

УДК 681.327.8

***В.С. Глухов, Б. О. Оліярник, А.В. Тупиця**

*Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра “Електронно-обчислювальні машини”,
Львівський науково-дослідний радіотехнічний інститут

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ РЕВЕРСИВНОЮ ТРАНСМІСІЄЮ СУЧАСНОГО ТАНКА

© Оліярник Б.О., Глухов В.С., Тупиця А.В., 2003

Описано створену високонадійну реконфігуровану систему автоматизованого керування реверсивною трансмісією сучасного танка.

The created highly reliable reconfigurable automated control system for reversible transmission of the modern armored vehicle is described .

Львівський науково-дослідний радіотехнічний інститут тривалий час займається розробкою інформаційно-керуючих систем для автоматизованого керування броньованими об'єктами [1,2]. Однією з таких систем є система автоматизованого керування реверсивною трансмісією сучасного танка.

Автоматизація процесів системи “трансмісія–ходова частина” дозволяє спростити керування будь-яким броньованим об'єктом, одночасно захищаючи трансмісію від неправильних дій механіка-водія. Трансмісія сучасного українського танка Т-84 в поєднанні з потужним двигуном (1200 к.с.) забезпечує високі динамічні параметри, широкий діапазон швидкостей як при русі вперед, так і назад. Такі режими руху забезпечуються використанням так званої реверсивної трансмісії. Поряд з перевагами використання реверсивних трансмісій висуває додаткові вимоги до умов перемикання передач і реверсу. Враховуючи високу потужність двигуна, необхідно забезпечити умови перемикання передач і реверсу тільки при відповідних діапазонах обертів. Відсутність системи блокування перемикання передач або вмикання реверсу при неправильних діях механіка-водія може призвести до поломки елементів трансмісії (особливо в умовах бойових дій).

Створити механічну систему блокування органів керування – складно і дорого, оскільки оберти трансмісії необхідно визначати з точністю ± 5 обертів/хв. і вимагає значних механічних доробок існуючих конструкцій трансмісії і органів керування ними, тому цей шлях є недоцільним. Існуючі проблеми може вирішити високонадійна і точна електронна система, призначена для жорстких умов експлуатації, з невеликими габаритами, яка повинна допускати можливість як налагодження, так і реконфігурації на об'єкті.

Виходячи з вищесказаного, запропоновано електронну систему, що блокує органи керування трансмісією, щоби виключити можливість перемикання режимів роботи трансмісії в діапазонах обертів, при яких неприпустиме механічне перевантаження елементів трансмісії [3,4,5].

Структурна схема системи показана на рис. 1. Система містить блок автоматичного управління трансмісією, давач для вимірювання швидкості та пройденого шляху та пульт контролю за трансмісією.



Рис. 1. Система керування реверсивною трансмісією

Побудова системи за такою структурою є вигідною з багатьох причин, основні з яких:

- відсутність необхідності в доробці складних і дорогих вузлів трансмісії для встановлення додаткових датчиків і елементів захисту конструкції;
- використання існуючих датчиків, які необхідні для інших систем;
- відносно проста можливість модернізації існуючих машин.

Основним елементом запропонованої електромеханічної системи є блок автоматичного управління трансмісією, функції якого зводяться до таких операцій:

- фільтрація та обробка частотного сигналу від датчика швидкості та пройденого шляху;
- обчислення швидкості руху об'єкта залежно від вхідного частотного сигналу;
- видача сигналів управління електромагнітами для блокування в діапазонах обертів, заборонених для перемикання передач або реверсу.

Діапазони обертів, при яких блокуються важелі перемикання передач і реверсу, розраховуються на основі частотного сигналу від вбудованого датчика для вимірювання швидкості та пройденого шляху (ДШШ). Шляхом перерахунку обертів напрямного колеса в оберти коробки передач визначаються діапазони блокування перемикачів. Через механічні зазори в системі трансмісії виникають механічні коливання елементів, що призводить до спотворення сигналів з датчика. Особливо це проявляється в діапазоні нульової швидкості.

Щоб компенсувати спотворення сигналу від ДШШ, в системі проводиться його фільтрація за законом:

$$W_{Tj} = W_{T(j-1)} + t_T(W_j - W_{T(j-1)}) / T,$$

де W_{Tj} – фільтроване значення частоти обертів на j -му такті (хв.⁻¹);

$W_{T(j-1)}$ – фільтроване значення частоти обертів на попередньому такті (хв.⁻¹);

W_j – миттєве значення частоти обертання напрямного колеса, виміряне і обчислене на j -му такті (хв.⁻¹);

t_T – тривалість такту обчислення;

T – постійна часу фільтра.

Експериментальні дослідження системи на реальному танку та на стендах в реальних умовах підтвердили теоретичні підстави прийнятого методу фільтрації. Постійна часу фільтру має бути в межах 0,8–1 с.

Структуру блока автоматичного управління трансмісією подано на рис. 2. Складові частини блока: ОМК – основний мікроконтролер – сучасний швидкодіючий мікроконтролер RISC-архітектури ф. Atmel; ПЛП – програмований логічний пристрій типу CPLD ф. Xilinx, який не потребує додаткового часу для завантаження конфігурації після подачі живлення; СГР – схеми гальванічної розв'язки вхідних сигналів блока In; ЕК – схеми електронних ключів вихідних сигналів блока Out; ТМК – технологічний мікроконтролер для обміну даними з ОМК за послідовним інтерфейсом SPI та з ПЛП за послідовним інтерфейсом JTAG; П/П – прийомопередавачі послідовного інтерфейсу RS-232.

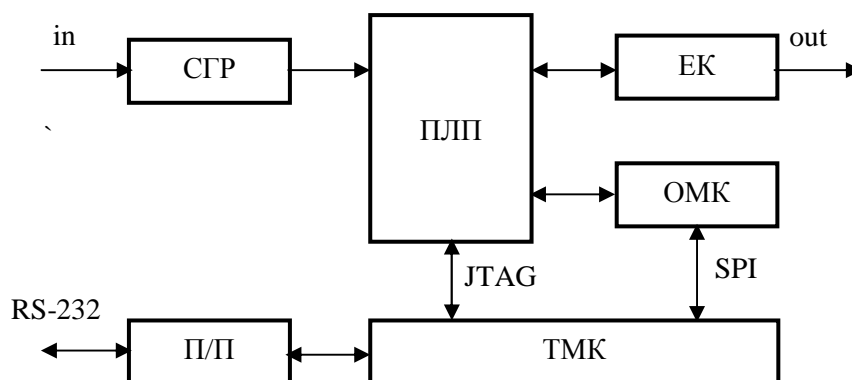


Рис. 2. Структурна схема блока автоматичного управління трансмісією

Така структура блока дозволила отримати мінімально можливі габаритні розміри, а використання в конструкції технології пресування друкованих плат на метал (стілки блока) забезпечило роботу блока в робочому діапазоні температур від -40 до $+60$ °C без додаткового охолодження конструкції. Використання контролера з RISC-архітектурою дозволяє при меншій частоті генератора тактових сигналів отримати більшу швидкодію порівняно з контролером із традиційною архітектурою. До того ж, RISC-мікроконтролери фірми Atmel (серія AT90S) мають ряд інших переваг порівняно з традиційно вживаним мікроконтролером AT89C52:

- наявність послідовного інтерфейсу SPI, за допомогою якого можливе перезавантаження програми у внутрішню енергонезалежну пам'ять програм ;
- вдосконалені схеми вихідних портів із покращеними електричними параметрами .

Стан вхідних і вихідних сигналів фіксується в регістрах, реалізованих в ПЛП, доступ до яких ОМК здійснює як до комірок зовнішньої пам'яті даних.

Вбудована в блок оригінальна програмно-апаратна система технологічного відлагодження програмного забезпечення дозволяє налагоджувати систему та її складові частини – мікроконтролер, ПЛП – в складі об'єкта на фоні реально працюючих програм. Технологічний мікроконтролер (ТМК) в складі блока забезпечує обмін даними між персональним комп'ютером, з яким він з'єднується послідовним каналом RS-232, та ОМК, з яким він з'єднаний послідовним каналом SPI, а також між персональним комп'ютером і ПЛП, з яким він з'єднаний послідовним інтерфейсом JTAG. Отже, надається можливість налагодження на етапі розробки програмного забезпечення блока та структури ПЛП, а також реконфігурації системи шляхом зміни програмного забезпечення та структури ПЛП за допомогою обмінів даними каналом RS-232.

Вихідні сигнали блока, які приводять в дію електромагніти блокування органів керування, формуються на схемах електронних ключів ЕК, в яких для ключових елементів використовуються МОП-транзистори ф. International Rectifier, що забезпечує незначну потужність розсіювання на відкритому ключі.

Найбільш доцільним для управління МОП-транзисторами електронних ключів було б використання спеціально розроблених інтегральних драйверів, наприклад, IR2125/IR2127 ф. International Rectifier. Недоліком цих драйверів є те, що вони вимагають так званого плаваючого живлення вихідного каскаду, що при широкому діапазоні зміни напруги бортового живлення приводить до необхідності використання оригінальних схемних рішень і значних додаткових апаратних затрат.

У блоці використані оригінальні схеми управління формуванням вихідних сигналів, побудовані на базі системи управління із зворотними зв'язками, що дозволяє контролювати стани вихідних сигналів для виявлення аварійних режимів короткого замикання на виходах та перевантаження за струмом. Схема електронного ключа (рис. 3) містить тригерну схему ТС, двохтактну буферну схему БС, ключовий елемент КЕ на потужному р-канальному МОП-транзисторі ф. International Rectifier та резистивний датчик струму ДС.

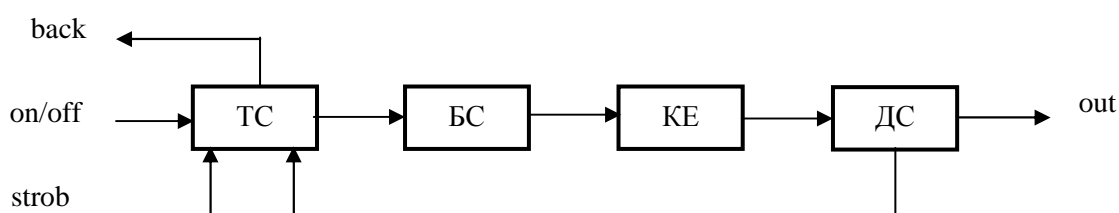


Рис. 3. Структурна схема електронного ключа

Тригерна схема фіксує стан “ввімкнуто” (вихідний сигнал з ПЛП on/off) синхронно з періодичним імпульсним сигналом опиту strob (з періодом в одиниці мс, довжиною імпульсу – одиниці мкс). При виникненні аварійного режиму за вихідним сигналом сигнал з датчика струму скидає тригерну схему в нуль, розсіювання потужності на транзисторі ключа незначне.

ОМК, аналізуючи сигнали зворотного зв'язку back з електронних ключів, при тривалому аварійному режимі по конкретних виходах може заборонити формування відповідних сигналів вмикання on, а через значно більший час (наприклад, 1с) може здійснити повторну спробу вмикання ЕК. Така дворівнева система захисту з можливістю програмної зміни часових інтервалів опиту дозволяє ефективно контролювати вихідні електронні ключі, забезпечує цілісність схеми та її економічність при виникненні аварійних ситуацій.

Висновки

1. Запропонована електронна система реалізує задачу захисту елементів трансмісії від поломок без механічних доробок існуючих трансмісій і встановлення додаткових датчиків.

2. Використання сучасної електронно-обчислювальної техніки поєднано із спеціалізованими технологіями виготовлення і налагодження електронних блоків дозволило створити високонадійну і оперативно реконфігуровану апаратуру для жорстких умов експлуатації з підвищенням робочої температури до +60 °С.

1. Глухов В.С., Заїченко Н.В., Іванов В.І., Оліярник Б.О., Тулиця А.В. Обчислювальні модулі для бортових інформаційно-керуючих систем бронетанкової техніки // *Механіка і машинобудування*. – 2001. – № 1. 2. Оліярник Б.О. Проектування інформаційно-керуючих систем для бронетанкової техніки. // *Тези доповідей наук. техн. конф. “Приладобудування 2002: підсумки і перспективи”*, 16-17 квітня 2002, м.Київ, Україна. 3. Блок автоматичного управління трансмісією. Висновок про видачу патенту на промисловий зразок від 20.03.2003 по заявці №2003010089. 4. Датчик для вимірювання швидкості пройденого шляху. Висновок про видачу патенту на промисловий зразок від 20.03.2003 по заявці №2003010092. 5. Пульт контролю за трансмісією. Висновок про видачу патенту на промисловий зразок від 20.03.2003 по заявці №2003010091.