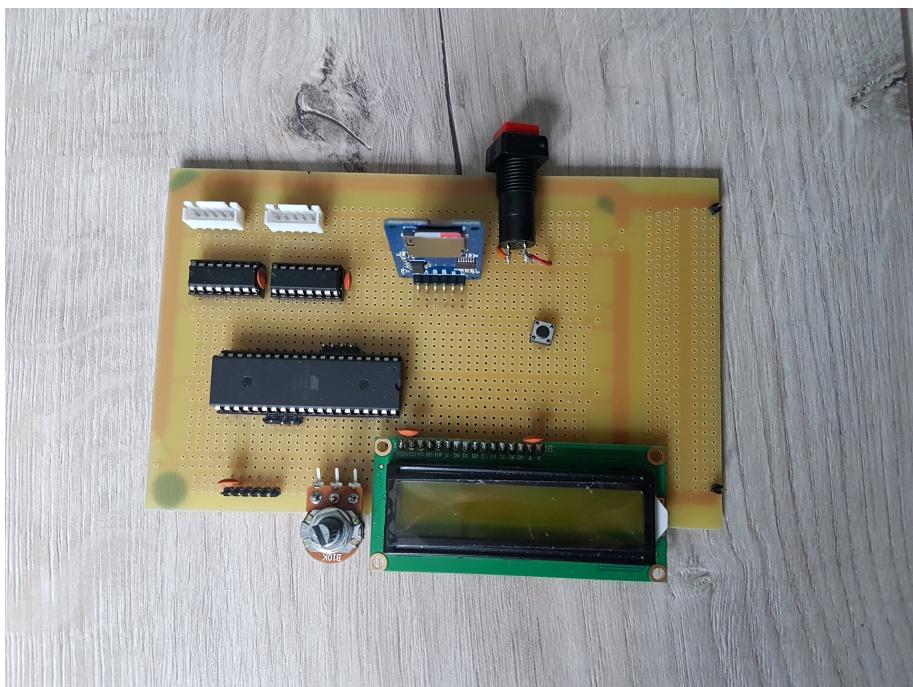


Zdjęcie 2: Przedstawia sam stelaż z dalmierzem.

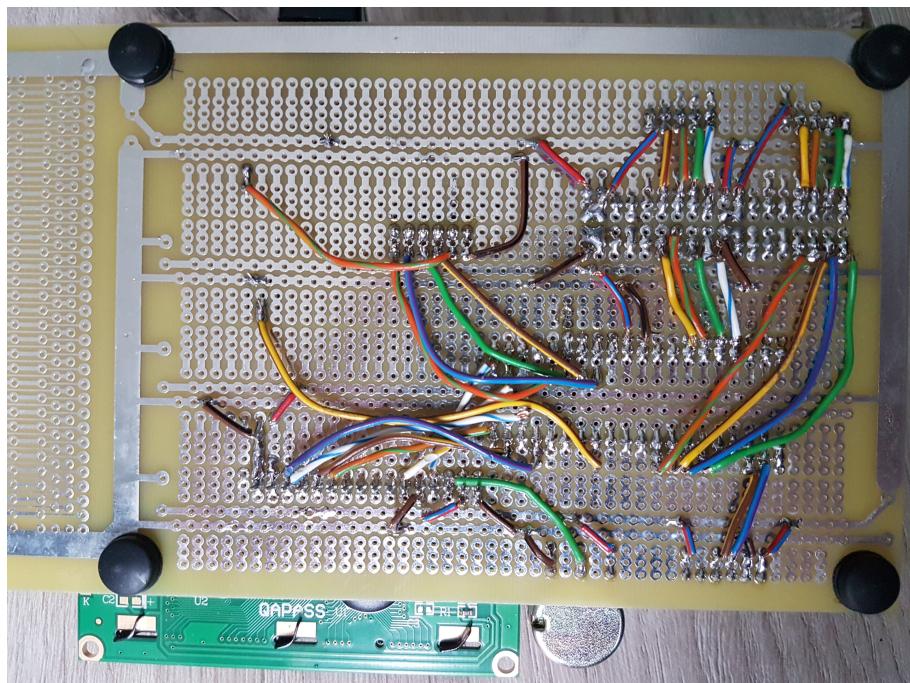


Zdjęcie 3: Przedstawia skanowany obiekt.

7 Zdjęcia płytka PCB



Zdjęcie 4: Przedstawia górną część płytki.



Zdjęcie 5: Przedstawia dolną część płytki.

8 Opis wybranych elementów

Silniki krokowe 28BYJ-48 unipolarne zostały zastosowane ze względu na dużą dokładność (względem zwykłych silników) oraz możliwość obrócenia o zadany kąt.

Układ ULN2003 jest to driver do silnika krokkowego, który za pomocą sygnału z mikrokontrolera w odpowiedni sposób ustawia stan niski dla odpowiednich przewodów.

Atmega 32 jest to mikrokontroler, który steruje pracą całego skanera, wysyła oraz odbiera odpowiednie dane. Jest głównym elementem na którym opiera się sterowanie.

Wyświetlacz LCD 16x2 umożliwia wyświetlanie odpowiednich komunikatów. Umożliwia komunikację mikrokontrolera z użytkownikiem.

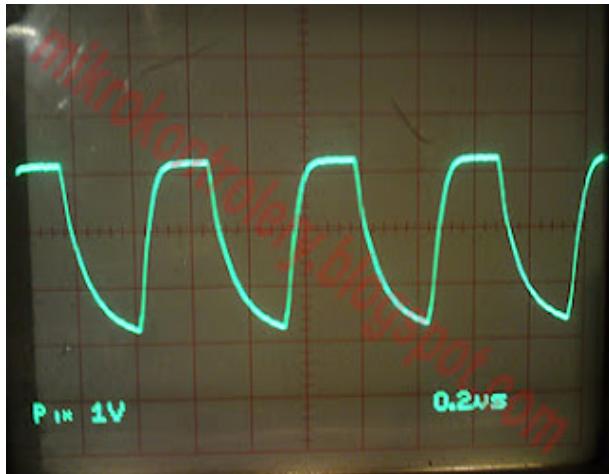
AMS1117 5.0 oraz 3.3 konwerter napięć, który umożliwia zmniejszenie napięcia wejściowego na mniejsze. Zmniejsza napięcie z 12V-7V na 5V - zasilanie Atmegi, wyświetlacza oraz z 5V na 3.3V, które jest używane do zasilania karty SD oraz dalmierza.

VL53L0X jest to laserowy czujnik odległości. Dalmierz wysyła wiązkę la- sera i mierzy czas po jakim wiązka wróci z powrotem do odbiornika. Został on wykorzystany ze względu na możliwość skanowania obiektów o zagętach krawędziach. Wykorzystanie w tym projekcie czujnika ultradźwiękowego nie sprawdziłoby się ze względu na nierównomierne odbicie fali dźwiękowej oraz mniejszą dokładność.

Kondensatory filtrują i usuwają zniekształcenia. Są one zamontowane rów- nolegle tuż obok zasilania odpowiednich modułów.

Dioda została wykorzystana w module zasilania. Pełni ona rolę zabezpiecze- nia w przypadku gdy zostaną na odwrót połączone przewody z zasilaniem.

Moduł 74LVC245 pełni rolę konwertera napięć dla linii sygnałowych w mo- dule karty SD. Zastosowanie dzielników napięcia w tym przypadku było by mało skuteczne ze względu na zniekształcenia, które występują przy zwiększeniu prędkości przesyłu danych. Jak można zauważyć na poniższym zdj- ciu przedstawione jest zniekształcenie sygnału, które jest spowodowane wyko- rzystaniem rezistorów. Problem zniekształceń sygnału został wyeliminowany dzięki zastosowaniu modułu 74LVC245. Jest to ważne, ponieważ Atmega jest zasilana napięciem 5V i wysyła sygnał o takim napięciu, natomiast karta SD może odebrać sygnał jedynie o napięciu 3.3V.



Zdjęcie 6: Przedstawia zniekszałcenie sygnału dla dzielnika napięciowego.

Rezystory $2\text{k}\Omega$ oraz $4.7\text{k}\Omega$ wykorzystywane są przy liniach sygnałowych podczas komunikacji I2C, tzw. pull-up. Wykorzystywane są w komunikacji między mikrokontrolerem a kartą SD oraz czujnikiem odległości.

Zasilanie - wykorzystywany jest zewnętrzny zasilacz DC o parametrach: $U = 12\text{V}$, $I = 1.5$, który jest połączony z płytą za pomocą złącza SPC4077.

Switch - Pierwszy z przełączników został zastosowany w celu komunikacji użytkownika z mikrokontrolerem natomiast drugi przełącznik włącza i wyłącza zasilanie dla karty SD. W momencie gdy karta jest zasilana mikrokontroler nie chce się odczytać za pomocą programatora.

Płytki PCB - wszystkie linie sygnałowe mają szerokość 0.4mm , linie zasilania 0.6mm , odległość między polem masy a liniami wynosi 0.4mm . Dodatkowo zastosowano dużą ilość przelotek, które mają na celu wyeliminować tzw. efekt kondensatora.

9 Fragment programu

```
1 void kalibruj () {
2
3     uint16_t pomiar = 0;                                // Zmienne pomocnicze
4     statInfo_t xTraStats;
5     char text[20];
6     uint8_t flaga = 1;
7
8     LCD_Clear();                                         // Wyswietla komunikat
9     sprintf(text, " Kalibracja");                      // Wyswietla komunikat
10    LCD_GoTo(0, 0);
11    LCD_WriteText(text);
12    sprintf(text, " skanera");                          // Wyswietla komunikat
13    LCD_GoTo(0, 1);
14    LCD_WriteText(text);
15
16
17    while(flag a){
18        half_step_motor_left(256,2);                  // uruchamia silnik krokowy
19        pomiar = readRangeSingleMillimeters( &xTraStats );      // Dokonuje pomiaru odleglosci
20
21        if(pomiar < 200){                            // Jezeli pomiar jest mniejszy od 20cm
22            flaga = 0;
23            LCD_Clear();
24            sprintf(text, " Skalibrowano");           // Wyswietla komunikat
25            LCD_GoTo(0, 0);
26            LCD_WriteText(text);
27            sprintf(text, " skaner");                 // Wyswietla komunikat
28            LCD_GoTo(0, 1);
29            LCD_WriteText(text);
30
31        }
32    }
33
34    half_step_motor_right(512,2);                     // Uruchamia 2 silnik krokowy
35
36
37 }
38
39
40
41 int main(){
42
43     statInfo_t xTraStats;
44     init();                                            // Inicjalizacja timera dla czujnika
45     odleg o ci
46
47     initVL53L0X(1);                                  // Inicjalizacja czujnika odleg o ci
48
49     ioinit();                                         // Inicjalizacja po czenia z kart
50     disk_initialize(0);                             // inicjalizacja karty SD
51
52     setMeasurementTimingBudget( 500 * 1000UL );       // Ustawienie prescalera na 500ms
53
54     LCD_Initialize();                               // Inicjalizacja wy wietlacza
55     LCD_Home();
56
57     cbi(DDRA,7);                                    // Ustawienie PD0 jako PULL-UP
58     sbi(PORTA,7);
59 }
```

```

60  char text[20];                                // Tablica pomocnicza
61  uint16_t pomiar = 0;                          // Zmienne pomocnicze
62  uint16_t licznik = 0;                         // Dlugosc przeciwpromieniowej
63  uint16_t Ppros = 0;                           // Wspolrzedne punktu
64
65  uint16_t x = 0;                               // Odleglosc czujnika od srodka
66  uint16_t y = 0;
67  uint16_t z = 0;
68
69  uint16_t r = 130;                            // Odleglosc czujnika od srodka
70  float kat = 0;
71
72  HRESULT fr;                                 // Zmienna dla inicjalizacji karty SD
73  char name[12];                             // Bufory
74  char buf[50];
75  int b = 0;
76
77  sprintf(text, " Skaner 3D");                // Wy wietlanie tekstu
78  LCD_Clear();                                LCD_Clean();
79  LCD_GoTo(0, 0);                            LCD_GoTo(0, 0);
80  LCD_WriteText(text);                        LCD_WriteText(text);
81
82  _delay_ms(5000);
83
84  fr = f_mount(&FatFs, "", 1);                // Po czenie si z kart SD
85  _delay_ms(50);
86
87  while(fr != 0){                            // Wy wietlenie komunikatu o bladzie
88      LCD_Clear();
89      LCD_GoTo(0,0);
90      LCD_WriteText("f_mount_FAILL");
91      sprintf(text, "Blad nr - %d", fr);        // Zwraca numer bladu
92      LCD_GoTo(0,1);
93      LCD_WriteText(text);
94      _delay_ms(4000);
95      disk_initialize(0);                      // ponowna inicjalizacja dysku
96      fr = f_mount(&FatFs, "", 1);
97  }
98  do{
99      sprintf(name, "skaner%d.txt", b);          // Tworzenie nowego pliku o danej
100     nazwie
101     fr = f_open(&Fil, name, FA_WRITE | FA_CREATE_NEW);
102     f_sync(&Fil);                            // Tworzenie pliku tekstowego
103     b++;
104     if(b>9){                                // Mo liwe jest stworzenie 10 plikow
105         LCD_Clear();
106         LCD_GoTo(0,0);
107         LCD_WriteText("f_open_ERR");
108         LCD_GoTo(0,1);
109         LCD_WriteText("New_file");
110         return 0;
111     }
112 }while(fr!=0);
113
114 kalibruj();                                // Kalibracja skanera
115
116 while(!bit_is_clear(PINA,7)){}              // Czekanie na reakcje uzytkownika
117 sprintf(text, " Rozpoczeto" );
118 LCD_Clear();                                // Wy wietlenie komunikatu
119 LCD_GoTo(0,0);
120 LCD_WriteText(text);
121 LCD_GoTo(0,1);

```

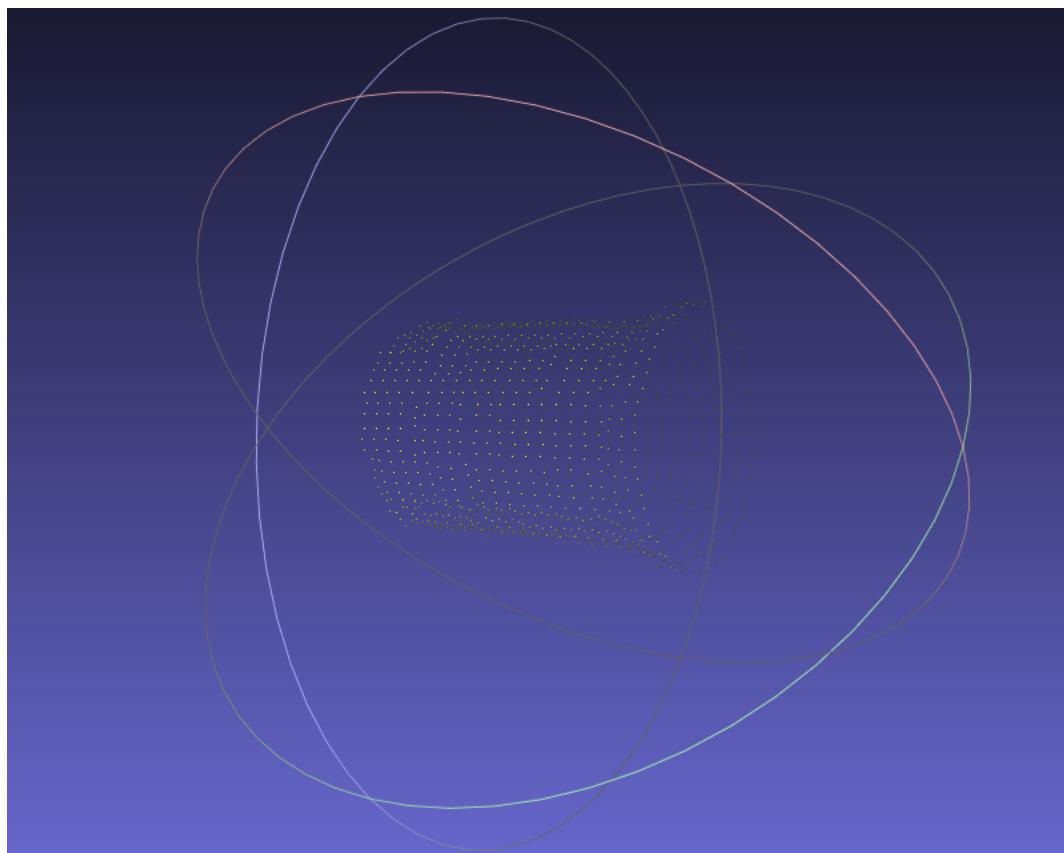
```

122 LCD_WriteText("    skanowanie");           // Wywietlenie komunikatu
123 _delay_ms(4000);
124
125 while((z<20)&&(licznik<40)){          // Pula powtarzaj sie 20 razy
126     for(int a=1; a<65 ;a++){
127
128         pomiar = readRangeSingleMillimeters( &xTraStats ) - 10;      // Dokonanie pomiaru
129         odlegosci;
130
131         if(pomiar<r){                                // Odrzucanie branych pomiarow
132             licznik = 0;                            // Oblicza kąt w radianach
133             kat = (2*M_PI*a*8)/512;                // Oblicza odlegosc od srodka
134             Ppros = r - pomiar;                      // silnika krokowego
135             x = Ppros*cosf(kat);                    // Wspolrzedna X
136             y = Ppros*sinf(kat);                    // Wspolrzedna Y
137             sprintf(buf, "%d,%d,%d\n",x,y,3*z);    // Zapisanie wspolrzednych do bufora
138             f_write(&Fil, buf, sizeof(char)*strlen(buf), &bw); // Zapisanie bufora na
139             karte SD
140
141             f_sync(&Fil);                           // Funkcja zabezpieczajaca otwerty
142             plik txt w razie naglego unieruchomienia
143         }
144         else{                                // Zapisane dane nie zostaja stracone
145             licznik++;                         // Zwiekszenie licznika
146         }
147         half_step_motor_right(8,1);           // Obrot silnikiem krokowym
148
149     }
150     z++;                                // Zwiekszenie zakresu
151
152     sprintf(text, "    Z %d z 20 ",z );    // Wyswietla komunikat
153     LCD_Clear();
154     LCD_GoTo(0,1);
155     LCD_WriteText(text);
156
157     half_step_motor_right(1024,2);        // uruchamia 2 silnik krokowy
158
159     f_close(&Fil);                        // Zamyska plik txt
160     LCD_Clear();
161     LCD_GoTo(0,0);
162     LCD_WriteText("    Skonczono");       // Wyswietla komunikat
163     LCD_GoTo(0,1);
164     LCD_WriteText("    skanowanie!");      // Wyswietla komunikat
165
166     return 0;
}

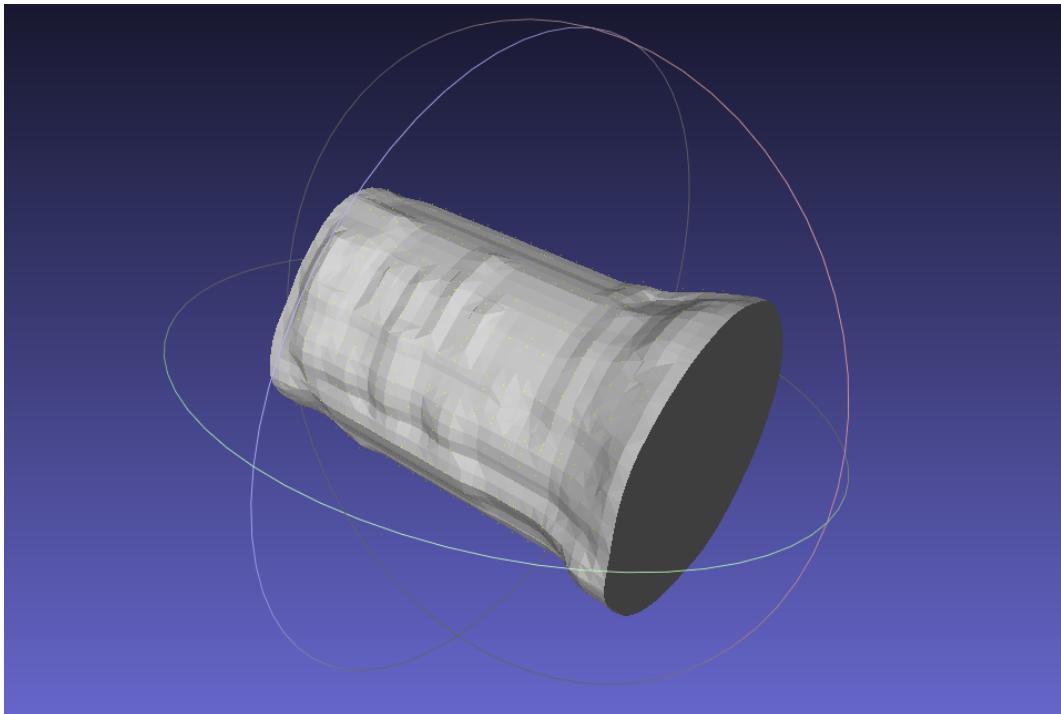
```

10 Finalny efekt

Poniżej znajduje się zdjęcie gotowego skanu drewnianego walca. Jak można zauważyc finalny efekt jest dosyć zadowalający. Różnego rodzaju odstępstwa, zniekształcenia są spowodowane dokładnością czujnika odległości oraz luzami, które występują na stelażu.



Zdjęcie 7: Przedstawia siatkę z zaznaczonymi punktami.



Zdjęcie 8: Przedstawia siatkę po odpowiedniej filtracji.

11 Podsumowanie projektu

Wszystkie założenia projektu zostały spełnione. Skonstruowanie i zaprogramowanie całego układu zajęło znacznie więcej czasu niż początkowo się spodziewałem. Projekt może jeszcze zostać rozwinięty poprzez:

1. Zmianę skanera VL53L0X na skaner laserowy o większej dokładności.
2. Wykorzystanie lepszej jakości silniki krokowe.
3. Zniwelowanie luzów występujących na stelażu
4. Stworzenie bardziej interaktywnego menu, dzięki czemu użytkownik będzie w stanie wybierać odpowiednie tryby skanowania.
5. Dołożenie klawiatury 3x4 (Jak w starszych telefonach) umożliwiającej wpisywanie wartości oraz nazw plików.