

МНОГООБХВАТЕН ИЗМЕРВАТЕЛЕН УСИЛВАТЕЛ

доц. ктн Лиля Андреева Донебска-Технически университет-София;
доц. ктн Димитър Илиев Стаменов-Технически университет-София;
в. а. с. ктн Стоян Нихтянов Нихтянов-Технически университет-София

При разработването на цифрови измервателни уреди, предназначени за универсални цели или за бераждане в специализирани тестери за контрол и измерване в електронното производство, е необходимо използването на модули за предварително нормиране на аналогови сигнали (ток или напрежение) с определен обхват (напр. от 0 до 2 V), с определен клас на точност и с определени входни параметри.

В Техническият университет-София е разработен усилвателен модул от този тип, който е подходящ за бераждане в галванично разбързан цифров волтметър с клас на точност за променливо напрежение в честотна лента от 20 Hz до 200 kHz - 1 % и за постоянно напрежение - 0,2 %.

На фиг. 1 е показана пълната принципна схема на усилвателя. Усилвателят е двуканален (канал за постоянно напрежение и канал за променливо напрежение), като измервателният вход е общ за двата канала, а превключването им се извършва чрез комутатора K2 (електромагнитно реле). Необходимостта от два отделни канала е предизвикана от различните метрологични характеристики - при усилване на постоянни напрежения се изисква малък дрейф и висок клас на точност, а при усилване на променливи напрежения - широка честотна лента при потисък клас на точност.

Каналът за постоянно напрежение се състои от входен делител (амперкалор), нискокатолен филтър и неинвертиращ усилвател. Входът на канала за постоянно напрежение е бинасно включен към общия вход на усилвателя. Отделните подобрители се реализират с помощта на ключовете K3, K4 и K5. Резисторите R4, R5 и R1 образуват входен делител на 100, който е включен при обхват 200 V и 20 V (K3 - затворен, K4 - отворен) и входното съпротивление на усилвателя по постоянно ток е 10 M Ω . При обхвати 2 V и 0,2 V входният делител е изключен (K3 - затворен, K4 - отворен) и входното съпротивление се определя от входното съпротивление на операционния усилвател D3.

и съпротивлението на полевите транзистори VT1 и VT3 в диодно съзвръване, които нормално са поляризирани обратно. В този случай входното съпротивление е по-голямо от 1000 MΩ. Транзисторите VT1 и VT2 осигуряват защита от пренапрежение, като се отпушват при напрежения на входа на D3, по-големи от +7,5 V и по-малки от -7,5 V.

Активният нискочестотен филтър, реализиран с операционния усилвател D3, е от втори ред с полюсна честота 12 Hz и служи за филтриране на променливата съставка на входния сигнал, както и на индуктирани смущения във високоомната входна верига.

Неинвертиращият усилвател, реализиран с операционния усилвател D5, работи като повторител (K5 - затворен) при обхват 200 V и 2 V и като усилвател с коефициент на усилване $AF = 10$ (K5 - отворен) при обхвати 20 V и 0,2 V.

Каналът за променливо напрежение съдържа активен входен атенюатор с нормирано входно съпротивление, двустъпален неинвертиращ усилвател, аналогов мултиплексор, детектор за средна стойност и нискочестотен филтър.

Входният активен атенюатор представлява инвертиращ усилвател с коефициент на предаване 0,1 или 0,01 в зависимост от състоянието на ключа K1. Входното съпротивление по променлив ток се определя от $R_{вх} = R_4 + R_{P1} + R_2$ и е равно на 0,909 MΩ. Входният капацитет се определя от капацитета между входа и плаващата маса. Прецизирането на монтажа позволява получаването на минимален входен капацитет. При измерване на постоянни напрежения ключът K2 е отворен, за да не влияе презареждането на капацитета C4 върху входната верига на канала по постоянен ток. Във входния активен атенюатор е използван операционният усилвател LF356. Изследванията показват, че при тези коефициенти на предаване LF356 има по-широка честотна лента в сравнение с други операционни усилватели (напр. LF156). За намаляване на честотната грешка е използвана и честотна корекция на D2 чрез кондензаторите C6 и C7.

Неинвертиращият усилвател е двустъпален, реализиран с операционните усилватели D7 и D9. Двете стъпала са аналогични и имат коефициент на усилване 10. Приложена е честотна корекция съответно с D13 - R10 и C20 - R46.

Аналоговият мултиплексор D11, който се управлява чрез опрочупите V4 и V5, осигурява превключване на входите на D2, D7 или

D9 към входа на детектора D13, с което при съответно управление на ключа K1 се реализират всички подобрения за променливо напрежение.

Детекторът е еднopolупериоден за средна стойност и е реализиран с операционния усилвател D13. Схемата се характеризира с голяма линейност на характеристиката на преобразуването (нелинейността от диодите е минимална поради включването им във веригата на обратната връзка на операционния усилвател). Широката честотна лента (200 kHz) е постигната чрез използването на бързодействащ операционен усилвател с малко изходно съпротивление (K574UD1A) и бързодействащи диоди с малък праг на отпушване. Грешката от несиметрията и дрейфа на операционния усилвател се премахва с използването на кондензаторите C21, C31, C32 и C33.

Активният филтър, реализиран с операционния усилвател D17, е с аналогична схема на тази в канала за постоянно ток, но полусната му честота е 2,5 Hz. По този начин се отстранява силно изразената променлива съставка в изхода на детектора.

В усилвателя се използва блок за получаване на абсолютна стойност, реализиран с операционните усилватели D10 и D14. Той осигурява отрицателна полярност на изходното напрежение независимо от полярността на измерваното постоянно напрежение. Напрежението в изхода на променливотоковия канал е винаги отрицателно, но и то се подава на входа на блока за абсолютна стойност, за да се използва голямото му входно съпротивление. Поради това отпада необходимостта от допълнителен буфер в изхода на детектора. Пребключването на изходите на каналите за постоянно и променливо напрежение към входа на блока за абсолютна стойност се осъществява с аналоговите ключове VT8 и VT9, управлявани от оптрона V2 и транзистора VT4.

С помощта на компаратора, реализиран с операционния усилвател D12, се получава сигнал за знака на измерваното постоянно напрежение в изход C23.

Високият клас на точност и малката грешка от старееното на елементите са постигнати, като са сведени до минимум елементите за донастройка в канала за постоянно напрежение, а в канала за променливо напрежение липсват такива; използвани са прецизни резистори (във входния делител, във входния активен амплифатор и др.), специално изработени за целта по тебелослойна технология; използ-

бани са прецизни операционни усилватели (напр. $\mu A725$).

Стабилната работа на усилвателя е осигурена чрез кон-структивни и схемотехнически мерки. Целият променливотоков канал и входното съпъало на постояннотоковия канал са екранирани от следващите съпъала. Захранването на всички операционни усилватели е развързано чрез RC-вериги. Входовете на D7 и D9 се дават към ма-са, когато не е необходимо усилване на входния сигнал (при обхват 200 V и 20), тъй като се образуват паразитни положителни обратни връзки през мултиплексора. Схемно това е решено чрез транзисторите VT5 и VT7, управлявани от оптроните V4 и V5. Освен това ключовете K1 и K2 се управляват чрез оптроните V1 и V2. В случаите, когато е отворен ключът K1, чрез оптрона V1 и транзистора VT2 се дава към маса резисторът R19.

Описаният многообхватен измервателен усилвателен модул е реализиран, като е използвана широкодостъпна елементна база, която осигурява относително ниска цена, и е вграден в програм-цифров волтметър за нуждите на ИРЕТ-София.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Bruel & Kjer. Instruction Manual - Voltmeter Type 2432.
2. Tektronix. Instruction Manual. 213 DMM Oscilloscope.
3. Станчев, Ив. Б. Електронни аналогови измерителни уреди. Техника, София, 1981г.
4. Intersil. Application Bulletin A023.
5. Fluke. Instruction Manual - Voltmeter Type 8842A.

