

В. А. ПЛОТНИКОВ, Г. С. СЕРЕБРЯКОВ, Л. Н. ЧАСТУХИНА
(Москва)

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ФОТОПРИЕМНИК ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА ДВУХЧАСТОТНОГО ЛАЗЕРНОГО ИНТЕРФЕРОМЕТРА

Известно [1], что выходная информация двухчастотного лазерного интерферометра, используемого в координатно-расточных станках и прецизионных столах микроскопов, представляет собой квазигармонический сигнал, мгновенная частота которого пропорциональна измеряемой линейной скорости перемещения объекта и изменяется в довольно широких пределах (от 2 кГц до 3 МГц) [2]. При этом к блоку фотоприемника со стороны систем обработки информации предъявляются жесткие требования относительно разрешения весьма малых световых потоков (менее 10^{-6} Вт) с отношением сигнала к шуму S/N не менее 10 во всем упомянутом диапазоне частот.

Существующие фотоприемники, использующие фотоэлектронные умножители, позволяют решить эту задачу, но неудобны для эксплуатации в цеховых условиях из-за значительных габаритов и веса источников питания.

Ниже описывается компактный фотоприемник, разработанный на основе кремниевого фотодиода ФД-10КП и кремниевого интегрального операционного усилителя 1УТ401А.

Фотоприемник, принципиальная электрическая схема которого изображена на рисунке, устанавливается внутри кожуха стабилизированного гелий-неонового лазера, работающего на длине волны $\lambda = 0,63$ мкм.

Световой сигнал, протектированный фотодиодом, поступает на неинвертирующий вход операционного усилителя. Величина нагрузочного сопротивления фотодиода R_1 выбрана равной 10 кОм. Дальнейшее увеличение нагрузки нецелесообразно, поскольку начинает сказываться шунтирующее действие собственной емкости фотодиода. Для фотодиода ФД-10КП эта емкость имеет величину менее 10 пФ и является самой малой по сравнению с собственными емкостями других отечественных фотодиодов (ФД-9Э111, ФД-1690, ФД-1691).

Операционный усилитель, работающий в режиме видеосушителя, охвачен отрицательной обратной связью, подаваемой на инвертирующий вход через резистор R_5 . Такое включение обратной связи позволяет расширить полосу рабочих частот усилителя до 1,5 МГц. Конденсаторы C_3 и C_4 служат для предотвращения возбуждения.

При значениях резисторов и конденсаторов, указанных на схеме, коэффициент усиления усилителя по напряжению $KU = 100$ в полосе частот от 100 Гц до 1,2 МГц при неравномерности ± 3 дБ, коэффициент шума 5 дБ, коэффициент нелинейных искажений не превышает 0,1%, входной импеданс не более 10 кОм. Максимальный неискаженный сигнал на выходе усилителя $U_{\text{вых}} = 2$ В (действующее значение). Эти параметры усилителя снимались при температуре окружающей среды 20°C и относительной влажности 60%.

Фотодиод ФД-10КП, работающий в фотодиодном режиме, и описанный усилитель образуют вместе маломощный фотоприемник, который при выходном потоке стабилизированного гелий-неонового лазера $P_{\sim} = 2 \cdot 10^{-7}$ Вт, изменяющемся по синусоидальному закону в диапазоне частот от 200 Гц до 1 МГц, выдает на выходе синусоидальный электрический сигнал с амплитудой $U_{\text{вых}} = 25$ мВ при $S/N = 10$, т. е. пороговый поток составляет $2 \cdot 10^{-8}$ Вт.

В заключение отметим, что фотодиод ФД-9Э111В, включенный на вход упомянутого усилителя, при тех же параметрах выходного луча стабилизированного гелий-неонового лазера обеспечивает $S/N = 6,5$, фотодиод ФД-1690 — только 1,5.

Авторы благодарны Б. В. Рыбакову за стимулирующие дискуссии.

ЛИТЕРАТУРА

1. H. de Lang, G. Gouwhuis. [Б. н.] — Philips Technical Review, 1969, v. 30, № 6/7.
2. A. S. Baglay, L. S. Cutler, J. F. Rando. [Б. н.] Патент США № 3 458 259, 1969.

Поступило в редакцию
19 июля 1972 г.

