

жения максимумов ρ на границе фотонных запрещенных зон и возникновение зависящей от величины анизотропии «модуляции» коэффициента пропускания.

Отметим, что максимумы частотной зависимости плотности фотонных состояний для ТЕ и ТМ волн различны, что обуславливает различие в условиях достижения наибольшей локализации их энергии в среде.

Полученные результаты могут быть использованы при расчете и оптимизации фильтров, устройств задержки, оптических нелинейных преобразователей.

Литература

1. *Yablonovich E.* Inhibited spontaneous emission in solid-state physics and electronics // Phys. Rev. Lett. – 1987. – Vol. 58. – P. 2059.
2. *Kurilkina S., Kroening M., Kazak N., Belyi V., Khilo N.* Formation of radially and azimuthally polarized Bessel light beams under the interaction with a layered- periodical medium having defect inclusions// Optical Design and Engineering II / Editors: Laurent Mazuray, Rolf Wartmann. Proc. SPIE, 5962, 59622S1 – 59622S8 (2005).
3. *Jon M. Bendickson, Jonathan P. Dowling, Michael Scalora* Analytic expressions for the electromagnetic mode density in finite, one – dimensional, photonic band – gap structures //Phys. Rev. E. – 1996. – Vol. 53, №4. – P. 4107 – 4121.

ПРИБОР ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА БАЗЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМОПАРЫ ТИП К И ТЕРМОРЕЗИСТОРА РТ1000

Т. К. Фенюк

Простейший (и, кстати, наиболее точный) метод калибровки значений температуры заключается в составлении и размещении в памяти ЭВМ градуировочной таблицы соответствия значений термо-э.д.с. и температуры, либо термо-сопротивления и температуры (для термо-резистивных преобразователей). Серьезным единственным недостатком табличного метода является его высокая ресурсоемкость, с точки зрения его размещения (при широком температурном диапазоне требуется очень большой объем таблицы).

Когда требуется наиболее точнее подойти к измерению температуры, получить наиболее линейную зависимость, то в этом случае выбор однозначно приходится на термо-резистивные преобразователи, но данный случай не обходится без уменьшения измеряемого интервала температур, что порой весьма осложняет поставленную задачу измерения. Выходом, является комбинированное применение обоих видов первичных преобразователей, что учтено при разработке прибора измерения температуры.

Главными элементами прибора являются соответственно его первичные преобразователи электрического сигнала, в данном случае ими являются термопара и терморезистор. Так как первичный преобразователь является измерительным преобразователем, то он должен характеризоваться следующими параметрами, которые собственно лежат в основе построения и дальнейшей работы прибора:

- коэффициентом преобразования, т.е. отношением изменения выходного напряжения преобразователя к вызвавшей это изменение физической величине. В данном случае этот коэффициент не достаточно велик для обоих преобразователей.

- рабочим диапазоном (минимальным и максимальным уровнем измеряемой физической величины). Для термопары (тип К) в данном приборе диапазон составил: $T \in [0^\circ \tilde{N}; 900^\circ \tilde{N}]$. Разумеется – это не предел, а лишь нужный экспериментальный интервал измерения температуры. Для термо-сопротивления диапазон составил: $T \in [0^\circ \tilde{N}; 900^\circ \tilde{N}]$.

- погрешностью преобразования в рабочем диапазоне измеряемой величины. В данном случае, погрешность определялась исходя не из приборной (точнее не из погрешности измерения самого первичного преобразователя), а составила заведомо определенную величину $\delta = \pm 1^\circ C$ для обоих методов, что связано непосредственно с достаточной точностью измерения.

- выходным уровнем напряжения (тока) электрического сигнала. Для термопары (тип К) это значение, относительно измеряемого диапазона, составило: $U_{\max} = 20,644mV, U_{\min} = 0mV$. Очевидно, данное значение очень мало для непосредственного измерения, и ведет, при незначительных колебаниях измеряемой величины, к ухудшению отношения сигнал/шум, т.е. уровень реального сигнала практически становится равным уровню шума, что собственно сводит возможность измерения к нулю, поэтому было целесообразным применить масштабирование выходного электрического сигнала. Так же необходимо учесть входной рабочий диапазон измерительной системы. В данном случае таковой является 10-ти разрядный АЦП, соответственно количество возможных состояний:

$$m = \log_2 N \Rightarrow N = 2^{10} = 1024. \quad (1.1)$$

Максимальное отношение сигнал/шум соответствует для такого АЦП:

$$c/u = 20 \lg N \sqrt{1,5} = (6,02m + 1,76) \text{ дБ} = 61,96 \text{ дБ}. \quad (1.2)$$

Но данное соотношение справедливо только для идеальных АЦП. У реальных же АЦП, точность изготовления производителем некоторых узлов не достаточна, что ведет к появлению некоторых погрешностей преобразования, поэтому он измеряется экспериментально и по полученным данным определяется отношение эффективного количества разрядов:

$$m_{эфф} = \frac{c/m - 1,76}{6,02}. \quad (1.3)$$

В случае данного прибора применяется достаточно высококачественный АЦП:

$$c/m \approx 60 \Rightarrow m_{эфф} \approx \frac{60 - 1,76}{6,02} = 9,6 \approx 10 = m. \quad (1.4)$$

В итоге получаем значение реального измерительного кванта шкалы АЦП:

$$h = \frac{A_{\max}}{N} = \frac{5B}{1024} = 0,0048B = 4,8mB. \quad (1.5)$$

Поэтому, для возможности измерения температуры с погрешностью $\delta = \pm 1^\circ C$, было произведено масштабирование выходного сигнала до приемлемого уровня (уровня перекрытия кванта АЦП + 10% запас, для уменьшения вероятности воздействия шумов на измерительную систему), в соответствии с выражением для применяемого операционного усилителя с компенсацией температуры «холодного спая» AD595:

$$U_{out} = (U_{TermocoupleK} + 11mV) \cdot 247,3 \approx 10mV/^\circ C. \quad (1.6)$$

Таким образом, уровень выходного U при измерении: $U_{\max} = 4,9928 V$, $U_{\min} = 0 V$. Для терморезистора, находящегося в составе измерительного моста (для уменьшения влияния самонагревания; тип Pt1000), выходной уровень напряжения измеряемого сигнала, преобразованного относительно изменяющегося диапазона сопротивления и температуры, согласно уравнению моста составил, при использовании предварительного ОУ AD627, с КУ $k=7$: $U_{\max} = 4.999V$, $U_{\min} = 0V$, $U_{out} \approx 10mV/^\circ C$.

- нелинейность коэффициента преобразования. В обоих методах измерения данная нелинейность была скомпенсирована градуировочными таблицами, которые были рассчитаны, относительно таблиц реальных преобразователей, для случая с применением предварительного усиления.

Принципиальная электрическая схема прибора измерения температуры представлена на рисунке. Главным элементом схемы, организующим

функционирование, является микроконтроллер AVR архитектуры ATmega16, в котором содержится код управляющей программы, представляющий собой определенный алгоритм измерения, составленный разработчиком.

Остальными, входящими в прибор, элементами, являются два ОУ: AD627, AD595. Оба служат, как обсуждалось, для масштабирования входных сигналов от первичных преобразователей на шкалу используемого АЦП. Важной частью схемы является блок управления нагрузкой, который работает под управлением микроконтроллера и включает в себя микросхему МОС308, транзисторный каскад для ее управления, симистор ВТА41, собственно который позволяет управлять нагрузкой с током до $I=40A$ и напряжением до $U=800V$. Микросхема ADM232AAN служащая преобразователем логики TTL в логику интерфейса RS232. Остальные элементы являются согласующими для работы устройства в целом.

В работе прибор чрезвычайно прост! Программа автоматически производит все операции по определению температуры: получение значения входного напряжения на АЦП, поиск по соответствующей таблице, вывод результата, контроль нагрузки по выбранному алгоритму (с гистерезисом либо без него), передача на терминал, переход в первоначальное состояние.

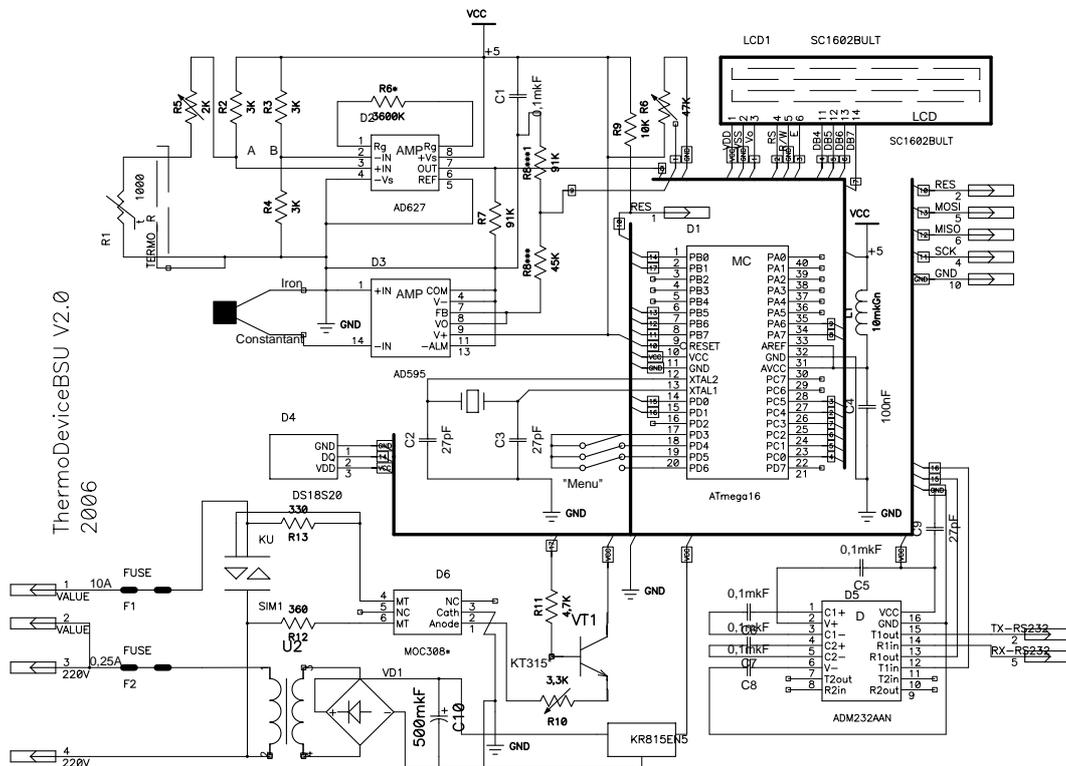


Рисунок. Принципиальная электрическая схема прибора измерения температуры ThermoDeviceBSU V2.0

Стоит отметить тот факт, что главный управляющий программный код разработан для функционирования в нелинейном режиме, используя при этом общие принципы работы с системным ядром, делая в конечном итоге рассмотренный прибор измерения температуры, в сочетании с достаточно низкой себестоимостью, вполне приемлемой частью автоматического измерительного комплекса в составе АСУ (автоматическая система управления).

Литература

1. *Стильбанс Л. С.* Физика полупроводников / М., 1967.
2. *Ямный В. Е., Яновский В. П.* Основы автоматизации физического эксперимента / Минск: БГУ, 2004.
3. *ATMEL* Microcontroller AT90S4433 / 2002.
4. *ANALOG DEVICES* Monolithic Thermocouple Amplifiers with Cold Junction Compensation AD594/AD595 / 1997.
5. *ANALOG DEVICES* Micropower, Single and Dual Supply Rail-to-Rail Instrumentation Amplifier AD627 / 2001.

ВЛИЯНИЕ КИСЛОРОДА НА ФОТОНАВЕДЕННОЕ ДВУЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЕ В ПОЛИМЕРНОМ СЛОЕ

Д. А. Фролова

Кислород воздуха оказывает влияние на фотопревращение полимеров, приводя к тушению электронно-возбужденных состояний и окислению компонентов полимерного материала [1;2]. При записи фотонаведенного двулучепреломления в полимерной пленке эти явления могут уменьшать максимально достигаемую величину анизотропии. Одним из таких типов регистрирующих материалов с фотонаводимым двулучепреломлением являются бензальдегидсодержащие полимеры, анизотропия в которых образуется за счет реакции сшивания бензальдегидных групп макромолекул под действием линейно-поляризованного УФ излучения.

Процесс записи двулучепреломления в слоях бензальдегидсодержащих полимеров описывают при помощи осцилляторной модели [3]. Она предполагает, что поляризованное УФ излучение поглощается ансамблем хаотически ориентированных осцилляторов. Возбуждение осциллятора *A* приводит к его превращению в осциллятор *B*, параллельный *A* и фотохимически неактивный. Одновременно с этим идет конкурирующий процесс переноса энергии с возбужденной частицы *A** на молекулярный кислород O_2 , в результате чего образуется синглетный кислород O_2^* , который, в свою очередь, вступает в реакцию фотосенсибилизированного окисления [4] частицы *A*.