

設計ガイドラインセミナー入門編 第2部（伝送線路編）へのお誘い

設計ガイドラインセミナー入門編では、電気回路に出てくる電気現象であっても電磁気学をベースにした考え方で考察しています。EMC問題を解決するためには、特にこの考え方が重要であり、解決の糸口を得る手段でもあります。

大学や高専において、

- (1)高周波回路や伝送回路、電磁波工学を受講しなかった、または開講されていなかったのでこの分野の考え方が不完全である。
- (2)電気回路と電磁気学とは全く別の授業であったので関連性がはっきりしていない。
- (3)現場設計は前例を参考にしているが、部品配置や配線設計などを何故そうするのか、何故した方がいいのか説明できない。

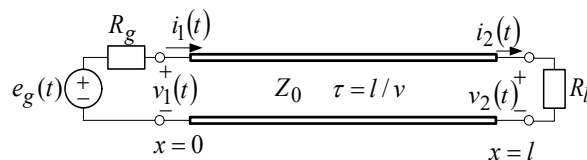
などと、一抹の不安や疑問をお持ちではありませんか？

次は入門編第2部(伝送線路編)で取り扱っている問題です。この現象を理解したいと思いませんか？

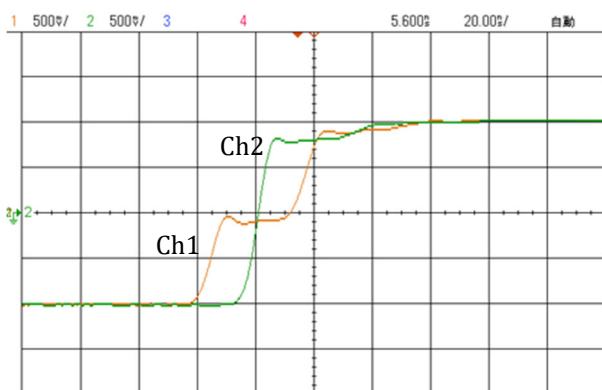
難しい計算式を使用しない定性的な説明と、さらに各自が行う実験で理解できるようにしています。

- 長さ 3m の特性インピーダンス 50Ω の同軸線路(RG-58/AU)をステップ電圧($R_g = 60\Omega$)で励振し、終端には負荷抵抗 R_l が接続されている。同軸線路の入力端電圧(橙色 Ch1)と負荷抵抗の端子間電圧(緑色 Ch2)がグラフのように測定された。左図が $R_l = \infty$ 、右図が $R_l = 20\Omega$ のときである。

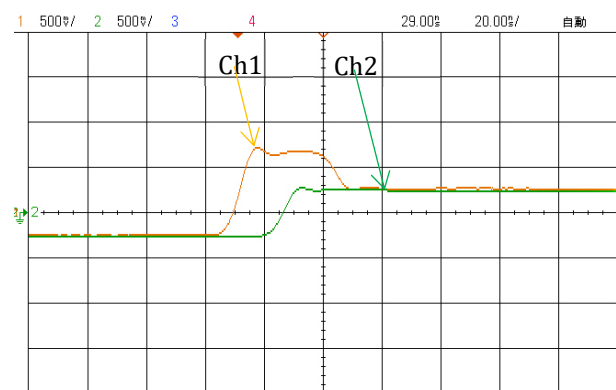
何故このような観測波形になるのでしょうか？



(a)



(b)



(c)

図1 同軸線路のステップ応答

- 線路長が波長に比べて短い線路の終端が開放にしてある。この線路の近くの電界を微小ダイポールで観測した。その結果がグラフに示すようになった。線路方向の電界成分(E_x)は非常に小さく、それと直交する成分(E_y)は大きく観測されている。線路はどんな電磁界を発生しているのでしょうか？

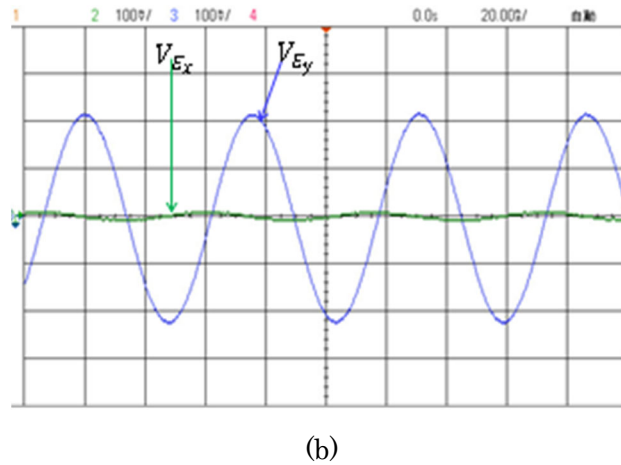
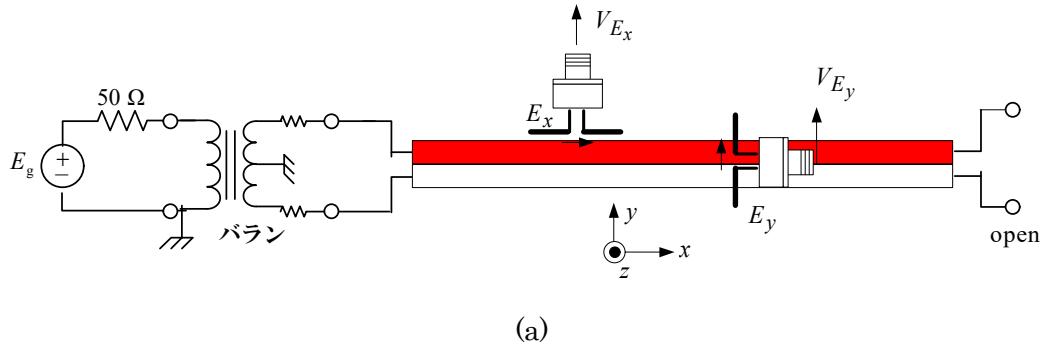
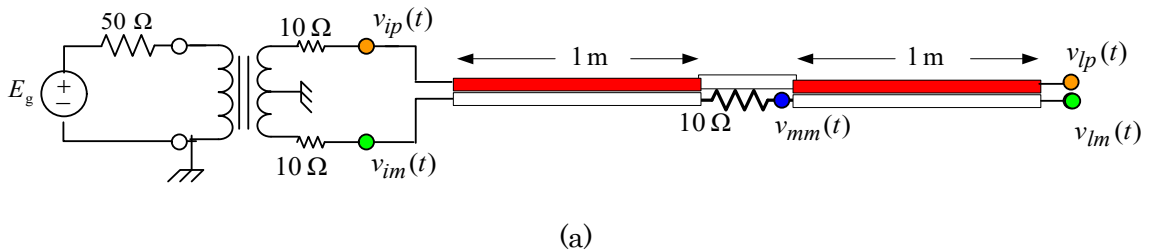


図 2 2 本線路が作る電界の観測例

- 2 本線路の片方の線の途中に抵抗が挿入され、終端が開放になっている。この線路をステップ電圧で励振したとき、回路の図中に示す観測点での電圧がグラフに示すようになった。一方の線の電圧は正、他方は負になっている理由は何でしょう？



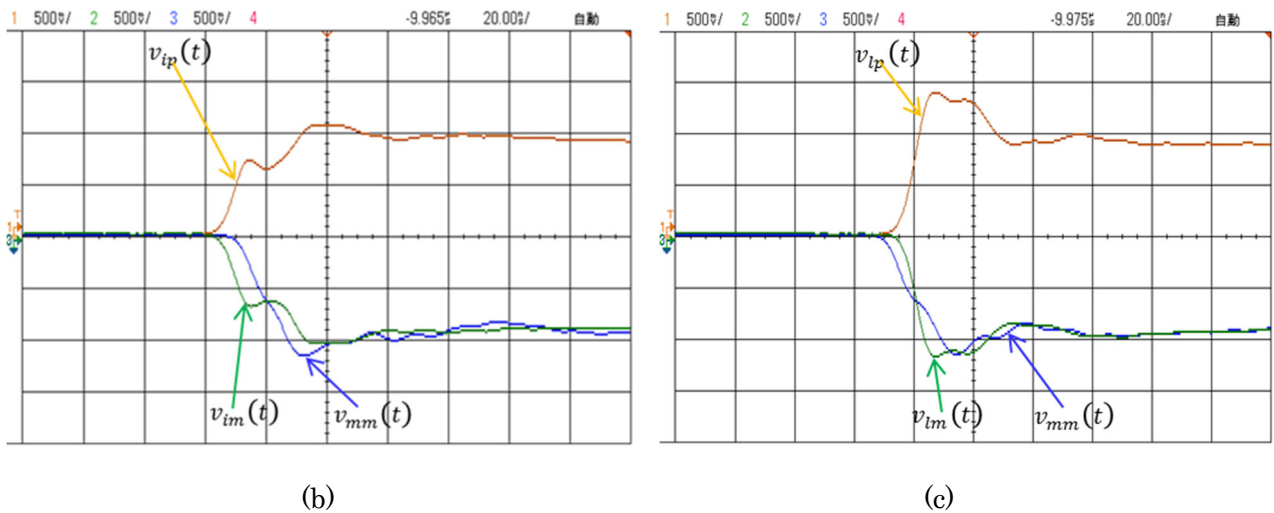


図3 伝送線路を伝搬する電圧波：

(b)では、**オレンジ色** = $v_{ip}(t)$ 、**緑色** = $v_{im}(t)$ 、**青色** = $v_{mm}(t)$

(c)では、**オレンジ色** = $v_{lp}(t)$ 、**緑色** = $v_{lm}(t)$ 、**青色** = $v_{mm}(t)$

- 2組の2本線路(ペア線)が束ねてある。一方のペア線の終端間を短絡して励振してある。他方のペア線の終端間抵抗の端子電圧($v_n(t)$ と $v_f(t)$)をオシロスコープで観測すると図の青($v_n(t)$)と赤($v_f(t)$)のように大きさが等しく、逆相(180度の位相差)になっている。励振されている線と近くの線路間で何かが発生しているようです。どんなメカニズムでこんな現象になるのでしょうか？

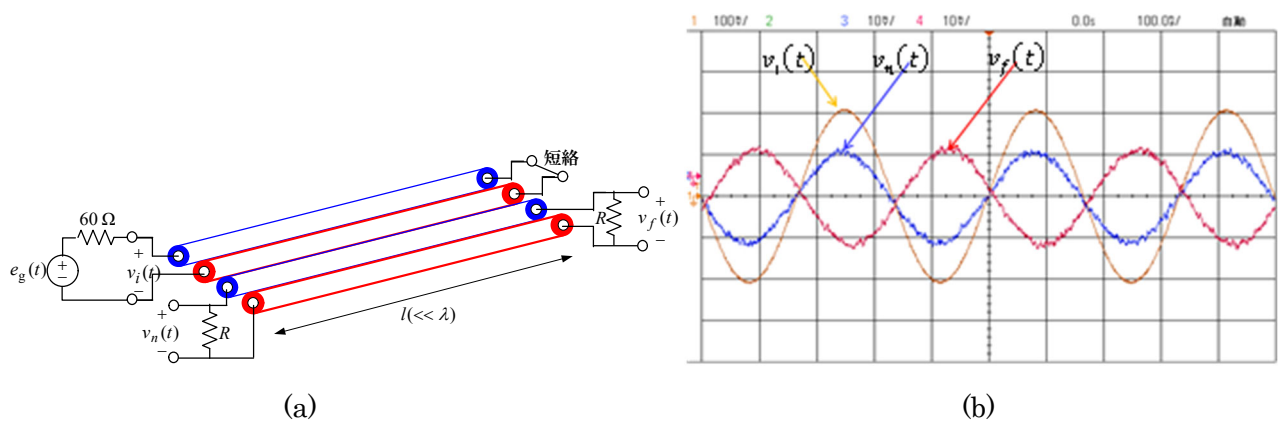


図4 線路間の妨害現象の例

設計ガイドラインセミナー入門編では、第1部(電気回路編)と第2部(伝送線路編)を準備しています。電気回路で取り扱う電圧と電流の世界と、電磁気学(電磁波)で取り扱う電界と磁界の世界の関係を明らかにしながら、難しい式を用いずに電気現象を説明し、実験で確認することを行っています。