

Мобилна вградена компютърна система за обективно окачествяване на храни

Докторант Ивайло Драгнев

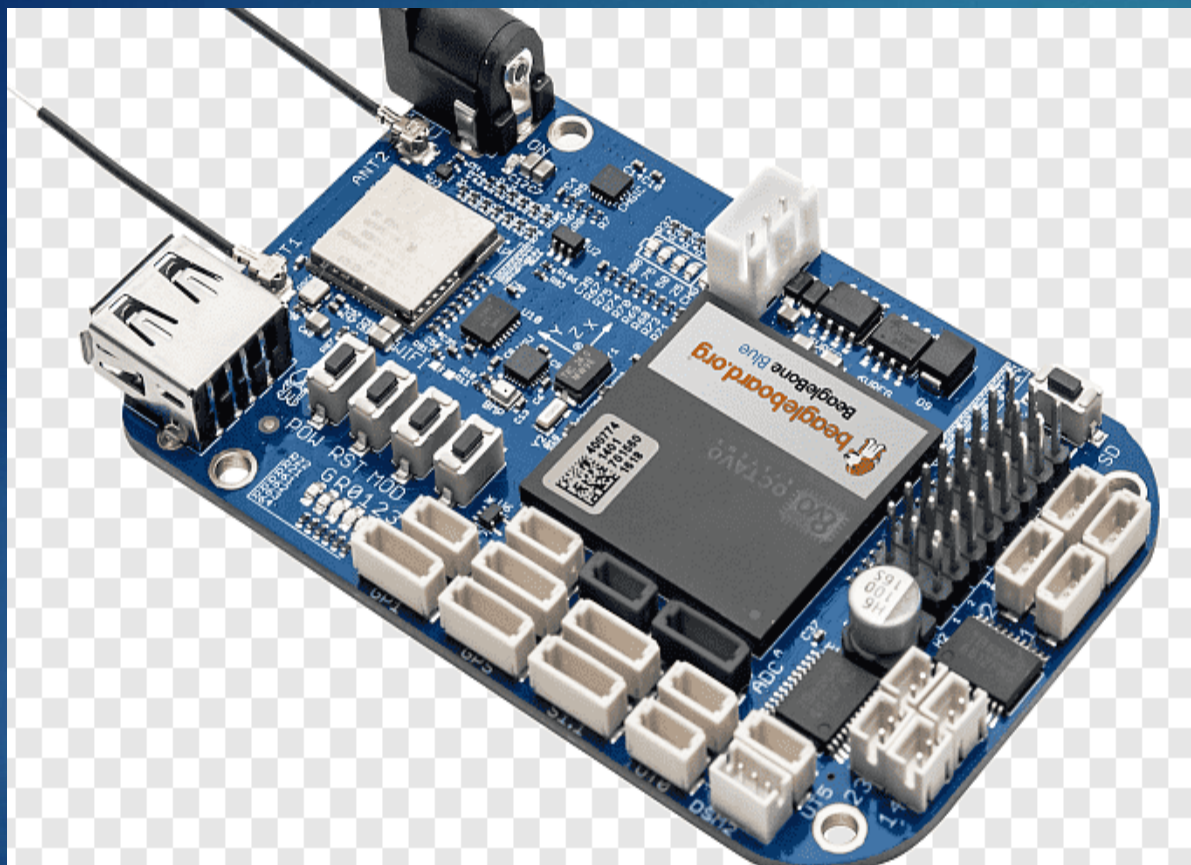
Университет по хранителни технологии – гр. Пловдив

Катедра Компютърни системи и технологии

Въведение

В днешно време качеството на храната, която се консумира е от голямо значение за всички потребители. Здравословното хранене е особено важно за изграждането на здраво тяло. Поради тази причина определянето и контрола на качеството на хранителните продукти е една от най-важните задачи на човека.





Разработването и използването на мобилни вградени компютърни системи за обективен контрол на качеството на храните е актуален въпрос, който засяга здравето на хората.

Състояние, възможности и перспективи на мобилни процесори и контролери

От направения литературен обзор се вижда, че съвременните вградени компютърни системи използват 32-битови микроконтролери, като започват да се разработват и навлизат също и 64-битови такива. Преобладава използването на ARM процесори, с различна тактова честота.

| Микроконтролер | Битове | Вид на процесора | Честота на процесора (MHz) | RAM памет (KB) | Flash памет (KB) | Работно напрежение (V) | Package (брой пинове) |
|----------------|--------|------------------|----------------------------|----------------|------------------|------------------------|-----------------------|
| SAML21 | 32 | ARM CortexM0+ | 48 | 4-32 | 32-256 | 1,62-3,63 | 32-64 |
| SAML22 | 32 | ARM CortexM0+ | 32 | 8-32 | 64-256 | 1,62-3,63 | 48-100 |
| STM32WB55 | 32 | ARM Cortex-M4 | 64 | 256 | 56-1024 | 1,7-3,6 | 48-100 |
| STM32F769 | 32 | ARM Cortex-M7 | 216 | 512 | 2048 | 1,7-3,6 | 176-216 |
| XMC4700 | 32 | ARM Cortex M4F | 144 | 276-352 | 536-2048 | 3,13-3,63 | 100-196 |
| XMC4800 | 32 | ARM Cortex-M4F | 144 | 200-352 | 1024-2048 | 3,13-3,63 | 100-196 |
| RX72M | 32 | RXv3 Core | 240 | 1024 | 2048-4096 | 2,7-3,6 | 176-224 |
| RZ/A1L | 32 | ARM Cortex-A9 | 400 | 3000 | 2000 | 1,18-3,3 | 176 |

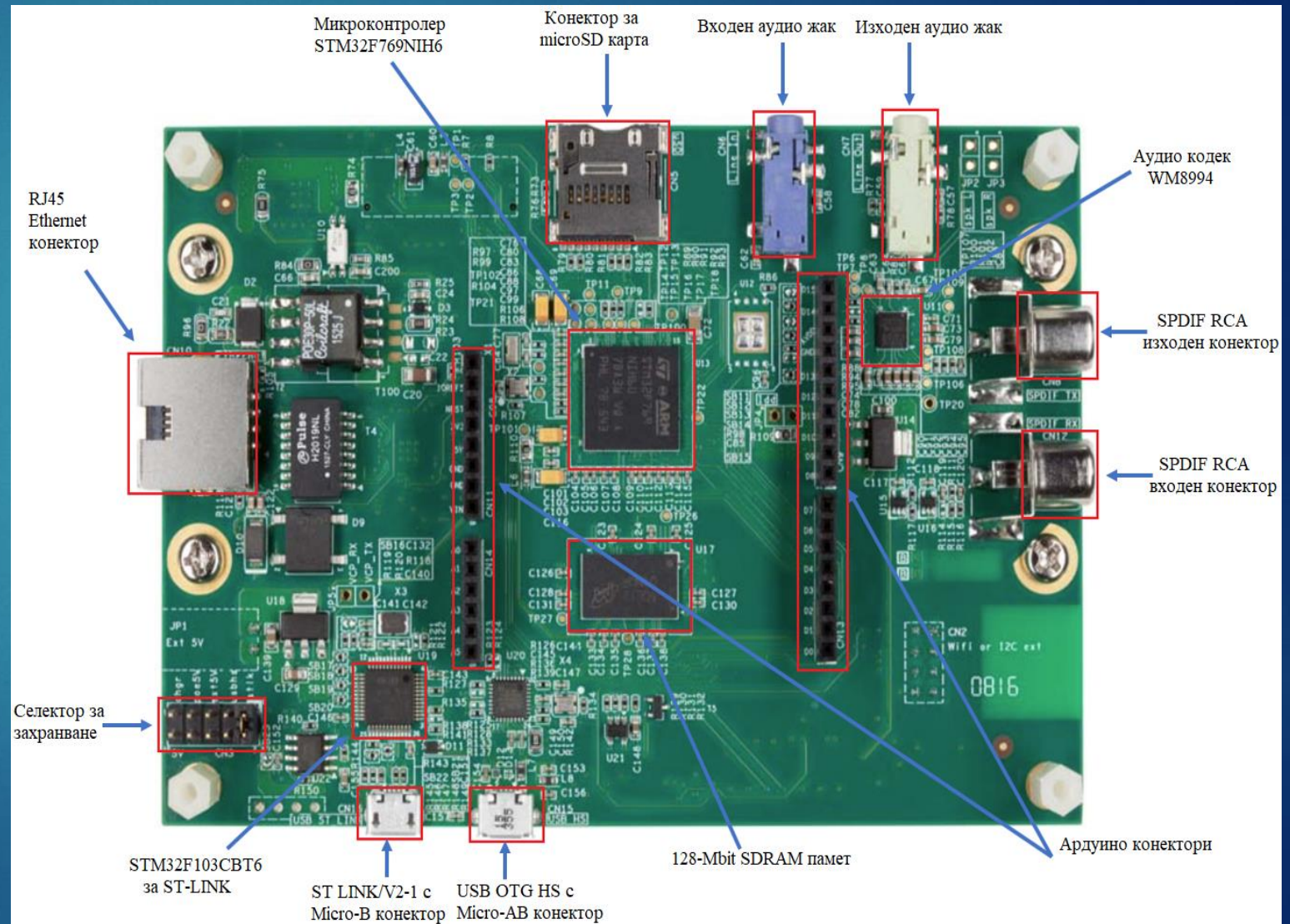
| Продукт | Признак за окачествяване | Използван метод |
|---------------------|--|--|
| Пшеница | Качество | Компютърно зрение |
| | Идентификация на сорт и откриване на болести | Спектрални методи |
| Свинско месо | Водно и мастно съдържание | Рентгенова томография |
| | Размер, форма и цвят | Компютърно зрение |
| Царевица | Определяна на размер и откриване на цели и счупени зърна | Мултисензорна технология |
| Грозде | Качество | Спектрални методи |
| Ориз | Сортиране и откриване на цели и счупени зърна | Мултисензорна технология |
| Сирене | Качество | Спектрални методи, Компютърно зрение, Ултразвук |
| Кашкавал | Наличието на различни видове патогенни микроорганизми | Спектрални методи |
| Млени меса | Качество, температура | Спектрални методи, Ултразвук |
| Етерични масла | Вискозитет и плътност | Спектрални методи, Мултисензорна технология |
| Ябълки | Външни дефекти, цвят | Спектрални методи, Мултисензорна технология, Компютърно зрение |
| Кисело мляко | Физико-химични показатели | Спектрални методи |
| | Качество | Ултразвук |
| Прясно мляко | Качество | Ултразвук |
| Брашно | Температура, цвят и влажност | Мултисензорна технология |
| Овесени ядки | Температура, цвят и влажност | Мултисензорна технология |
| Риба | Качество, температура | Спектрални методи |
| Плодове и зеленчуци | Качество | Спектрални методи, Компютърно зрение, Ултразвук |
| Пилешко месо | Цвят | Компютърно зрение |

Състояние, възможности и перспективи на компютърни системи за окачествяване на храни

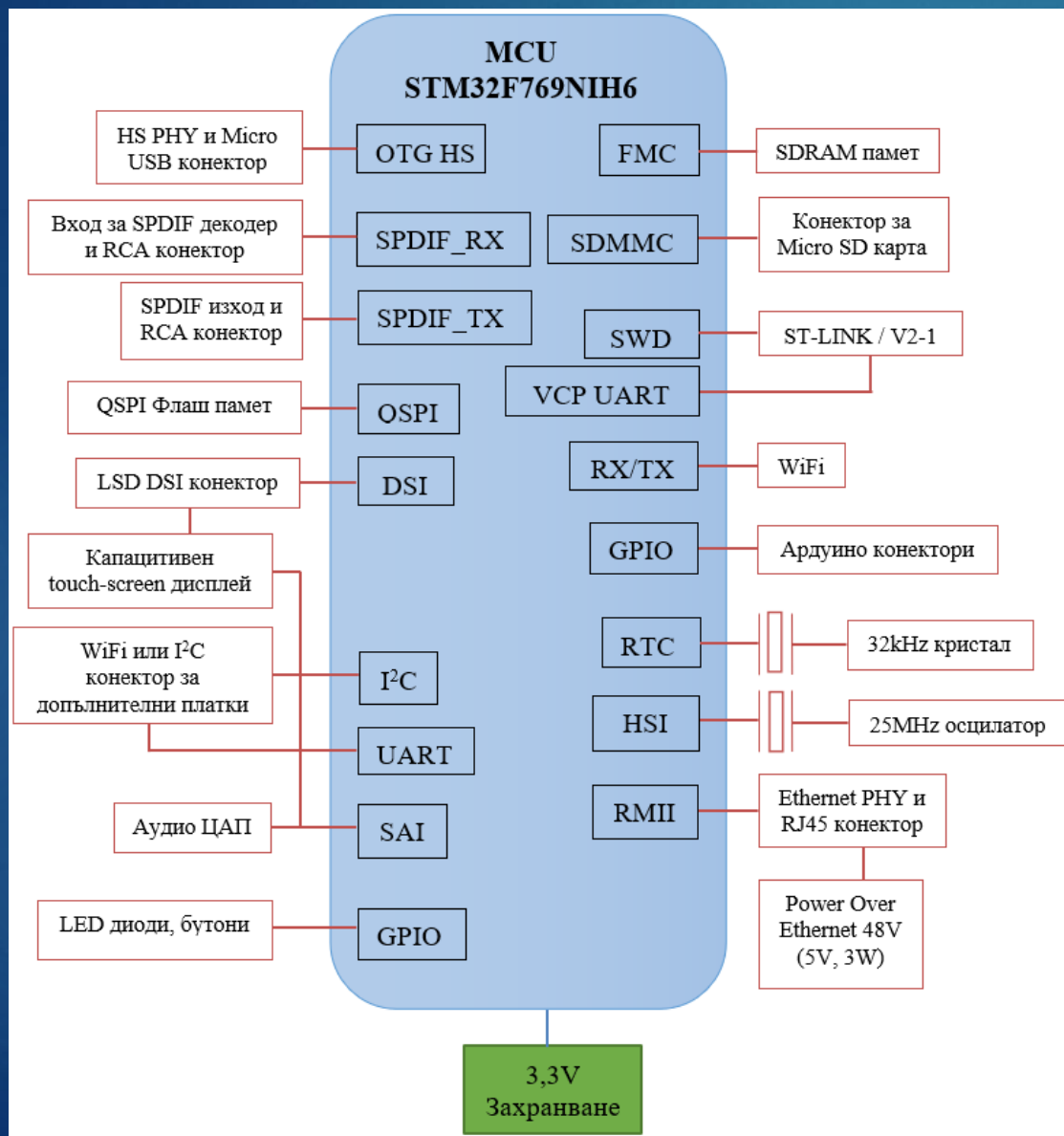
Литературният обзор показва съществуването на голямо разнообразие от технологии и методи за окачествяване на множество продукти от хранително-вкусовата промишленост. Съвременната напреднала техника дава възможност да се създават и доразвиват разнообразни системи за определяне на качеството на храните с развити комуникационни интерфейси.

Хардуерна реализация

Вградената мобилна система STM32F769DISCOVERY е подходяща за експресното определяне на качеството на различни храни. Системата е реализирана на основата на съвременна елементна база с микроконтролер с ARM архитектура.



STM32F769IDISCOVERY

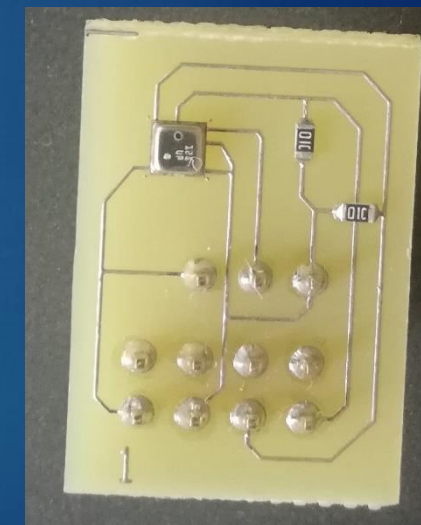
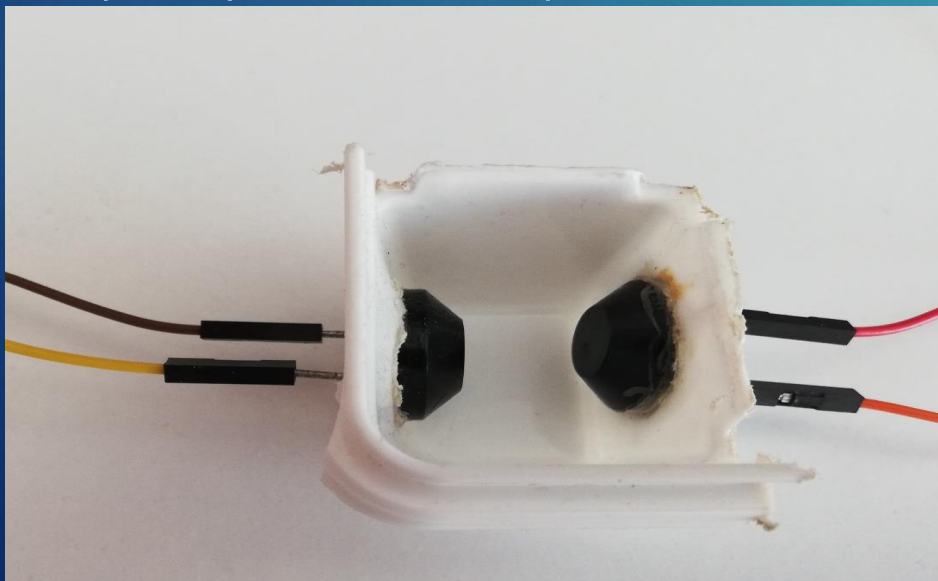


Вградената мобилна система STM32F769IDISCOVERY е изградена с помощта на модерен микроконтролер STM32F769NIH6, базиран на процесорно ядро ARM Cortex-M7.

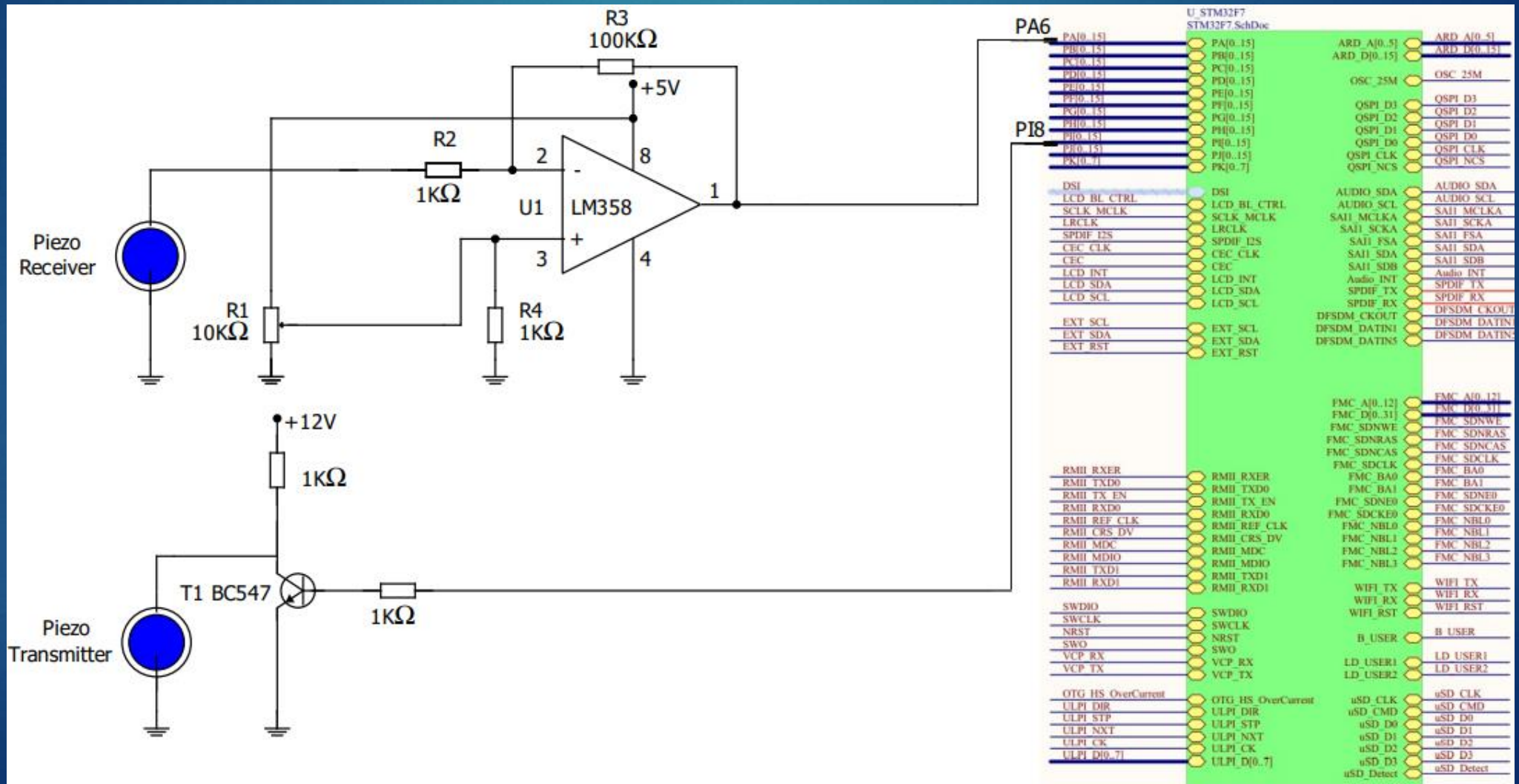
Сензорна система за експресно окачествяване на храни

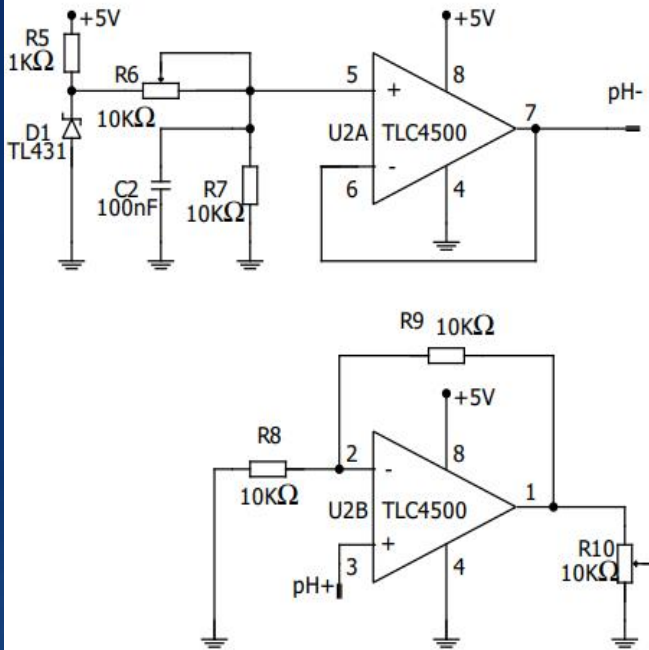
В настоящата дисертация са използвани следните сензори за експресно окачествяване:

- Цифров сензор VME280 за измерване на влажност, температура и налягане
- Цифров сензор TCS34725 за измерване на цвят
- Ултразвукови сензори SMUTF40TR18A



Ултразвуков модул за контактно измерване





| U_STM32F7 STM32F7 SchDoc | | | |
|-----------------------------|--------------------|--------------|--------------|
| PA[0..15] | PA[0..15] | ARD_A[0..5] | ARD_A[0..5] |
| PB[0..15] | PB[0..15] | ARD_D[0..15] | ARD_D[0..15] |
| PC[0..15] | PC[0..15] | | |
| PD[0..15] | PD[0..15] | OSC_25M | OSC_25M |
| PE[0..15] | PE[0..15] | QSPI_D3 | QSPI_D3 |
| PF[0..15] | PF[0..15] | QSPI_D2 | QSPI_D2 |
| PG[0..15] | PG[0..15] | QSPI_D1 | QSPI_D1 |
| PH[0..15] | PH[0..15] | QSPI_D0 | QSPI_D0 |
| PI[0..15] | PI[0..15] | QSPI_CLK | QSPI_CLK |
| PJ[0..15] | PJ[0..15] | QSPI_NCS | QSPI_NCS |
| PK[0..7] | PK[0..7] | | |
| DSI | DSI | AUDIO_SDA | AUDIO_SDA |
| LCD_BL_CTRL | LCD_BL_CTRL | AUDIO_SCL | AUDIO_SCL |
| SCLK_MCLK | SCLK_MCLK | SAI1_MCLKA | SAI1_MCLKA |
| LRCLK | LRCLK | SAI1_SCKA | SAI1_SCKA |
| SPDIF_I2S | SPDIF_I2S | SAI1_FSA | SAI1_FSA |
| CEC_CLK | SAI1_SDA | SAI1_SDA | SAI1_SDA |
| CEC | SAI1_SDB | SAI1_SDB | SAI1_SDB |
| LCD_INT | CEC | Audio_INT | Audio_INT |
| LCD_SDA | LCD_INT | SPDIF_TX | SPDIF_TX |
| LCD_SCL | LCD_SDA | SPDIF_RX | SPDIF_RX |
| | LCD_SCL | DFSDM_CKOUT | DFSDM_CKOUT |
| EXT_SCL | EXT_SCL | DFSDM_DATIN1 | DFSDM_DATIN1 |
| EXT_SDA | EXT_SDA | DFSDM_DATINS | DFSDM_DATINS |
| EXT_RST | EXT_RST | | |
| | | FMC_A[0..12] | FMC_A[0..12] |
| | | FMC_D[0..31] | FMC_D[0..31] |
| | | FMC_SDNWE | FMC_SDNWE |
| | | FMC_SDNRAS | FMC_SDNRAS |
| | | FMC_SDNCRAS | FMC_SDNCRAS |
| | | FMC_SDNCRAS | FMC_SDNCRAS |
| | | FMC_SDCLK | FMC_SDCLK |
| | | FMC_BA0 | FMC_BA0 |
| | | FMC_BA1 | FMC_BA1 |
| | | FMC_SDNE0 | FMC_SDNE0 |
| | | FMC_SDCKE0 | FMC_SDCKE0 |
| | | FMC_NBL0 | FMC_NBL0 |
| | | FMC_NBL1 | FMC_NBL1 |
| | | FMC_NBL2 | FMC_NBL2 |
| | | FMC_NBL3 | FMC_NBL3 |
| | | | |
| RMII_RXER | RMII_RXER | WiFi_TX | WiFi_TX |
| RMII_TXD0 | RMII_TXD0 | WiFi_RX | WiFi_RX |
| RMII_TX_EN | RMII_TX_EN | WiFi_RST | WiFi_RST |
| RMII_RXD0 | RMII_RXD0 | | |
| RMII_REF_CLK | RMII_REF_CLK | | |
| RMII CRS_DV | RMII CRS_DV | | |
| RMII MDC | RMII MDC | | |
| RMII MDIO | RMII MDIO | | |
| RMII TXD1 | RMII TXD1 | | |
| RMII RXD1 | RMII RXD1 | | |
| SWDIO | SWDIO | | |
| SWCLK | SWCLK | | |
| NRST | NRST | | |
| SWO | SWO | | |
| VCP_RX | VCP_RX | | |
| VCP_TX | VCP_TX | | |
| | | | |
| OTG_HS_OverCurrent | OTG_HS_OverCurrent | uSD_CLK | uSD_CLK |
| ULPI_DIR | ULPI_DIR | uSD_CMD | uSD_CMD |
| ULPI_STP | ULPI_STP | uSD_D0 | uSD_D0 |
| ULPI NXT | ULPI_NXT | uSD_D1 | uSD_D1 |
| ULPI CK | ULPI_CK | uSD_D2 | uSD_D2 |
| ULPI D[0..7] | ULPI_D[0..7] | uSD_D3 | uSD_D3 |
| | | uSD_Detect | uSD_Detect |

➤ РН метър рН4502С за измерване на киселинност на течни храни

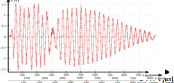


Схема на свързване на рН метъра

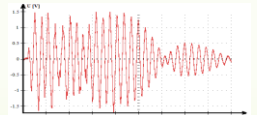
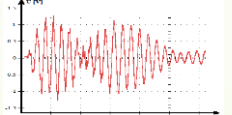
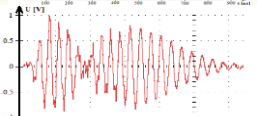
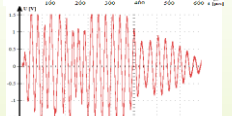
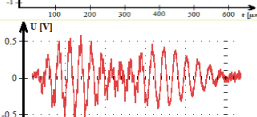
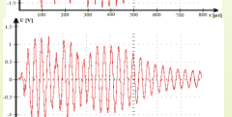
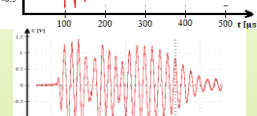
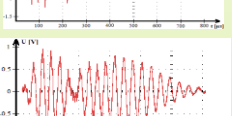
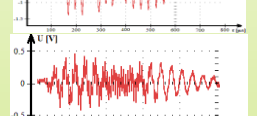
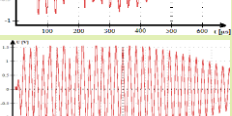
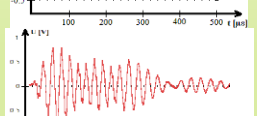
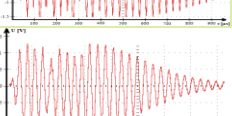
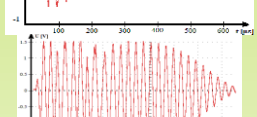
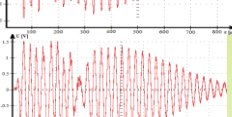
Софтуерна платформа за окачествяване

```
each: function(e, t, n) {
  var r, i = 0,
      o = e.length,
      a = N(e);
  if (n) {
    if (a) {
      for (; o > i; i++)
        if (r = t.apply(e[i], n), r === !1) break
    } else
      for (i in e)
        if (r = t.apply(e[i], n), r === !1) break
  } else if (a) {
    for (; o > i; i++)
      if (r = t.call(e[i], i, e[i]), r === !1) break
  } else
    for (i in e)
      if (r = t.call(e[i], i, e[i]), r === !1) break;
  return e
},
trim: b && !b.call("\uffeff\u00a0") ? function(e) {
  return null == e ? "" : b.call(e)
} : function(e) {
  return null == e ? "" : (e + "").replace(C, "")
},
makeArray: function(e, t) {
  var n = t || [];
  return null != e && (N(Object(e)) ? x.merge(n, "string" == typeof e ? [e] : e) : h.call(n, e)), n
},
isArray: function(e, t, n) {
  var r;
  if (t) {
    if (n) return h.call(t, e, n);
    for (r = t.length, n = n ? 0 > n ? Math.max(0, r + n) : n : 0; r > n; n++)
      if (n in t && t[n] === e) return n
  }
}
```

- ▶ За реализирането на софтуерната част се използва език за програмиране C++.
- ▶ За създаването на алгоритмите се използва безплатната платформа за разработка STM32 CubeIDE с периферна конфигурация, компилиране на код, генериране на код и функции за отстраняване на грешки за микропроцесори и микроконтролери STM32.
- ▶ Като алтернатива може да се използва Mbed Compiler – безплатният онлайн компилатор на STMicroelectronics за вградени системи.



Резултати от експресно изследване на лютеница

| Samples № | Measured color (R, G, B) | Received ultrasound signal | RMS AC voltage (V) | Samples № | Measured color (R, G, B) | Received ultrasound signal | RMS AC voltage (V) |
|-----------|--------------------------|--|--------------------|-----------|--------------------------|---|--------------------|
| 1 | 133, 58, 46 |  | 0.06 | 8 | 115, 55, 49 |  | 0.12 |
| 2 | 141, 63, 47 |  | 0.09 | 9 | 112, 60, 47 |  | 0.22 |
| 3 | 142, 65, 50 |  | 0.05 | 10 | 131, 60, 46 |  | 0.15 |
| 4 | 148, 69, 45 |  | 0.17 | 11 | 149, 61, 46 |  | 0.1 |
| 5 | 142, 60, 46 |  | 0.03 | 12 | 114, 59, 46 |  | 0.29 |
| 6 | 144, 56, 49 |  | 0.07 | 13 | 127, 62, 44 |  | 0.17 |
| 7 | 138, 57, 46 |  | 0.25 | 14 | 149, 67, 42 |  | 0.23 |

Благодаря за
вниманието!

