

В. Поляков, RA3AAE

В этой статье нет ничего нового, она позволяет лишь взглянуть под иным углом зрения на давно известные факты, а также может послужить общеобразовательным целям. Есть и немного ностальгии...

Хорошо известно, что электрически короткие проволочные или штыревые антенны (длиной менее четверти волны) имеют емкостное реактивное сопротивление X и малое активное сопротивление излучения r , причем первое растет с укорочением антенны, а второе — уменьшается. Потери в самой антенне весьма малы, это подтверждают и программы моделирования антенн, например MMANA, показывая высокий КПД. Потери возникают в согласующей катушке (удлиняющей, либо контурной) и в заземлении.

Эквивалентную схему короткой заземленной приемной антенны обычно изображают так, как на рис. 1 справа. E обозначает напряженность поля принимаемого сигнала, а h_d — действующую высоту антенны. Слева показана сама антенна и распределение тока в ней. Оно синусоидальное, но для коротких антенн его приближенно считают треугольным.

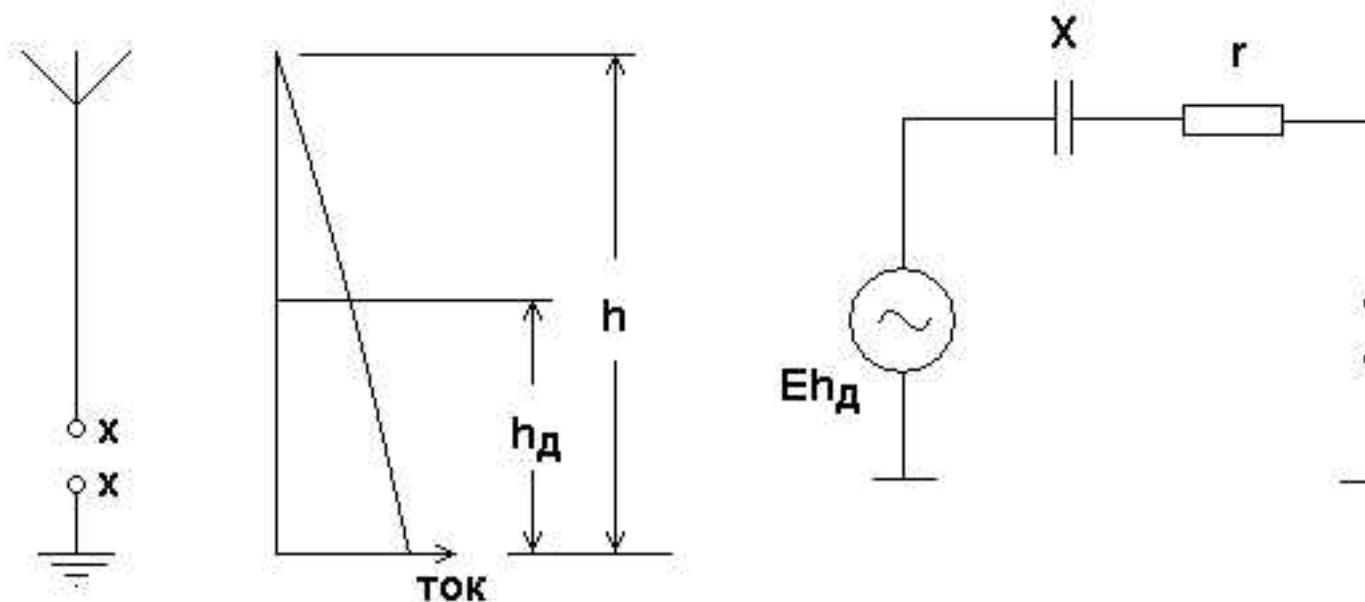


Рис. 1

Емкостное сопротивление X и сопротивление излучения r антенны определяют по формулам, приводимым во многих книгах и учебниках:

$$X = W \operatorname{ctg}(2\pi h/l), \text{ и } r = 160\pi^2 (h\delta/l)^2,$$

где W — волновое сопротивление провода антенны.

Формулы удастся упростить, введя волновое число $k = 2\pi/l$ и заменив умножение на котангенс делением на тангенс, а его, в свою очередь, заменив аргументом, ввиду его малости ($h \ll l$). С учетом того, что действующая высота $h\delta$ антенны в виде короткого вертикального провода равна половине геометрической h из-за треугольного распределения тока, получим:

$$X = W/kh, \text{ и } r = 10(kh)^2.$$

К сожалению, эквивалентная схема на рис. 1 недостаточно наглядна, поскольку не показывает реального шунтирования входа приемника антенной. Целесообразно воспользоваться правилами преобразования последовательного соединения емкости и активного сопротивления в параллельное (см. книги по теории цепей). Для нашего случая, когда $r \ll X$, они очень просты (рис. 2).

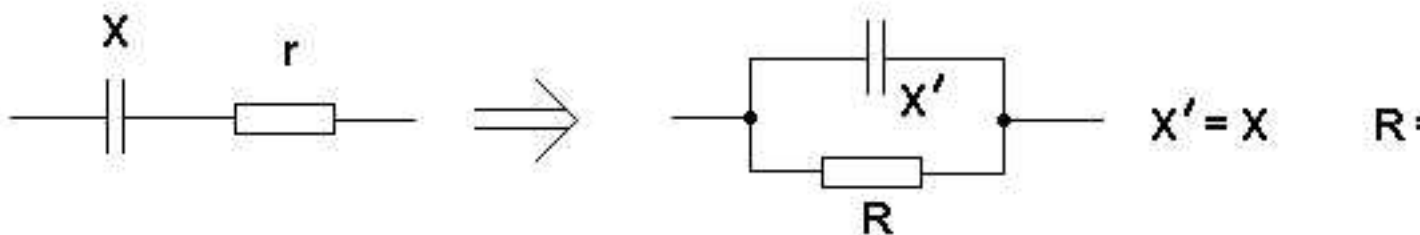


Рис. 2

Получившаяся эквивалентная схема приемной антенны показана на рис. 3, и из нее видно, что импеданс антенны определяется параллельно включенными емкостью C и резистором R . Этот импеданс шунтирует вход приемника независимо от того, есть напряжение сигнала на антенне, или его нет. Емкость C — это просто емкость антенны, для тонкого провода ее легко найти из расчета 5...7 пФ/м, а для относительно "толстых" телескопических антенн — 8...12 пФ/м.

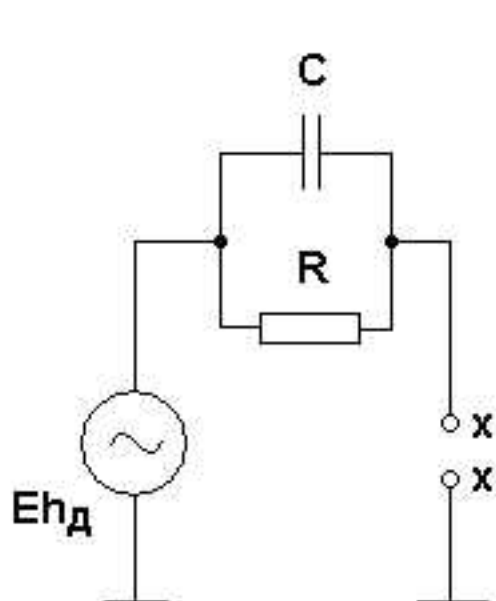


Рис. 3

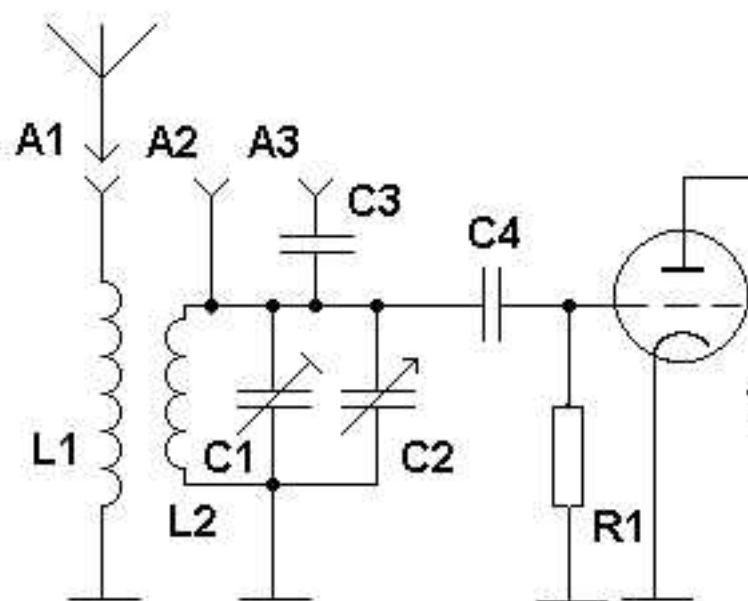


Рис. 4

Вопрос: Почему при расчете импеданса короткой антенны (длина волны 0,1) не учитываются потери в диэлектрике? Ответ: Потому что при расчете импеданса короткой антенны (длина волны 0,1) не учитываются потери в диэлектрике.