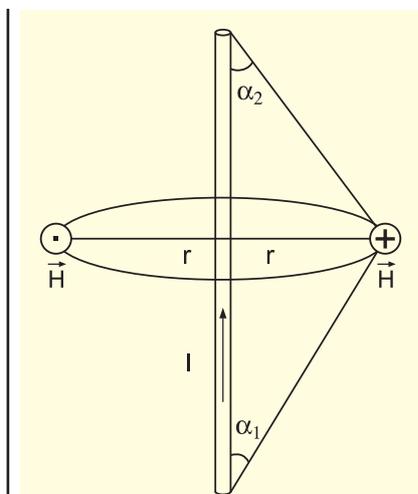


Измерение тока с помощью GMR-сенсоров фирмы NVE

Александр Шинкарь, главный специалист предприятия «КМ. Компоненты и системы»
E-mail: shynkar@km-cs.com

В статье рассмотрен пример построения схемы измерения тока, протекающего по печатному проводнику. В качестве датчика тока используется микросхема AA002-2 фирмы NVE Corporation.

Для измерения тока могут использоваться микросхемы серий AA или AAN. Измеряется напряженность магнитного поля на некотором расстоянии от проводника с током, который необходимо измерить. Напряжение или ток на выходе микросхемы сенсора соответствует величине напряженности поля H .



I – сила тока в проводнике,
 r – кратчайшее расстояние от точки измерения до проводника,
 α_1 и α_2 – углы между отрезком проводника и линией, соединяющей концы отрезка с точкой измерения.

Рисунок 1 Магнитное поле вокруг проводника с током

Как известно из учебника физики, напряженность магнитного поля, созданного конечным прямым проводником с током (рис. 1), равна

$$H = \frac{I}{4\pi r} (\cos\alpha_1 + \cos\alpha_2).$$

Направление вектора \vec{H} определяется по правилу правого винта. Вектор, направленный за чертеж, изображается крестиком \oplus . Вектор, направленный к нам – точкой \odot . Линия напряженности представляет собой окружность.

В каталоге фирмы NVE величина H выражается в Эрстедах (Oersted, Oe). Если пользоваться системой СИ, величина $1 \text{ Oe} = 79.62 \text{ A/m}$ в воздухе.

Покажем на примере, как можно измерить ток в проводнике, используя AA002-2 (корпус SOIC-8).



Рисунок 3 Проводник с током и микросхема AA002-2 по разным сторонам печатной платы

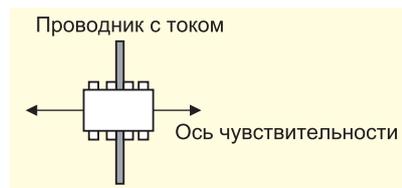


Рисунок 2 Ось чувствительности

Задача: Требуется измерять ток до 10 А, протекающий через проводник на печатной плате. Предусмотреть возможность регистрации превышения максимального значения.

Ось чувствительности к магнитному полю проходит вдоль корпуса микросхемы. Поэтому для максимальной чувствительности печатный проводник должен пересекать эту ось под углом 90° (рис.2).

Вычислим напряженность поля H внутри микросхемы (непосредственно на чувствительном элементе) при протекании тока 10 А.

Во-первых, просуммируем расстояние между центрами проводника с током и сенсора (рис. 3).

Для стандартной печатной платы толщина меди составляет 35 мкм и толщина покрытия примерно 20 мкм. Но разброс толщины самой платы может быть больше. Для толщины PCB 1.6 мм разброс ±10% составит ±160 мкм. Это нужно учитывать, так как величина расстояния между центрами проводника с током и сенсора очень сильно влияет на результат. Из-за разброса толщины платы на практике для расчетов за эту величину принимают а + с. Таким образом, для стандартной платы толщиной 1.6 мм расстояние между центрами проводника с током и сенсора составит примерно 2.75 мм (1.6 мм + 1.154 мм, но не стоит увлекаться количеством знаков после запятой). Разброс толщины печатной платы даст разброс напряженности поля, воздействующего на сенсор. Этот небольшой разброс можно устранить электроникой, предусмотрев подстройку усиления, что обычно и делается для компенсации разброса номиналов радиокомпонентов.

Во-вторых, необходимо знать длину проводника с током (рис.4).

Формула для расчета выглядит следующим образом:

$$H = \frac{I(\cos\alpha_1 + \cos\alpha_2)}{4\pi r} \text{ A/m,}$$

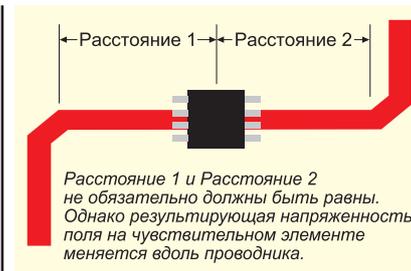


Рисунок 4 Фрагмент печатной платы

где I — ток в проводнике, r — расстояние от проводника до чувствительного элемента.

Для упрощения расчетов и помощи при выборе микросхемы датчика смотрите на сайте NVE страницу Excel-формата: <http://www.nve.com/technicalTools.htm>.

Для тока 10 А и при следующих исходных данных получаем расчетные величины напряженности поля H .

1. $I = 10 \text{ A}$.
2. $r = (a+b) = 2.754 \text{ mm}$
3. Примем Расстояние1 = Расстояние 2 = 10 mm, $\alpha_1 = \alpha_2 = \tan^{-1}(2.754/10) = 0.268738 \text{ рад}$.

Таким образом,

$$H = \frac{10(\cos 0,268738 + \cos 0,268738)}{4\pi \times 0.002754}$$

$$= 557.16 \text{ A/m}$$

$$= 6.998 \text{ Oe}$$

Используя страницу Excel-формата (Field Current Calculator) на сайте NVE, можно видеть также, какое будет выходное напряжение для различных датчиков при выбранном напряжении питания.

Пример схемотехнического решения

Чувствительный мостик микросхемы AA002-2 (рис. 5) питается от источника тока, образованного 5В-стабилизатором LM2936 и резистором R2. При токе 10 А на выходе мостика будет примерно 200 мV. Это напряжение усиливается в 25 раз (определяется резисторами R3 и VR1) усилителем INA118, давая уже 5 V. Вторая половина LM358 образует компаратор, который срабатывает при 5 V, включая светодиод LED. Гистерезис компаратора примерно 1 V. R_a , R_b , C_a и C_b — используются, если нужно ослабить воздействие на схему промышленных помех. Показанные номиналы обеспечивают -3db на частоте 1590 Hz.

Толщина медной фольги на плате около 105 мкм. При протекания тока 10 А перегрев проводника с током шириной 2.54 мм составляет около 10 °C.

Получить информацию и заказать любые датчики NVE можно по телефону: 442-94-58, 239-98-68.

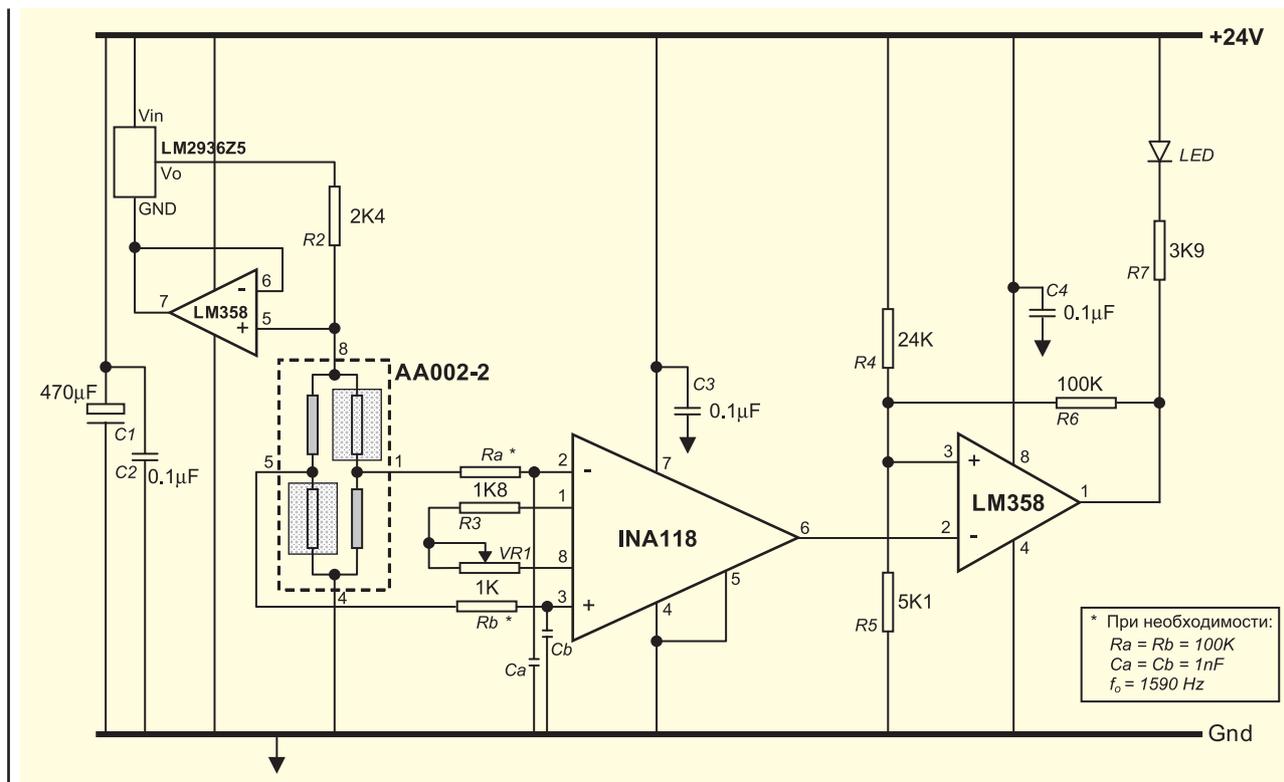


Рисунок 5 Использование AA002-2 в схеме измерения тока до 10А