
**ПРИБОРЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ
В ЛАБОРАТОРИЯХ**

УДК 53.082.782

ТРЕХКАНАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ МАГНИТОМЕТР

© 2013 г. В. К. Игнатьев, С. В. Перченко

Поступила в редакцию 19.04.2013 г.

DOI: 10.7868/S0032816213060190

Трехканальный цифровой магнитометр предназначен для измерения трех проекций вектора магнитного поля в малом объеме в задачах магнитной навигации [1] и магнитного микроструктурного анализа [2, 3]. В качестве первичных используются преобразователи Холла, так как они не влияют друг на друга. Для снижения систематической погрешности преобразователей применен четырехтактный алгоритм измерения [4]. Для повышения стабильности и снижения потребляемого тока преобразователи Холла включены последовательно в цепь управляющего источника тока, а измерение холловских напряжений проводится одновременно.

Принципиальная схема магнитометра приведена на рисунке. Основой каждого канала являются микросхемы A_{10} – A_{12} (AD7190BRUZ фирмы Analog Devices), каждая из которых представляет собой 24-битный сигма-дельта-аналого-цифровой преобразователь (а.ц.п.) с малошумящим предварительным усилителем с программируемым коэффициентом усиления и четырехканальным аналоговым мультиплексором. Преобразователи Холла BH_1 – BH_3 (ПХЭ602117А фирмы “Сенсор”) подключены непосредственно к входам мультиплексоров микросхем A_{10} – A_{12} . Опорные напряжения 2.5 В для а.ц.п. задают специализированные микросхемы A_5 , A_7 , A_9 (ISL21007BFB825Z фирмы Intersil).

Управляющий ток через включенные последовательно преобразователи Холла задает источник стабильного тока, собранный на операционном усилителе средней мощности A_2 (AD8531ARZ фирмы Analog Devices) и прецизионном резисторе R_1 типоразмера 2410 [5]. Цепь управляющего тока на схеме выделена жирной линией. Опорное напряжение 1.25 В для источника тока поступает от специализированной микросхемы A_1 (ISL21007BFB812Z фирмы Intersil). Направление тока через преобразователи выбирается мультиплексором A_3 (ADG884BRMZ фирмы Analog Devices). Преобразователи Холла включаются в цепь управляющего тока через контакты 1, 3 либо 2, 4 мультиплексорами A_4 , A_6 , A_8 (ADG884BRMZ). Для

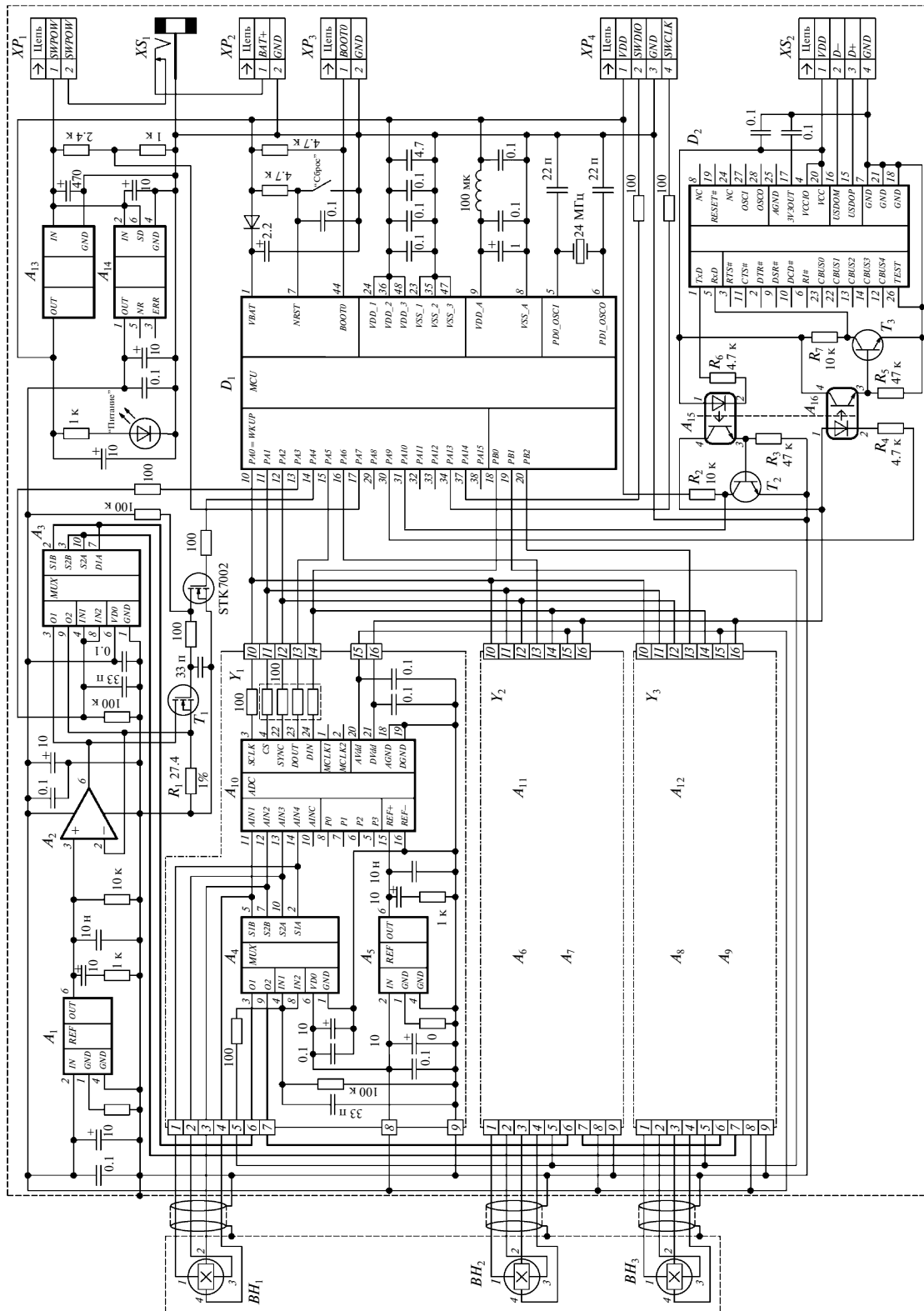
шунтирования источника тока на время коммутации мультиплексоров A_3 , A_4 , A_6 , A_8 используется ключ на полевом м.д.п.-транзисторе T_1 (IRF7456 фирмы International Rectifier).

Управление процессом измерения осуществляет 32-разрядный микроконтроллер D_1 (STM32F100C4T6 фирмы STMicroelectronics), включенный по рекомендованной схеме. Программирование контроллера осуществляется через разъем XP_4 . Для передачи информации в персональный компьютер используется микросхема D_2 (FT232RL фирмы FTDI Chip), которая представляет собой преобразователь интерфейса RS232–USB. Для снижения создаваемых источником питания импульсных помех компьютера используется оптоэлектронная гальваническая развязка, выполненная на микросхемах A_{15} , A_{16} (PC357), транзисторах T_2 , T_3 (PMBS3904) и резисторах R_2 – R_7 .

Питание магнитометра осуществляется от двух литий-ионных аккумуляторов типоразмера 18650 и емкостью 2500 мА/ч, подключаемых к разьему XP_2 . Напряжения для питания цифровых цепей формируются с помощью микросхемы A_{13} (LM1117IMP-3.3 фирмы Texas Instruments), для питания аналоговых цепей используется стабилизатор A_{14} (ADP3330 фирмы Analog Devices). Заряд батареи питания осуществляется через разъем XS_1 .

Технические характеристики. Количество измерительных каналов – 3. Диапазоны измерений индукции магнитного поля: ± 30 мТл, ± 300 мТл, ± 3 Тл; среднеквадратичное отклонение (в диапазоне ± 30 мТл) – 100 нТл; систематическая погрешность – 1 мкТл; время измерения 60 мс. Питание прибора – автономное, 2 аккумулятора 18650, 2500 мА/ч; время работы не менее 20 ч. Интерфейс сопряжения с компьютером – USB 2.0. Корпус алюминиевый, масса 0.2 кг.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП “Научные и научно-педагогические кадры инно-



Принципиальная схема магнитометра. A_1 – ISL21007BFB812Z, A_2 – AD8531ARZ, A_3 – A_4 , A_6 , A_8 – ADG884BRMZ, A_5 , A_7 , A_9 – ISL21007BFB825Z, A_{10} – A_{12} – AD7190BRUZ, A_{13} – LM1117IMP-3.3, A_{14} – ADP3330, A_{15} , A_{16} – PC357; D_1 – STM32F100C4T6, D_2 – FT232RL; T_1 – IRF7456, T_2 , T_3 – PMBS3904.

вационной России” на 2009–2013 годы (гранты № 14.В37.21.0284, № 14.В37.21.0736).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семевский Р.Б., Аверкиев В.В., Яроцкий В.А. Специальная магнитометрия. СПб.: Наука, 2002.
2. Игнатьев В.К., Козин Д.А., Орлов А.А., Станкевич Д.А. // Физические основы приборостроения. 2012. № 4. С. 44.
3. Игнатьев В.К., Никитин А.В., Перченко С.В., Станкевич Д.А. // Дефектоскопия. 2013. № 1. С. 61.
4. Голубев А.А., Игнатьев В.К. // ПТЭ. 2008. № 5. С. 123.
5. Техническое описание металлопленочных резисторов: <http://www.niccomp.com/catalog/nfr.pdf>

Адрес для справок: Россия, 400062, Волгоград, просп. Университетский, 100, Волгоградский государственный университет, Физико-технический институт, кафедра радиофизики. Тел: (8442) 460810. E-mail: sergrf1104@mail.ru