



**ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

И 88-162

8-88-162

В.Б.Шутов

**МНОГОКАНАЛЬНЫЙ
МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ
КРИОГЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР**

Направлено в Оргкомитет 17 Совещания
по физике и технике низких температур,
ГДР, Дрезден, 1988 г.

1988

Одной из часто встречающихся задач при создании систем автоматизации криогенных установок является измерение низких температур. При регистрации в диапазоне от комнатной до гелиевых температур в качестве датчиков используются угольные резисторы фирмы "Аллен-Бредли"^{1/1/}, ТВ0^{2/2/}, повышающие свое сопротивление при понижении температуры. Исходя из критериев максимальной температурной чувствительности, удобства стыковки со вторичной измерительной аппаратурой выбирается оптимальный номинал резистора, равный 1 кОм при 273 К. При этом типовой величиной сопротивления датчика при 4,2 К является 4 кОм^{3/3/}.

Ниже описывается блок измерителя криогенных температур /Т/, преобразующий сопротивление датчика в значение температуры в градусах Кельвина. Описываемый прибор способен измерять значения температуры в восьми точках, что делает его универсальным в использовании. Датчики включаются по последовательной схеме и запитываются от общего генератора тока. Для обеспечения минимального тепловыделения в датчике, с одной стороны, и уровня выходного сигнала, согласующегося с типовыми измерительными усилителями, с другой, ток генератора выбран равным 10 мкА. Выделяемая в датчике мощность при этом составляет менее 0,4 мкВт, а амплитуда сигнала 10÷40 мВ. Диапазон измеряемых температур определяется применяемым датчиком и равен 2÷300 К. В указанном диапазоне блок обеспечивает точность измерения сопротивления датчика (R) не хуже чем 0,1%.

Вычисление температуры по измеренной величине сопротивления датчика производится по формуле

$$T = K_0 + K_1 * \left(\frac{R_0}{R}\right)^1 + K_2 * \left(\frac{R_0}{R}\right)^2 + \dots + K_6 \left(\frac{R_0}{R}\right)^6,$$

где R - сопротивление датчика; R₀ - константа; K₀, K₁, ... K₆ - коэффициенты аппроксимации, индивидуальные для каждого конкретного датчика.

Схема блока состоит из двух основных частей - аналоговой и цифровой. В аналоговую часть входят: коммутатор сигналов с датчиков, генератор измерительного тока, измерительный усилитель и аналого-цифровой преобразователь, в цифровую - микропроцессор, генератор тактовых импульсов, схема перезапуска, постоянное и оперативное запоминающее устройства, последовательный коммуникационный интерфейс, три семисегментных светодиод-

ных индикатора с дешифраторами и запоминающими буферами, а также переключатель выбора номера канала.

Полупроводниковый аналоговый коммутатор обеспечивает переключение низковольтных сигналов от восьми датчиков. С коммутатора сигнал поступает на измерительный усилитель, выполненный на трех прецизионных операционных усилителях. Суммарный коэффициент усиления равен 100. Измерение величины сопротивления датчика производится 12-разрядным аналого-цифровым преобразователем последовательного приближения К572ПВ1^{4/4}.

Основу цифровой части блока составляет однокристалльный микропроцессор К1801ВМ1^{5/5} с системой команд, совместимой с микро-ЭВМ "Электроника-60". Он работает с тактовой частотой 4 МГц, обеспечиваемой генератором тактовых импульсов. Измеренная величина сопротивления датчика считывается микропроцессором с аналого-цифрового преобразователя через специальный буфер. Программный код, коэффициенты аппроксимации и некоторые другие константы содержатся в постоянном запоминающем устройстве. Оно построено на двух микросхемах и его объем равен 16 килобайтам /8К 16-разрядных слов/. Для временного хранения измеренных данных, проведения вычислений используется оперативное запоминающее устройство объемом 2 килобайта /1К 16-разрядных слов/, построенное на четырех микросхемах с организацией 1КБ*4. Обеспечение надежной работы блока осуществляется схемой перезапуска, работающей аналогично описанной в^{5/5}. Она производит перезапуск микропроцессора в случае, если программа за заданный промежуток времени /10 мс/ не выйдет в контрольную точку. В состав цифровой части входят также средства индикации и коммуникации для передачи данных в головную ЭВМ. Отображение величины температуры одного из датчиков, выбираемого переключателем, производится на табло из трех семисегментных светодиодных индикаторов. Температура отображается в градусах Кельвина. Измеренные данные могут быть переданы по последовательному асинхронному каналу связи в центральную ЭВМ для дальнейшей обработки. Передача осуществляется последовательным коммуникационным интерфейсом КР580ВВ51^{6/6}. Помимо этого результаты измерений заносятся в буферную память объемом 16 двенадцатиразрядных слов. Она организована таким образом, что запись в нее производится микропроцессором, а считывание может производиться с магистральной КАМАК по командам NFO /A0-A15/.

Программы функционирования блока написаны на языке программирования ПАСКАЛЬ. Они обеспечивают выдачу управляющих сигналов, необходимых для коммутатора, аналого-цифрового преобразователя, индикаторов и буферной памяти. Для повышения точности измерение величины сопротивления датчика производится восемь раз с последующим усреднением результатов по заданной

программе. После каждого цикла измерений производится вычисление значений температуры в зависимости от величины сопротивления датчика по вышеприведенной формуле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Роуз-Инс А. - В кн.: Техника низкотемпературного эксперимента. М.: Мир, 1966, с.158.
2. Дацков В.И. - ПТЭ, 1981, № 4, с.253.
3. Дацков В.И., Петрова Л.В., Цвинева Г.П. Препринт ОИЯИ 8-87-604, Дубна, 1987.
4. Ланцов А.Л. - В кн.: Цифровые устройства на комплементарных МДП интегральных микросхемах. М.: Радио и связь, 1983, с.236.
5. Дшунян В.Л. и др. - Микропроцессорные средства и системы, 1984, № 4, с.12-18.
6. Кормин Е.Г. - Микропроцессорные средства и системы, 1986, № 3, с.40-42.
7. Корольков А.А. - Микропроцессорные средства и системы, 1985, № 1, с.82-85.

Рукопись поступила в издательский отдел
9 марта 1988 года.