

УДК 62-578.3

СХЕМА ФОРСОВАНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМИ МУФТАМИ ПРИВОДІВ ТОЧНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ

Роман Казьмірович

Для забезпечення точної зупинки виконавчих органів верстатів і машин з програмним керуванням найчастіше застосовують систему з двох електромагнітних муфт: ведучої та гальмівної [1,2]. При цьому ведуча муфта повинна якнайшвидше вимикатись, а гальмівна відповідно вмикатись. Прискорення спрацьовування муфти найліпше здійснюється шляхом подачі на обмотку муфти прямокутного форсуючого імпульсу напруги з наступним перемиканням на номінальну напругу [1].

На рис.1 наведена транзисторна схема керування електромагнітними муфтами серії ЕТМ з використанням завадостійких інтегральних мікросхем серії К511, які призначені для застосування в пристроях промислової автоматики, в системах числового програмного керування верстатами та пристроях керування технологічними процесами.

Гальмівна муфта УВ живиться, за допомогою вихідних транзисторів $VT1$ і $VT2$, від джерел живлень основної E_n і форсованої E_{ϕ} напруг. У вихідному стані транзистори $VT1$ і

VT2 закриті. Струм в обмотці гальмівної муфти дорівнює нулеві. Сигнал зупинки, який подається на вхід інвертора DD1.1, запускає два елементи витримок часу DD1.2 - DD1.3 та DD2.1 - DD2.2. Гальмівна муфта вмикається на час

$$t_2 = t_1 + t_{\text{відп}} \geq t_{\text{зальм}}, \quad (1)$$

де t_1 — тривалість вихідного імпульсу елемента DD2.2; $t_{\text{відп}}$ — час відпускання гальмівної муфти, який при шунтуванні муфти діодом VD4 відносно великий; $t_{\text{зальм}}$ — час гальмування привода.

Тривалість вихідного імпульсу елемента DD1.3 відповідає тривалості форсуючого імпульсу $t_{\phi} < t_1$.

Імпульси з елементів витримок часу поступають через відповідні інвертори та підсилювачі потужності на вихідні потужні транзистори VT1, VT2, які вмикають гальмівну муфту YB. Одночасно з виходу інвертора DD1.1 поступає сигнал 0 на вихідний транзистор VT3 і ведуча муфта YC вимикається.

У стані форсованого ввімкнення вихідні транзистори VT1 і VT2 насичені, діод VD1 запертий напругою ($E_{\phi} - E_n$), і до муфти прикладена напруга ($E_{\phi} + E_n$). Струм в обмотці муфти змінюється згідно з відношенням

$$i_M(t) = \frac{E_{\phi} + E_n}{R_M} \left(1 - \exp \frac{-t \cdot R_M}{L_M} \right), \quad (2)$$

де R_M , L_M — відповідно активний опір та індуктивність обмотки муфти.

Через час t_{ϕ} транзистор VT1 запирається. Струм навантаження протікає через транзистор VT2 і діод VD1 під дією напруги E_n . Максимальна форсована напруга E_{ϕ} , яка може бути прикладена до транзистора VT1: $E_{\phi_{\text{макс}}} = U_{\kappa \text{ } E_{\text{макс}}} - E_n$ (для транзисторів VT1-VT3 KT827A $U_{\kappa \text{ } E_{\text{макс}}} = 100 \text{ В}$).

Час вмикання електромагнітної муфти

$$t_{\text{ам}} = t_{\text{руш}} + t_{\text{рух}}, \quad (3)$$

де $t_{\text{руш}}$ — час рушання якоря муфти; $t_{\text{рух}}$ — час руху якоря.

Час рушання дорівнює часові наростання струму обмотки до рівня, який відповідає струмові рушання якоря $t_{\text{руш}} < t_n$. Враховуючи, що час $t_{\text{руш}}$ становить значну частку $t_{\text{ам}}$, скорочення

$t_{руш}$ суттєво зменшує $t_{ам}$.

Приймаючи $i_m = I_{руш}$ з формули (2), визначимо час рушання якоря муфти

$$t_{руш} = \frac{I_{руш}}{R_M} \ln \frac{E_\phi + E_n}{E_\phi + E_n - I_{руш} R_M}. \quad (4)$$

Сигнал на виході елемента витримки часу DD1.3 появляється на час, який визначається за формулою

$$t_e = k \cdot R1 \cdot C1. \quad (5)$$

З умови рівності (4) та (5) визначаємо опір $R1$, що необхідний для створення $t_{руш}$

$$R1 = \frac{L_M \ln \frac{E_\phi + E_n}{E_\phi + E_n + I_{руш} R_M}}{k \cdot C1}. \quad (6)$$

На рис.2 наведена номограма для визначення часу рушання якоря $t_{руш}$ електромагнітної муфти при заданих E_ϕ і $I_{руш}$ та визначення величини опору $R1$ для створення даного часу.

Час форсування муфти t_ϕ достатньо вибирати в межах $t_{руш} \leq t_\phi \leq t_n$, оскільки збільшення струму в обмотці муфти понад I_n в процесі вмикання не призводить до суттєвого скорочення $t_{вм}$.

Для форсування спаду струму у ведучій муфті YC при виключенні послідовно з діодом VD2 звімкнений реостатно-стабілітронний приймач енергії R9-VD4. Застосування електромагнітних муфт з пониженою номінальною напругою U_n [3] дозволяє вмикати стабілітронні приймачі енергії з великою напругою стабілізації та підвищити напругу E_ϕ , що забезпечує відповідно значне форсування спаду та зростання струму в обмотці.

На рис. 3 наведений графік залежності тривалості вихідного імпульсу елемента витримки часу DD2.1-DD2.2 від величини опору $R2$ та ємності $C2$.

Дослідження вищеприведеної схеми на одноножовій паперорізальній машині з числовим програмним керуванням показали можливість забезпечення точності позиціонування подавача в межах 0,1мм.

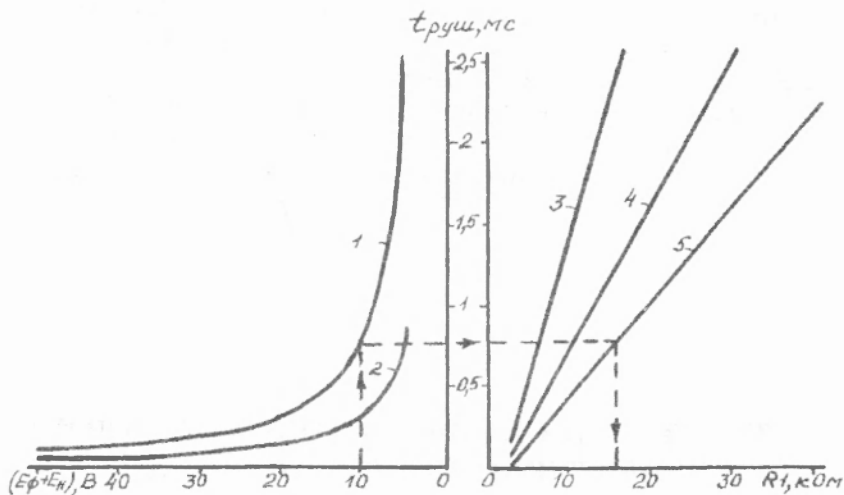


Рис. 2 Номограма визначення часу $t_{пуш}$ електромагнітної муфти типу ЕТМ 093Б ($I_n = 3,6 А$; $R_M = 1,54 Ом$; $L_M = 1636 мкГн$) та опору R_1 : 1 — $I_{пуш} = 0,9 I_n$; 2 — $I_{пуш} = 0,7 I_n$; 3 — $C_1 = 0,2 мкФ$; 4 — $C_1 = 0,1 мкФ$; 5 — $C_1 = 0,05 мкФ$.

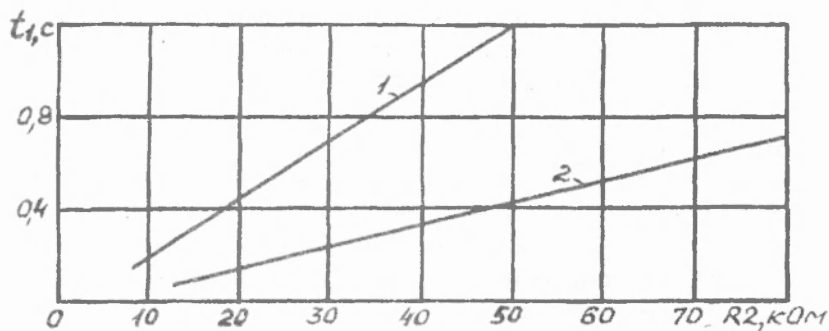


Рис. 3. Графік залежності тривалості імпульсів t_i від величини опору резистора R_2 при різних ємностях C_2 : 1 — $C_2 = 20 мкФ$; 2 — $C_2 = 5 мкФ$.

Література

1. *Ильичев Д.Д., Татур О.Н., Флидлер Г.М.* Системы с электромагнитными муфтами. - М.: Энергия, 1965. - 96с.
2. *Казьмірович Р.В.* Схема форсованого керування електромагнітними муфтами з використанням елементів серії "Логіка-Т" // Поліграфія та видавнича справа. 1981. N 17. с. 76-80.
3. *Леоненко Л.И.* Полупроводниковые форсирующие схемы. - М.: Энергия, 1974. - 96с.