Использование синхронного детектирования с опорным сигналом от того же генератора, что и возбуждение датчика, в сочетании с дифференциальным включением сигнальных обмоток обеспечивает высокую помехоустойчивость схемы и позволяет выделять полезный сигнал на фоне значительных электромагнитных помех, создаваемых работающими электродвигателями и вращающимися вальцами комбайна.

Таким образом, разработанные конструкция индукционного датчика и схемотехническое решение обрабатывающего устройства обеспечивают независимость чувствительности металлодетектора от скорости прохождения кормовой массы и отказ от дорогостоящих материалов и технологий изготовления.

Литература

1. Патент BY 7438, МПК G 01R 33/02, A 01D 75/00 (2006.01). Металлодетектор для кормоуборочной техники : № u 20101086 ; заявлено 31.12.2010 : опубл. 30.06.2011 / Карпов В. А., Соболев Д. В., Ростокина О. М. ; заявитель Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – URL: https://elib.gsty.by/handle/220612/231 (дата обращения: 10.07.2026).
2. Соболев, Д. В. Металлодетектор для защиты рабочих органов кормоуборочной техники / Д. В. Соболев ; науч. рук. В. А. Карпов // Творчество юных – 2012 : сб. науч. ст. / Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель, 2012. – С. 163–166.
3. Соболев, Д. В. Металлодетектор на основе элементов Холла / Д. В. Соболев ; науч. рук. В. А. Карпов // Творчество юных – 2013 : сб. науч. ст. / Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель, 2013. – С. 180–183.
4. Карпов, В. А. Преобразовательная техника : метод. указания к курсовому проектированию по одноим. дисциплине для студентов специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» днев. и заоч. форм обучения / В. А. Карпов, О. М. Ростокина. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. – 43 с.

СХЕМАТЭХНІЧНАЯ РЭАЛІЗАЦЫЯ ВУЗЛОЎ ІНТЭРФЕЙСНАГА СПАЛУЧЭННЯ І БЛОКА СІЛКАВАННЯ ІНТЭЛЕКТУАЛЬНАЙ ЛІФТАВОЙ ПАНЭЛІ

Дз. А. Рагавы

Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны тэхнічны ўніверсітэт імя П. В. Сухога», Рэспубліка Беларусь

Навуковыя кіраўнікі: Дз. А. Літвінаў, Ю. В. Крышнеў

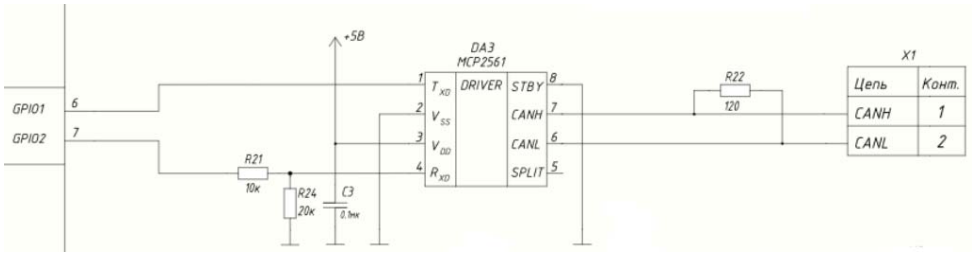
Разгледжана схематэхнічная рэалізацыя вузлоў інтэрфейснага спалучэння па стандартах RS-485 і CAN, а таксама блока сілкавання інтэлектуальнай ліфтавой панэлі з сістэмай галасавога кіравання на базе мікракантролера ESP32-S3.

Ключавыя словы: ліфтавая панэль, інтэрфейс RS-485, інтэрфейс CAN, MCP2561, MAX485, блок сілкавання, імпульсны пераўтваральнік MC33063, стабілізатар LM1117, ESP32-S3.

Інтэграцыя інтэлектуальных панэляў кіравання з існуючымі сістэмамі дыспетчарызацыі ліфтавога абсталявання патрабуе прымянення прамысловых інтэрфейсаў перадачы даных, устойлівых да электрамагнітных перашкод кабіны і шахты ліфта. Найбольш распаўсюджанымі ў ліфтавой аўтаматыцы з'яўляюцца дыферэнцыяльныя інтэрфейсы RS-485 і CAN, якія забяспечваюць надзейную перадачу даных на значныя адлегласці пры высокім узроўні прамысловых перашкод. Не менш важнай задачай пры распрацоўцы ўбудаванай прылады з'яўляецца пабудова блока сілкавання, які пераўтварае напружанне бартавой сеткі ліфтавога абсталявання ў напружанні, неабходныя для сілкавання мікракантролера і перыферыйных вузлоў.

Разгляданыя вузлы з'яўляюцца часткай інтэлектуальнай ліфтавой панэлі з сістэмай галасавога кіравання, пабудаванай на базе мікракантролера ESP32-S3-WROOM-1U-N16R8 і забяспечваючай распазнаванне галасавых каманд выбару паверха. Абмен даных з кантролерам ліфта ажыццяўляецца па інтэрфейсах CAN або RS-485, а сілкаванне прылады вырабляецца ад бартавой сеткі напружаннем 24 В.

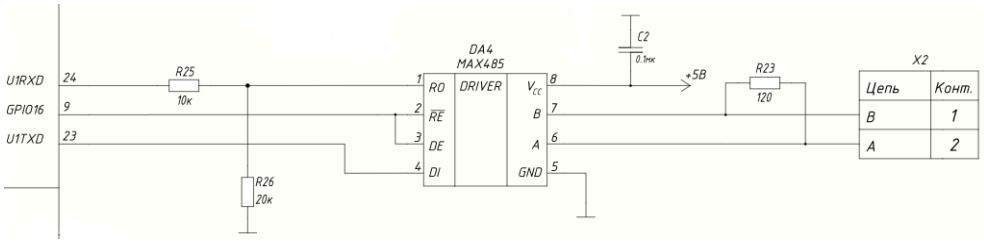
Для арганізацыі інтэрфейсу CAN выкарыстаны трансівер MCP2561, які пераўтварае лагічныя ўзроўні мікракантролера ў дыферэнцыяльныя сігналы ліній CANH і CANL. Падключэнне мікрасхемы да мікракантролера ESP32-S3-WROOM-1U-N16R8 выконваецца па лініях TXD і RXD (мал. 1).



Мал. 1. Прынцыповая схема ўключэння CAN-трансівера MCP2561

Паколькі выходны сігнал прыёмніка трансівера мае ўзровень 5 В, а максімальна дапушчальнае напружанне на ўваходзе крышталя мікракантролера абмежавана значэннем 3,6 В, для ўзгаднення ўзроўняў ужыты рэзістыўны дзельнік напружання *R*21–*R*24. Разлік напружання на ўваходзе мікракантролера выконваецца па формуле дзельніка. Разлік дае значэнне $U_{\text{вх.мк}} \approx 3{,}33$ В, што задавальняе ўмове $U_{\text{вх.мк}} < U_{\text{макс.доп}} = 3{,}6$ В. Рэзістар супраціўленнем 120 Ом, уключаны паміж лініямі *CANH* і *CANL*, забяспечвае ўзгадненне хвалевага супраціўлення лініі сувязі і памяншае адлюстраванні сігналу пры перадачы даных.

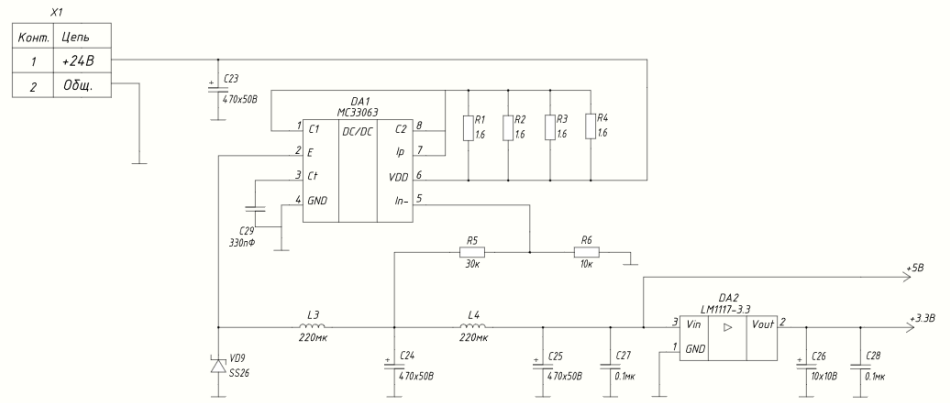
Для арганізацыі інтэрфейсу RS-485 ужыты трансівер MAX485, які падключаецца да мікракантролера праз інтэрфейс UART. Кіраванне напрамкам перадачы ажыццяўляецца аб'яднанымі вывадамі *DE* і *RE*, а дыферэнцыяльная перадача даных выконваецца па лініях *A* і *B* (мал. 2).



Мал. 2. Прынцыповая схема ўключэння драйвера RS-485 MAX485

Сілкаванне мікрасхемы MAX485 ажыццяўляецца напружаннем 5 В; для падаўлення высокачастотных перашкод прадугледжаны развязвальны кандэнсатар. Узгадненне лініі сувязі, як і ў выпадку інтэрфейсу CAN, забяспечваецца тэрмінальным рэзістарам супраціўленнем 120 Ом, уключаным паміж лініямі *A* і *B*. Прымяненне дыферэнцыяльнай перадачы даных у абодвух інтэрфейсах забяспечвае высокую ўстойлівасць да электрамагнітных наводак, характэрных для ліфтавога абсталявання.

Для сілкавання прылады ад бартавой сеткі ліфтавога абсталявання (24 В пастаяннага току) у распрацоўцы выкарыстаны двухкаскадны блок сілкавання (мал. 3). Першы каскад пабудаваны на імпульсным паніжальным пераўтваральніку на аснове мікрасхемы MC33063, якая забяспечвае пераўтварэнне ўваходнага напружання 24 В у стабілізаванае напружанне 5 В. Мікрасхема змяшчае ўнутраную крыніцу апорнага напружання 1,25 В, кампаратар, генератар і магутны выходны пераключальны транзістар; максімальны ток пераключэння складае 1,5 А, частата генерацыі – не больш за 100 кГц.



Мал. 3. Прынцыповая схема блока сілкавання

Датчык току пераўтваральніка выкананы ў выглядзе чатырох паралельна ўключаных рэзістараў *R*1–*R*4 супраціўленнем 1,6 Ом, часазадаючы кандэнсатар *Ct* прыняты роўным 330 пФ. Дросель *L*4 індуктыўнасцю 220 мкГн разам з кандэнсатарам фільтра С25 (470 мкФ) забяспечвае згладжванне пульсацый выходнага напружання. Другі каскад пабудаваны на лінейным стабілізатары LM1117-3.3, які паніжае напружанне 5 В да 3,3 В, неабходных для сілкавання мікракантролера, OLED-дысплэя і лічбавага мікрафона. Прымяненне імпульснага пераўтваральніка на першым каскадзе замест лінейнага стабілізатара дазваляе істотна павысіць каэфіцыент карыснага дзеяння блока сілкавання і знізіць цеплавыдзяленне пры значным перападзе ўваходнага і выходнага напружанняў (24 В → 5 В), тады як лінейны стабілізатар другога каскада забяспечвае нізкі ўзровень пульсацый і перашкод, неабходны для стабільнай працы аналагава-лічбавых вузлоў прылады.

Выкарыстанне дыферэнцыяльных інтэрфейсаў RS-485 і CAN з узгаднальнымі рэзістарамі і дзельнікамі напружання, а таксама двухкаскаднага блока сілкавання на аснове імпульснага і лінейнага стабілізатараў забяспечвае ўстойлівую перадачу даных і стабільнае сілкаванне вузлоў інтэлектуальнай ліфтавой панэлі ва ўмовах павышанага ўзроўню электрамагнітных перашкод, характэрных для ліфтавога абсталявання. Прапанаваныя схематэхнічныя рашэнні могуць быць выкарыстаны пры распрацоўцы іншых убудаваных прылад, інтэграваных у прамысловыя сістэмы аўтаматызацыі па інтэрфейсах RS-485 і CAN.

Літаратура

1. Микросхема ESP32-S3-WROOM-1U-N16R8. – URL: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-s3-wroom-1_wroom-1u_datasheet_en.pdf/ (дата обращения: 20.03.2026).
2. MCP2561/2 High-Speed CAN Transceiver. – URL: https://www.microchip.com/en-us/product/mcp2561 (date of access: 20.03.2026).

3. MAX481/483/485/487–491/1487 Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers. – URL: https://www.analog.com/en/products/max485.html (date of access: 20.03.2026).
4. MC33063A, MC34063A 1.5-A Peak Boost/Buck/Inverting Switching Regulators. – URL: https://www.ti.com/product/MC33063A (date of access: 20.03.2026).
5. LM1117 800-mA Low-Dropout Linear Regulator. – URL: https://www.ti.com/product/LM1117 (date of acces: 20.03.2026).

ЭКСПЕРЫМЕНТАЛЬНЫЯ ДАСЛЕДАВАННІ І НАПРАМКІ ЎДАСКАНАЛЕННЯ ІНДУКЦЫЙНАГА МЕТАЛАДЭТЭКТАРА КАРМАЗБІРАЛЬНАГА КАМБАЙНА

Дз. С. Калеснік, Ів. Іг. Сутарма

Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны тэхнічны ўніверсітэт імя П. В. Сухога», Рэспубліка Беларусь

Навуковыя кіраўнікі: У. А. Карпаў, Л. А. Захаранка, Ю. В. Крышнеў

Прадстаўлены методыка і вынікі натурных выпрабаванняў макетнага ўзору індукцыйнага металадэтэктара на кармазбіральным камбайне «Палессе-800», а таксама перспектыўныя напрамкі ўдасканалення прылады.

Ключавыя словы: металадэтэктар, кармазбіральны камбайн, натурныя выпрабаванні, перашкодаўстойлівасць, эпаксідны кампаунд, лічбавая апрацоўка сігналаў, эканамічны эфект.

Любая новаразробленая вымяральная прылада, прызначаная для ўсталёўкі на мабільную сельскагаспадарчую тэхніку, мае патрэбу ў праверцы працаздольнасці ў рэальных умовах эксплуатацыі. Кармазбіральны камбайн з’яўляецца крыніцай значных электрамагнітных і вібрацыйных перашкод: работа электрарухавікоў, сістэмы запальвання, а таксама вярчэнне фарміруючых вальцоў ствараюць наводкі, здольныя выклікаць ілжывае спрацоўванне металадэтэктара або, наадварот, знізіць яго адчувальнасць да рэальнага аб'екта. Таму натурныя выпрабаванні макетнага ўзору з’яўляюцца неабходным этапам распрацоўкі, які пацвярджае правільнасць прынятых схематэхнічных рашэнняў [1–3].

Выпрабаванням падвяргаўся макетны ўзор індукцыйнага датчыка рамачнага тыпу з павышанай вібраўстойлівасцю: катушкі ўзбуджальнай і сігнальных абмотак разам з магнітаправодам залітыя эпаксідным кампаундам, што выключае іх узаемнае зрушэнне пры вібрацыі. Апрацоўваючая схема выканана па функцыянальнай схеме, якая ўключае генератар сінусоідных калыханняў, узмацняльнік магутнасці, блок кампенсацыі, абіральны ўзмацняльнік, фазаадчувальны выпрамнік і фільтр ніжніх частот. Выпрабаванні праводзіліся на кармазбіральным камбайне «Палессе-800» на доследна-палявой базе выпрабавальнага цэнтра НТЦК ААТ «Гомсельмаш».

Мэта выпрабаванняў – праверка адчувальнасці металадэтэктара і ацэнка ўзроўню перашкод пры рабоце вальцоў пры іх вярчэнні. Методыка выпрабаванняў уключала наступныя этапы: датчык усталёўваўся ў прыёмным акне камбайна; абмотка ўзбуджэння засілкоўвалася ад генератара частатой 10 кГц токам 500 мА; выходны сігнал апрацоўваючай схемы кантраляваўся асцылографам і дакументаваўся электронным самапісцам. Запіс сігналу праводзіўся ў чатырох рэжымах: пры выключаным рухавіку (тэст на адчувальнасць), пры працуючым рухавіку без вярчэння вальцоў, пры вярчэнні вальцоў на мінімальных і на максімальных абаротах.

Запіс выходнага сігнала металадэтэктара пры працуючым рухавіку камбайна паказан на мал. 1.