

ПРИБОРЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ В ЛАБОРАТОРИЯХ

УДК 53.087.92

БЛОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИИ

© 2011 г. А. В. Ларченко

*Полярный геофизический институт Кольского научного центра РАН
Россия, 184209, Апатиты Мурманской обл., ул. Академгородок, 26а*

Поступила в редакцию 01.11.2010 г.

Для проведения геофизических исследований в ПГИ КНЦ РАН создан блок определения ориентации произвольно расположенного объекта. Прибор позволяет определять три угловые координаты объекта: углы крена и тангажа относительно горизонтальной плоскости Земли, а также азимутальный угол относительно направления на магнитный север. Диапазон измерения азимута от -180° до 180° с погрешностью $\leq 1^\circ$. Диапазон измерения углов крена и тангажа от -60° до 60° с погрешностью $\leq 0.5^\circ$. Прибор характеризуется относительной простотой, надежностью и низкими требованиями к обслуживанию.

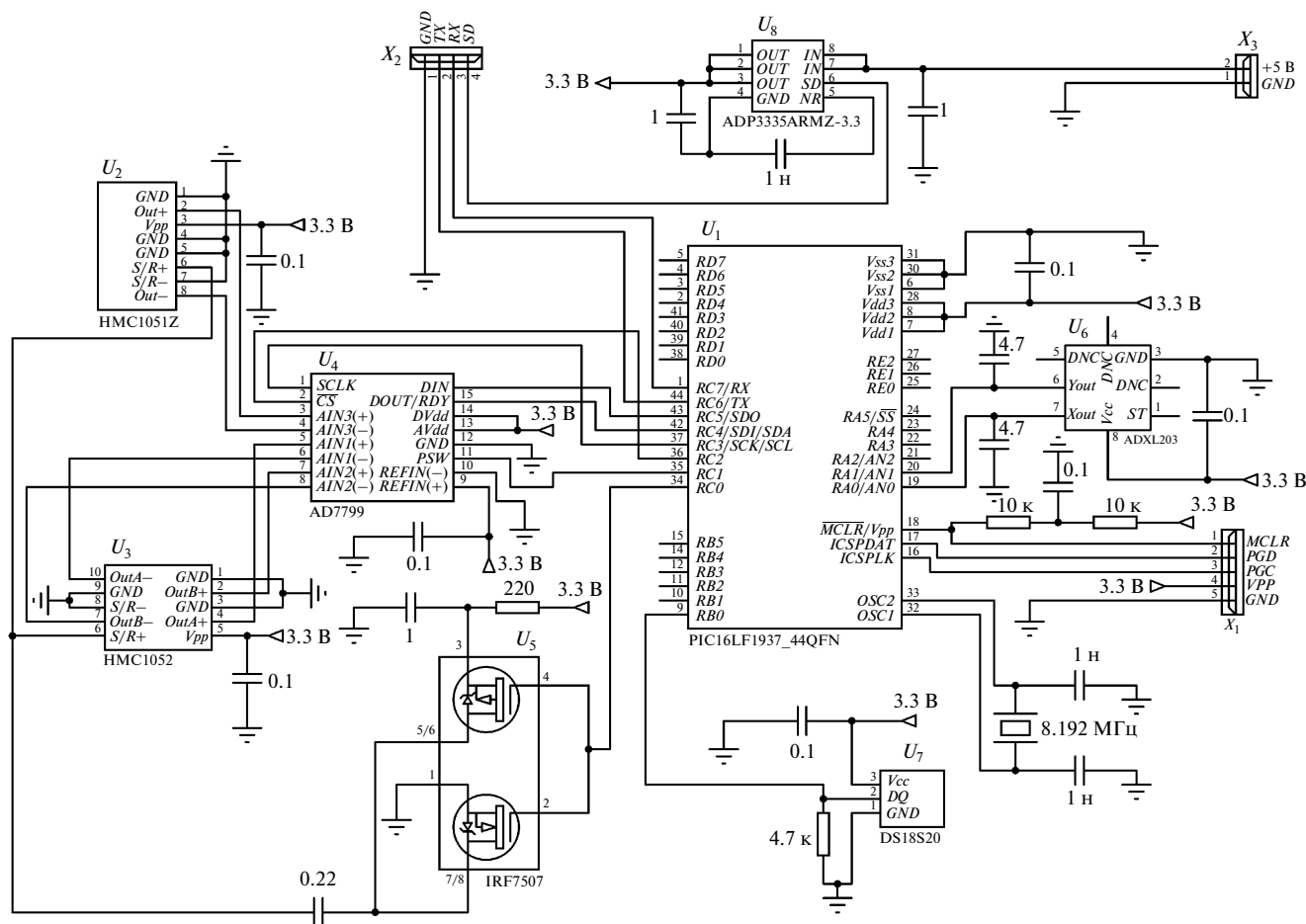
На данный момент задача определения ориентации объекта в пространстве является достаточно актуальной. Как известно [1], для однозначного определения положения любого произвольно ориентированного в пространстве объекта достаточно измерить три угловые координаты – азимут, угол тангажа и угол крена относительно выбранной оси. Если объект расположен горизонтально к поверхности Земли, то азимут данного объекта относительно направления на магнитный север можно определить по двум горизонтальным составляющим магнитного поля. В случае произвольного расположения объекта необходимо знать все три составляющие магнитного поля, а также углы крена и тангажа относительно выбранной оси [2].

Принципиальная схема устройства определения углов крена, тангажа и азимута объекта приведена на рисунке. Основным элементом для определения азимута является блок магниторезистивных датчиков, включающий в себя двухосный датчик НМС1052 [3] для измерения напряженности магнитного поля одновременно по осям X и Y и одноосный датчик НМС1051Z [3] для измерения напряженности магнитного поля по оси Z . Поскольку сигнал на выходе блока магниторезистивных датчиков является дифференциальным и достаточно мал по амплитуде (порядка нескольких милливольт), для его оцифровки используется 24-битный а.ц.п. AD7799 [4]. Данная микросхема позволяет программным путем установить коэффициент усиления дифференциального сигнала вплоть до 128, что в свою очередь дает возможность отказаться от дополнительного применения операционных усилителей. Данные в цифровом виде по SPI интерфейсу поступают в микроконтроллер PIC16LF1937 [5] для выполнения математических вычислений, описанных в [3].

При воздействии на магниторезистивный датчик сильного внешнего магнитного поля можно наблюдать эффект остаточной намагниченности, что связано с внутренней структурой пермаллоя, используемого в данных датчиках. Для предотвращения искажений в показаниях необходимо подать импульс *set/reset* [3], что обеспечивается с помощью транзисторной сборки IRF7507. В нормальном состоянии управляющий выход микроконтроллера находится в состоянии логической “1”. Для подачи импульса *set/reset* вывод кратковременно переводится в состояние логического “0”, а потом возвращается в “1”. При автономной работе блока определения ориентации данная процедура проводится каждые 15 с, что также позволяет избавиться от температурного дрейфа показаний датчика.

В качестве датчика углов крена и тангажа объекта использован двухосный акселерометр ADXL203 [6], выполненный на основе технологии микроэлектромеханических систем. Данный акселерометр позволяет измерять линейное ускорение по двум взаимно перпендикулярным осям. Таким образом, измеряя проекцию силы тяжести на оси акселерометра, можно определить углы крена и тангажа объекта относительно плоскости Земли. С выходов акселерометра “Xout” и “Yout” аналоговый сигнал, величина которого пропорциональна углам крена и тангажа, пройдя через фильтр низких частот, поступает на аналоговые входы микроконтроллера PIC16LF1937 (см. рисунок). Микроконтроллер при помощи встроенного 10-битного а.ц.п. оцифровывает сигнал и с помощью соответствующих алгебраических и тригонометрических преобразований, описанных в [6], определяет текущий угол наклона акселерометра относительно плоскости Земли.

Для компенсации программным путем температурной зависимости дрейфа нуля датчиков маг-



Принципиальная схема блока определения ориентации. ADP3335ARMZ-3.3 – линейный стабилизатор; AD7799 – а.п.п.; ADXL203 – акселерометр; PIC16LF1937 – микроконтроллер; HMC1051Z, HMC1052 – магниторезистивные датчики; DS18S20 – датчик температуры; X₁ – разъем для программирования микроконтроллера; X₂ – разъем последовательного порта USART; X₃ – разъем для подключения к блоку питания.

нитного поля и акселерометра в схему введен цифровой датчик температуры DS18S20 [7].

Результаты вычисления всех трех угловых координат (азимут, тангаж и крен) объекта, а также температура окружающей среды по последовательному порту выводятся непосредственно в систему навигации или на устройство отображения.

Основные технические характеристики. Откалиброванное устройство при точной настройке имеет следующие характеристики: диапазон измерения азимута от -180° до 180° относительно направления на магнитный север, погрешность измерения азимута $\leq 1^\circ$; диапазон измерения углов тангажа и крена от -60° до 60° относительно горизонтальной плоскости, погрешность измерения $\leq 0.5^\circ$.

К достоинствам описанной схемы блока определения ориентации можно также отнести возможность компенсации внешних искажающих магнитных полей, малые габариты и достаточно низкую потребляемую мощность (≤ 0.2 Вт).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алешкевич В.А., Деденко Л.Г., Караваяев В.А.* Механика твердого тела. Лекции (физический факультет МГУ). М.: Изд-во физического факультета МГУ, 1997.
2. *Caruso M.J.* // Sensors and Actuators. 1997. SEA SP-1220. (Feb. 1997) P. 15.
3. <http://www.ssec.honeywell.com/magnetic/datasheets/hmc1055.pdf>
4. http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD7798_7799.pdf
5. <http://www1.microchip.com/downloads/en/Device-Doc/41364D.pdf>
6. http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/ADXL103_203.pdf
7. <http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS18S20.pdf>

Адрес для справок: Россия, 184209, Анатиты Мурманской обл., ул. Академгородок, 26а, Полярный геофизический институт КНЦ РАН. E-mail: alexey.larchenko@gmail.com