

ИЗСЛЕДВАНЕ НА МОДУЛАЦИОНЕН ПОДХОД ЗА КОМПЕНСИРАНЕ  
НА ГРЕШКИ В ИЗМЕРВАТЕЛНАТА ВЕРИГА НА СЕНЗОРИ

КТН.ИНЖ. Антонио Андонов - ВВТУ "Т.Каблешков"

доц.КТН. Емил Иванов - ВВТУ "Т.Каблешков"

КТН.ИНЖ. Анна Андонова - ТУ - София

Предложен и изследван е подход за компенсиране влиянието на външни смущения в електронната част на измервателната верига на сензора. В случай, при който полезния сигнал и въздействието смущение се покриват в честотната област и тяхното разделяне чрез използване на метода за честотна филтрация не е възможно.

В системата на ж.п. транспорт широко се използва теленетрична система за контрол степента на прегрятоост на вагонните букси. Като топлинен приемник на лъчиста енергия се използват болометри, чийто принцип на действие се основава на изменението на електрическото им съпротивление в резултат от нагряването им от потока лъчиста енергия. В резултат на това, измерваната физическа величина в чувствителната област на сензора се трансформира в изменение на импеданс. Променливата стойност на импеданса се оценява посредством уравновесен мост /фиг.1/. Променливото захранващо напрежение на моста може да се разглежда като носещ сигнал, а напрежението в диагонала като амплитудно модулиран сигнал с подтисната носеща. Тъй като системата работи в изключително тежка шумова обстановка /мощни електромагнитни импулси/, слушавашите въздействия встъпват в електронната част на измервателната верига на сензора /напр. в усилвателя/, при което спектъра на измервания сигнал се покрива от спектъра на шуменията. За тяхното разделяне може да се използва модулационен подход, обосноваването на който

определя целта на предложената работа. Ако към хармоничния носещ сигнал  $x_M(t) = A \cos \Omega t$  се приложи преобразуването на Фурие, може да се запише:

$$F\{x(t) e^{j\Omega t}\} = X[j(\omega - \Omega)]$$

или:

$$X_M(j\omega) = F\{x(t) A \cos \Omega t + z(t)\} = F\left\{\frac{A}{2} [x(t) e^{j\Omega t} + x(t) e^{-j\Omega t}] + z(t)\right\} = \frac{A}{2} \{X[j(\omega - \Omega)] + X[j(\omega + \Omega)]\} + Z(j\omega)$$

където  $X_M(j\omega)$  е модулирания сигнал,  $Z(j\omega)$  е смушаващия сигнал. Следователно, посредством амплитудната модулация измервания сигнал се оказва честотно изместен спрямо смушаващия /фиг.2/. Посредством низкочестотен филтър /НЧФ/  $F_1$  с АЧХ  $K_{F1}(j\omega)$ , /фиг.3/ се отделя смушаващия сигнал. Първоначалния сигнал се получава чрез низкочестотна филтрация / филтър  $F_2$  с АЧХ  $K_{F2}$ . С оглед да е възможно разпознаването на поляритета на измервания сигнал е необходимо използването на синхронен демодулятор, управляван с напрежение съвпадащо по честота и фаза с носещото напрежение. Синхронният детектор освен филтриране на смушенията дава възможност да се различат поляритета на измервания, т.е. модулирания сигнал и ефективно да се подтисне белия шум, който се наслажда върху модулирания сигнал.

Основната функция на синхронния демодулятор е умножение съгласно фиг.4. Съставна част на демодулатора е НЧФ, които отделя нежеланите компоненти на спектъра  $U_D(j\omega)$ .

Ако управляващото напрежение е хармоничен сигнал с единична амплитуда, т.е.  $u_R = \cos \Omega t$ , където  $\Omega$  е съвременно честотата на носещия сигнал, за изхода на модулатора е изпълнено:

$$\begin{aligned} u_D(t) &= [u_M(t) + z(t)] u_R(t) = [x(t) A \cos \Omega t + z(t)] \cos \Omega t = \\ &= A x(t) \cos^2 \Omega t + z(t) \cos \Omega t = \\ &= \frac{A}{2} x(t) [1 + \cos 2 \Omega t] + z(t) \cos \Omega t. \end{aligned}$$

За спектъра на сигнала на входа на модулятора, въз основа преобразуването на Фурие може да се запише:

$$U_D(j\omega) = \frac{1}{2} X(j\omega) + \frac{1}{4} \{ X[j(\omega - 2\Omega)] + X[j(\omega + 2\Omega)] \} + \frac{1}{2} \{ Z[j(\omega - \Omega)] + Z[j(\omega + \Omega)] \}$$

На фиг. 5 са показани отделните компоненти на спектъра. От фигурата пряко следва, че АЧХ на НЧФ  $K(j\omega)$  за отделяне на първоначалния сигнал е

$$X(j\omega) = U_D(j\omega) \cdot K(j\omega)$$

За ъгловата честота  $\omega_D$  е изпълнено:  $\omega_D \leq \Omega/2$

Ако управляващото напрежение е периодично във формата на правоъгълни импулси, мултипликативната функция на демодулатора се изпълнява от електронен комутатор. За изхода на демодулатора е изпълнено:

$$u_D(t) = u_M(t) \cdot s(t)$$

където  $s(t)$  е определена съгласно фиг. 6. За нейния комплексен ред на Фурие и съответно за спектъра й /фиг. 7/ може да се запише:

$$s(t) = \sum_{\substack{n=-\infty \\ n=1,3,5,\dots}}^{\infty} \frac{2}{j\pi} \cdot \frac{1}{n} e^{jn\Omega t} = 2\pi \sum_{\substack{n=-\infty \\ n=1,3,5,\dots}}^{\infty} \hat{C}_n \cdot \delta(\omega - n\Omega)$$

Тъй като модулирания сигнал съдържа само нечетни хармоници на носещата

$$u_n(j\omega) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \{ X_n[j(\omega - n\Omega)] + X_n[j(\omega + n\Omega)] \}, \quad n=1,3,5,\dots$$

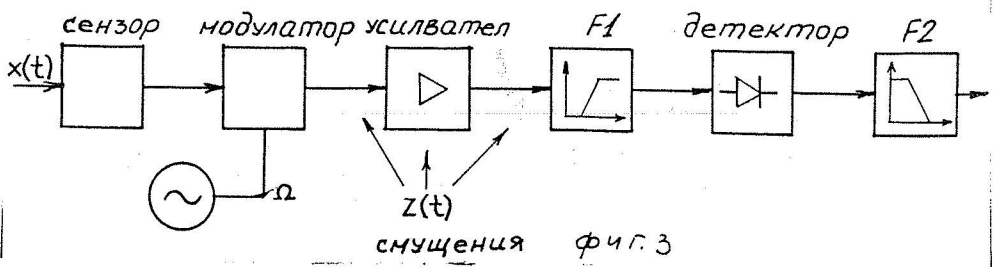
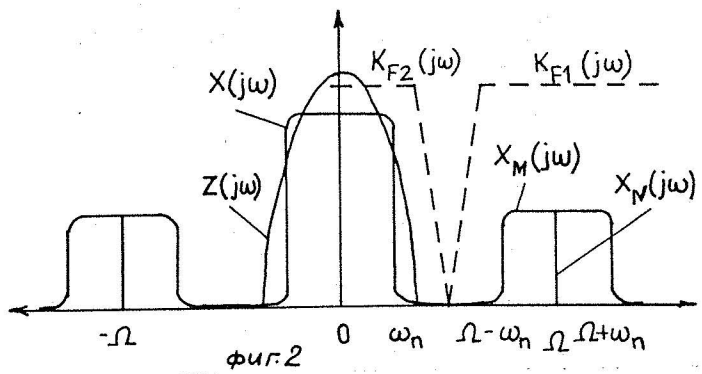
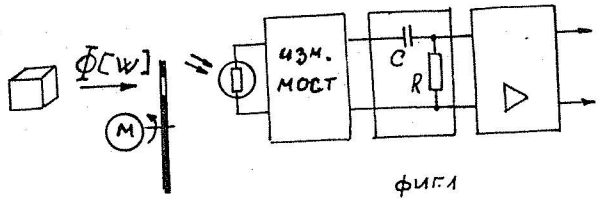
за изхода на демодулатора е изпълнено:

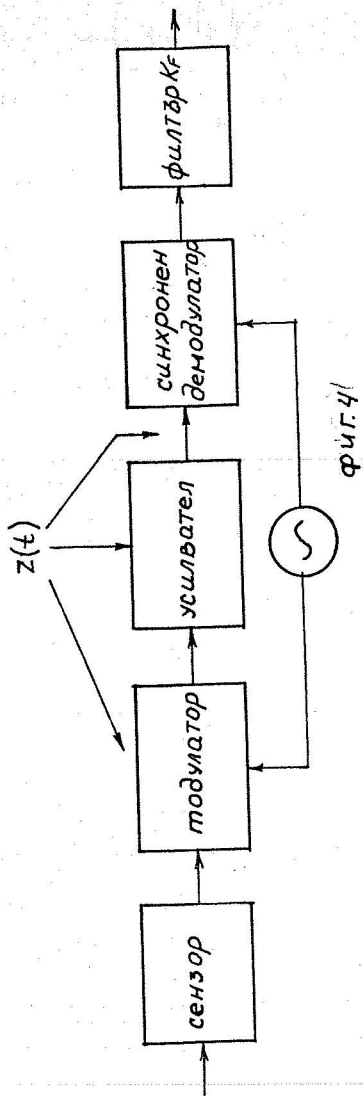
$$U_D(j\omega) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \hat{C}_n \{ X_n[j(\omega - n\Omega - n\Omega)] + [j(\omega + n\Omega - n\Omega)] \}$$

Съответно за изхода на филтъра може да се запише:

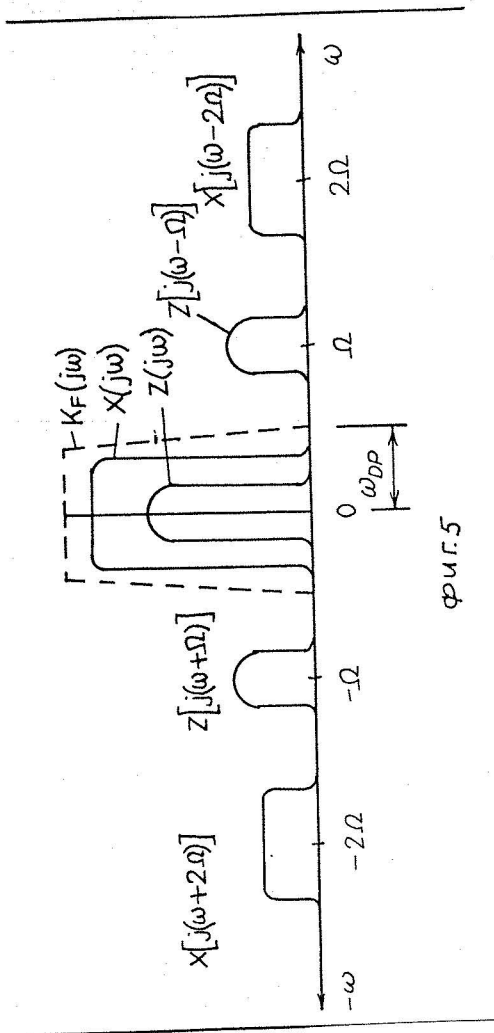
$$U_D(j\omega) \cdot K(j\omega) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \hat{C}_n X_n(j\omega)$$

Следователно, може да се направи извода, че синхронният модулятор с превключваща функция  $s(t)$  изпълнява ролята на филтър / фиг. 8./

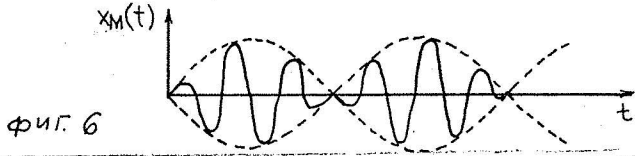
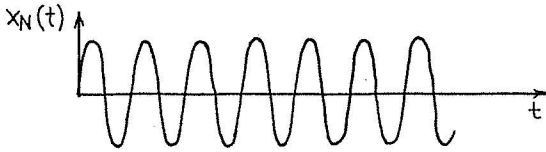
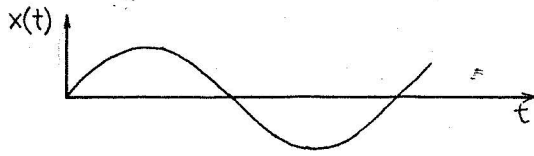




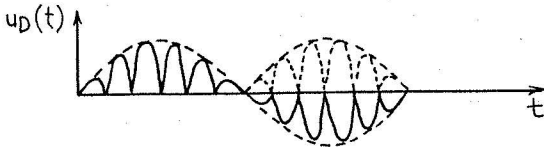
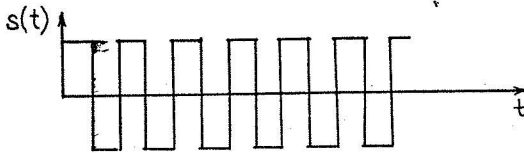
фиг. 4/



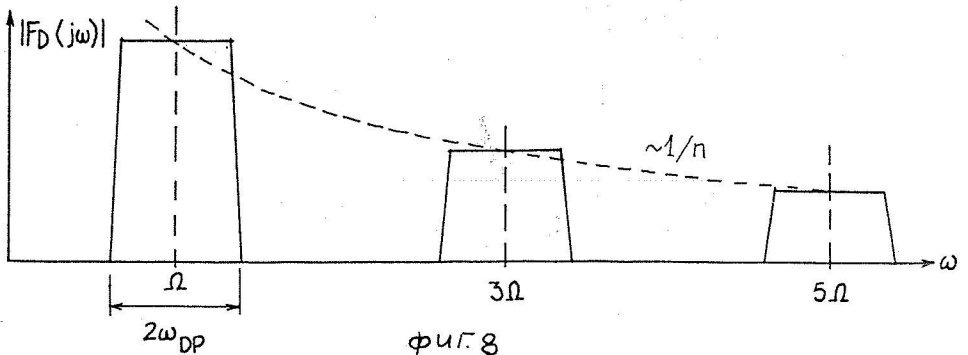
фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8