

МИКРОВЪЛНОВ ИЗМЕРИТЕЛ НА НИВО

инж. Митю Георгиев Митев - Технически университет - София
 ктн. инж. Иван Желев Ташев - Технически университет - София
 ктн инж. Христо Асенов Троянски - НИВИ ЕОМ

Условията на производство и експлоатация в индустрията, енергетиката, транспорта и др. поставят специфични задачи, свързани с измерването на нива в различни конфликтни среди - агресивни, взривно и пожароопасни, силно замърсени и запрашени и пр. Те се решават с безконтактни ултразвукови или свръхвисокофреkwотни радарни нивомери. Първите са по-тясно специализирани поради физически ограничения. Вторите се считат за универсално приложими.

Задачата може да бъде решена с микро-радар с непрекъснато излъчване [1], [2] и линейна честотна модулация по триъгълна крива /фиг.1/. При сумиране на излъчения (f_1) и отразен (f_2) сигнал възниква биене на честотите. Ако разстоянието L от радара до отразяващата повърхност не се изменя или прави това бавно, допълнителната честота (от Доплеров ефект) и амплитудната модулация на ехо-сигнала могат да бъдат пренебрегнати. Тогава честотата на биене F_0 е:

$$F_0 = |f_1 - f_2| = \frac{4 f_D F_m L}{c} \quad /1/$$

където $f_D = f_{\max} - f_{\min}$ - девиация на честотата на предавателя

F_m - честота на модулация

$$c \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec.}$$

Тази зависимост е достатъчно точна при изпълнение на условието /2/

$$|f_1 - f_2| \gg F_m \quad /2/.$$

Видна е линейната зависимост на F_0 от L . Това дава възможност чрез измерване на F_0 да се определи разстоянието между радара и отразяващата повърхност.

Приборът работи в X-диапазона. Има далечина на действие до 30 м и точност 3 см по цялата дистанция. Захранва се с напрежение 220V, 50 Hz. Консумира мощност 50 VA. В състава му влизат от една до пет СВЧ глави и блок за управление и обработка на сигналите. Максималното разстояние между двата блока е 300 м, което дава възможност електронната част да бъде изнесена извън агресивната среда.

Функционалната схема на нивомера е представена на фиг.2.

Антената е удължен рупор. Апертурата е защитена от обтекател, устойчив на агресивни среди. Ширината на диаграмата е $7,8^\circ$ на ниво 0,707 от максимума. Подтиснати са страничните диаграми. Снабдена е с фланцево съединение, позволяващо монтаж върху различни съдове. **Циркулаторът** осъществява развръзка между предавателния и приемния канали, по-голяма от 16 dB. Изпълнен е по неklasическа схема от шлейфове и СВЧ филтри.

Гън-осцилаторът е реализиран с диод ЗА7001, българско производство. Честотно е стабилизирани с допълнителна квазирезонансна система и схема за оптимизация съгласуването на товара. Съдържа система за термостабилизация. Честотната девиация е 350 MHz. **Изходният филтър** предпазва модулятора от интермодулационни смущения.

Модулаторът формира напрежение с трионообразна форма, стабилизирани по честота и амплитуда. Последната може да бъде променяна в широки граници с оглед повишаване възможностите на прибора за работа с широка гама гън-диоли. Съдържа до 5 модулационни канала. Изработва необходимите напрежения за синхронизация на радара.

Смесителят е монорезонаторен. Въведени са конструктивни решения за намаляване на подаваната от гън-осцилатора мощност с оглед намаляване на нежелателния ефект от амплитудната модуляция. Предвидено е допълнително съгласуване на смесителната камера с обемния резонатор. Въведена е система за фиксиране работната точка на диода. Работния температурен диапазон на смесителя е от -40 до 60 $^\circ\text{C}$.

Входният филтър е лентов. Той предпазва усилвателя от хармонични на модулационната честота. **Усилвателят** е тристъпален, с коефициент на усилване по напрежение, по-голям от 40 dB. Амплитудно-честотната му характеристика е линейна от 150 Hz до 1500 Hz.

Усиленият ехо-сигнал се подава на **нормиращо устройство**, където се ограничава до TTL нива. Така формирани, правоъгълните импулси с честота F_0 постъпват в микропроцесорния контролер, където се измерва честотата им. Измерването става с помощта на PIT 8253.

Микропроцесорният контролер е изграден на базата на микропроцесорната фамилия CM600. Съдържа 16 Kbyte постоянна памет, 8 Kbyte оперативна памет, RTM CM606, диспечер на системното време и сериен интерфейсен адаптер CM603.

Резултатите от измерването се индицират на 16 знакова индикация. С помощта на 4 бутонна клавиатура могат да се променят параметрите и константите на прибора.

За удобство при работа и по-лесно съгласуване със съществуващата в производствените предприятия апаратура са предвидени още три изходни канала:

- Релеен канал - Сработва при достигане на предварително зададени стойности на нивото. Има смисъл на алармен сигнал;

- Аналогов токов изход 4 - 20 mA. Пропорционален е на текущата стойност на измерваното ниво. Коефициента на пропорционалност може да се задава програмно при настройката;

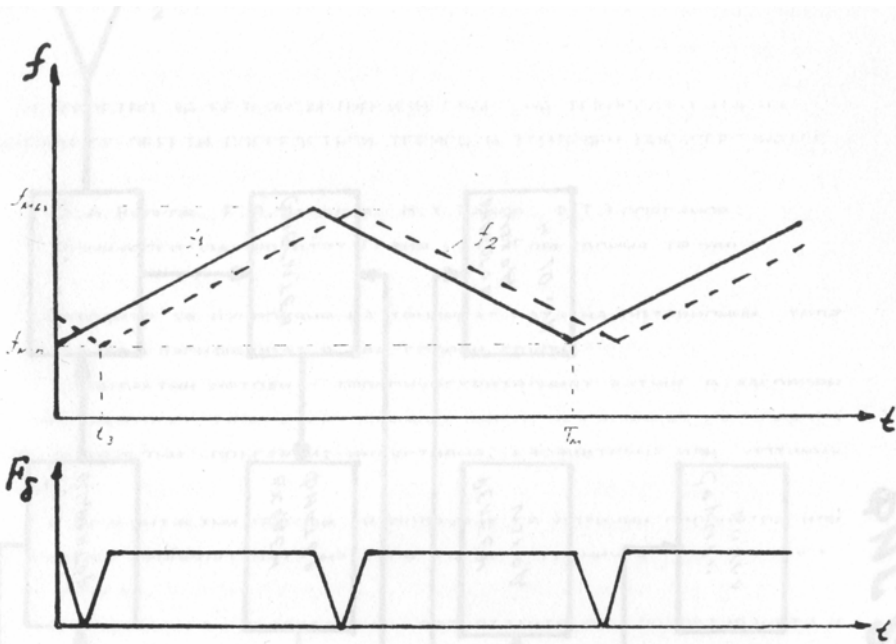
- Сериен асинхронен канал за връзка към ЕИМ или към локална промишлена компютърна мрежа.

Точността на измерване според [П1, П2] се ограничава от малкия брой периоди на резултантната честота на биене, съдържащи се в един период на модулационната честота. Вследствие дискретния характер на измерването получените резултати са неудовлетворителни. С цел повишаване на точността в това решение е прието да се измерват моментните стойности на честотата на биене в рамките на един период на модулационната честота. Това дава възможност да се получат и стойности, които не са кратни на тази честота. Тъй като приложеният метод се характеризира с лоша шумоустойчивост, то за подобряване на точността се извършват 100 измервания и резултатите от тях се усредняват. Получената дисперсия за разстояния 2 - 10 m е в границата на 1 cm. Грешката в целия обхват е до 3 cm и е обусловена от нелинейността на модулационната характеристика на Гън-диода.

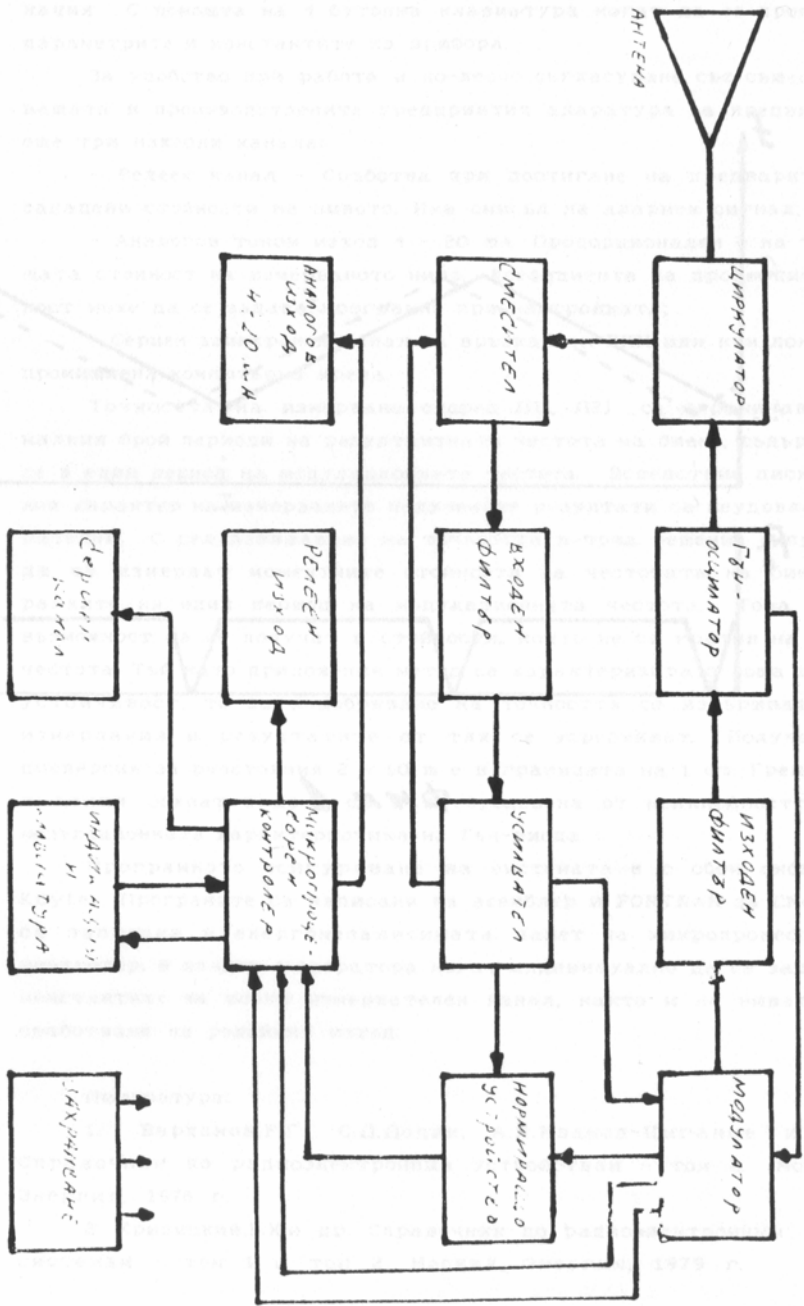
Програмното осигуряване на системата е с обем около 14 Kbyte. Програмите са написани на асемблер и FORTRAN за CM601 и са записани в енергонезависимата памет на микропроцесорния контролер. В диалог с оператора могат индивидуално да се задават константите за всеки измервателен канал, както и на нивата за сработване на релейния изход.

Литература:

1. Варланов, Р. Г., С. Д. Додик, А. И. Иванов-Цыганов и др. Справочник по радиоелектронни устройства - том 2. Москва, Энергия, 1978 г.
2. Кривицкий, Б. Х. и др. Справочник по радиоелектронни системи - том 1 и том 2. Москва, Энергия, 1979 г.



Фиг. 1



Фиг. 2