

РАЗРАБОТКА БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ИЗЛУЧАТЕЛЕМ АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА ДЛЯ СИСТЕМЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Вотчинников Н. А. (ИТМО), Сычёва С. Д. (ИТМО), Кузнецов В. Н. (ИТМО), Пиха Д. В. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук Волковский С. А. (ИТМО)

Введение. Перспективным направлением развития ультразвукового дефектоскопического метода в сторону дальнейшего увеличения разрешающей способности является применение интерферометрических датчиков на основе чирпированных волоконных брэгговских решёток (ЧВБР) для регистрации акустических колебаний. Их чувствительность к высокочастотным ультразвуковым воздействиям позволяет использовать опорные акустические колебания с частотой порядка 10^6 Гц [1].

Зачастую для генерации таких колебаний используют пьезоэлектрические излучатели. Существенным недостатком данных излучателей является то, что для достижения высокой выходной мощности необходима управляющая схема, способная с высокой скоростью заряжать преимущественно ёмкостную нагрузку до напряжений около 1000 В [2].

С развитием методов ультразвуковой дефектоскопии актуальна разработка системы, способной соответствовать возрастающим требованиям по скорости переключения и генерации высокочастотных высоковольтных воздействий.

Основная часть. Основой разработанного модуля является переключательная push-pull схема на высоковольтных полевых транзисторах. Подобные схемы широко используются для переключения реактивных нагрузок [2]. Переключение транзисторов по входному импульсу осуществляется с помощью управляющей микросхемы.

Существенным ограничением является высокий импульсный ток зарядки. Для того, чтобы источник мог обеспечить большой выходной ток в короткий промежуток времени, параллельно ему подключается высоковольтный конденсатор. Его номинал подбирается в соответствии с ёмкостью нагрузки. Транзисторы в push-pull схеме подбираются исходя из требований к устойчивости по импульсному току и напряжению.

Другой проблемой являются эффекты, возникающие при быстром изменении напряжения во времени. При резком переключении напряжения на выходе схемы импульсный ток, протекающий через паразитную ёмкость сток-затвор транзистора, приводит к его спонтанному открытию и короткому замыканию, выводящему схему из строя. Ограничение величины тока переключения затвора транзистора позволяет решить указанную проблему.

В среде Modelsim произведена симуляция схемы управления пьезоизлучателем. Симуляция показала, что схема при подключении эквивалентного пьезоизлучателю колебательного контура с ёмкостью 5 нФ способна генерировать на выходе импульсы длительностью не менее 1 мкс. Полученного значения достаточно, чтобы управлять пьезоизлучателями с резонансной частотой до 1 МГц.

Осуществлена трассировка печатной платы. Описаны меры, принятые для минимизации паразитных эффектов.

Готовое устройство было протестировано в составе опытного образца волоконно-оптической системы неразрушающего контроля с подключением пьезоэлектрических ультразвуковых излучателей широкого диапазона ёмкостей и резонансных частот.

Выводы. Разработан и протестирован модуль управления излучателем акустического сигнала. Амплитуда выходного импульсного сигнала составила 920 В, длительность фронта выходного импульса составила 3.62 мкс. Возможны дополнительные меры для увеличения скорости переключения.

Список использованных источников:

1. Сычева С.Д., Волковский С.А., Ефимов М.Е., Дейнека И.Г., Смирнов Д.С., Литвинов Е.В. Метод локализации воздействия в композитном материале с помощью волоконно-оптических датчиков акустической эмиссии. // Приборы и техника эксперимента. 2020. № 4. С. 73-77. DOI: 10.31857/S0032816220040230

2. L. Svilainis, A. Chaziachmetovas, V. Dumbrava. Efficient high voltage pulser for piezoelectric air coupled transducer. // Ultrasonics, 3 June 2012 – p. 225-231. DOI: 10.1016/j.ultras.2012.06.004

Вотчинников Н. А. (автор)

Подпись

Волковский С. А. (научный руководитель)

Подпись