

EM-våg, reflexion vid ändring av vågimpedansen.

FDTD-beräkning, 1-dim utbredning.

Graferna i detta dokument visar vad som sker med en TEM-våg när mediets elektromagnetiska egenskaper förändras. Våg som utbreder sig i två ihopkopplade media, som i den numeriska beräkningen är indelade i sammanlagt 200 celler. Medium 1 (cell 1-100) har relativa permittiviteten ϵ_{r1} och medium 2 (cell 101-201) har $\epsilon_{r2} \neq \epsilon_{r1}$. Detta innebär att vid gränsytan mellan områdena ändras vågimpedansen och fashastigheten, eftersom

$$Z_{TEM} = \sqrt{\frac{\mu_r \mu_0}{\epsilon_r \epsilon_0}}$$
$$v_{fas} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r \epsilon_0 \mu_r \mu_0}}$$

En ändring i Z_{TEM} resulterar i en reflexion av vågen, där reflexionskoefficienten för $\mathbf{E}$ -fältet vid övergång från medium 1 till medium 2 är

$$\Gamma = \frac{Z_{TEM,2} - Z_{TEM,1}}{Z_{TEM,2} + Z_{TEM,1}}$$

medan transmissionskoefficienten är

$$T = 1 + \Gamma = \frac{2 Z_{TEM,2}}{Z_{TEM,2} + Z_{TEM,1}}$$

Vågen som exemplifieras m.h.a. graferna genereras av en källa som matar in ett $\mathbf{E}$ -fält i form av en triangelformad puls från vänster rand in i medium 1. Pulsen ($\mathbf{E}$ -fältet och tillhörande $\mathbf{H}$ -fältet) utbreder inledningsvis sig åt höger. Efter det att pulsen har genererats så hålls vänster rand vid $\mathbf{E}=0$ (perfekt elektrisk ledare) medan höger rand är en perfekt magnetisk ledare. Resultaten vi får fram gäller även för en triangelformad spänningspuls i en förlustfri transmissionsledning. $\mathbf{E}$ ersätts då med spänningen V , $\mathbf{H}$ -fältet med strömmen I , μ med induktansen per meter L , ε med kapacitansen per meter C , och Z_{TEM} med karakteristiska impedansen $Z_0 = \sqrt{L/C}$. En rand i form av en perfekt elektrisk ledare motsvarar en kortsluten ledningsände och en perfekt magnetisk ledare en öppen ledningsände.

Ekvationerna har lösts med Yee algoritmen, som använder den numeriska metoden FDTD (finite-difference time-domain).

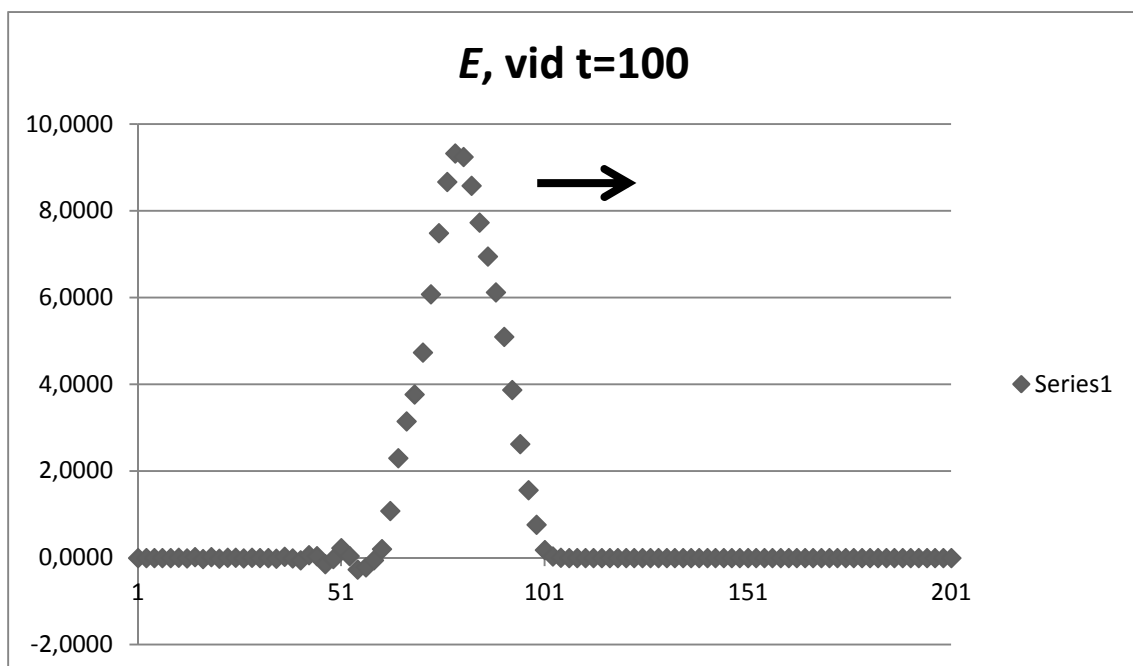
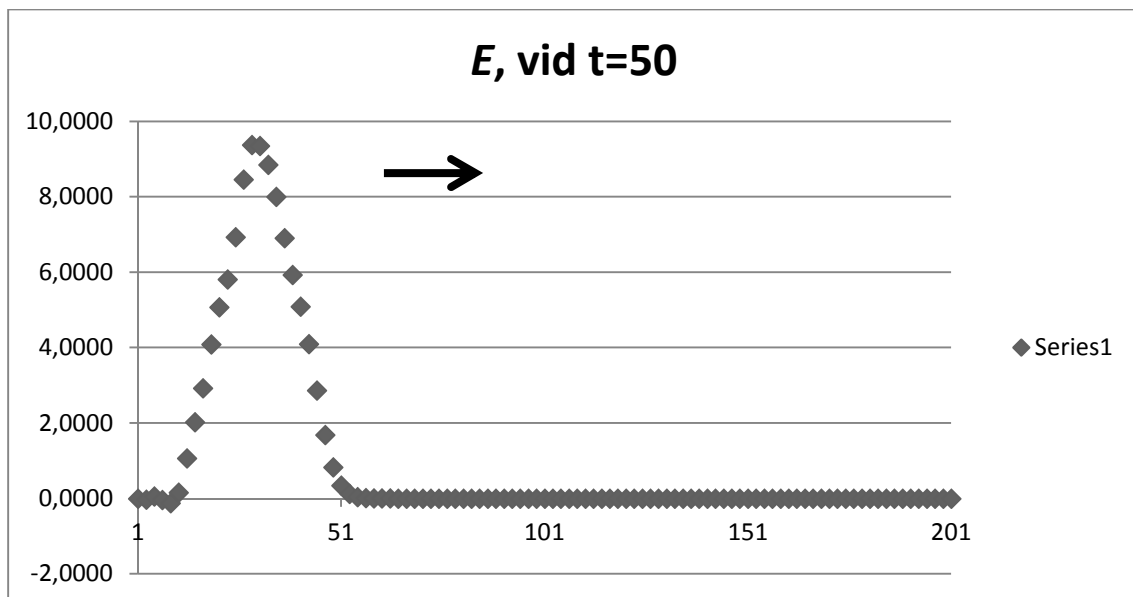
Figurerna visar två serier med graferna vid utvalda tidsögonblick. Första serien (fall 1) har $\varepsilon_{r1} = 1$ och $\varepsilon_{r2} = 4$, andra serien (fall 2) har $\varepsilon_{r1} = 4$ och $\varepsilon_{r2} = 1$.

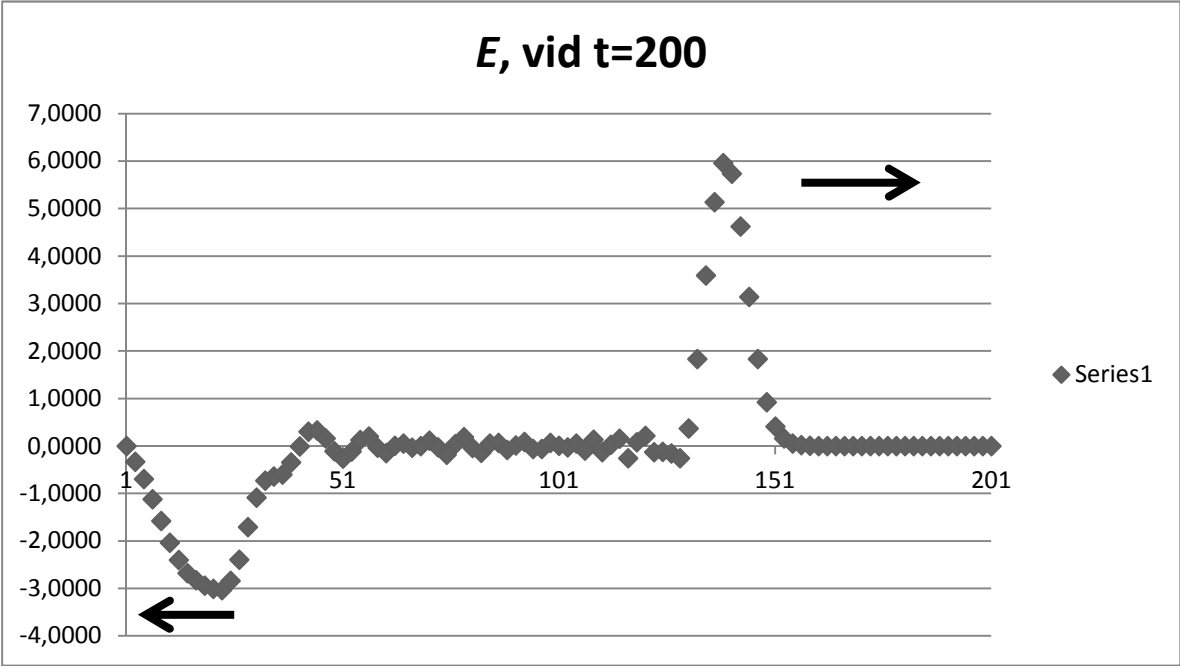
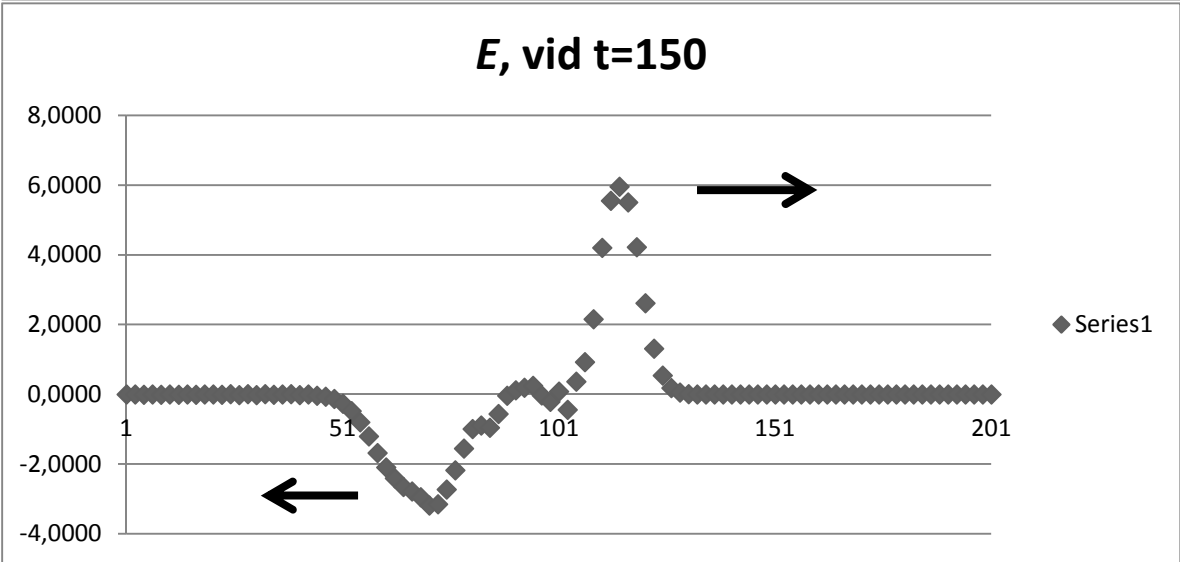
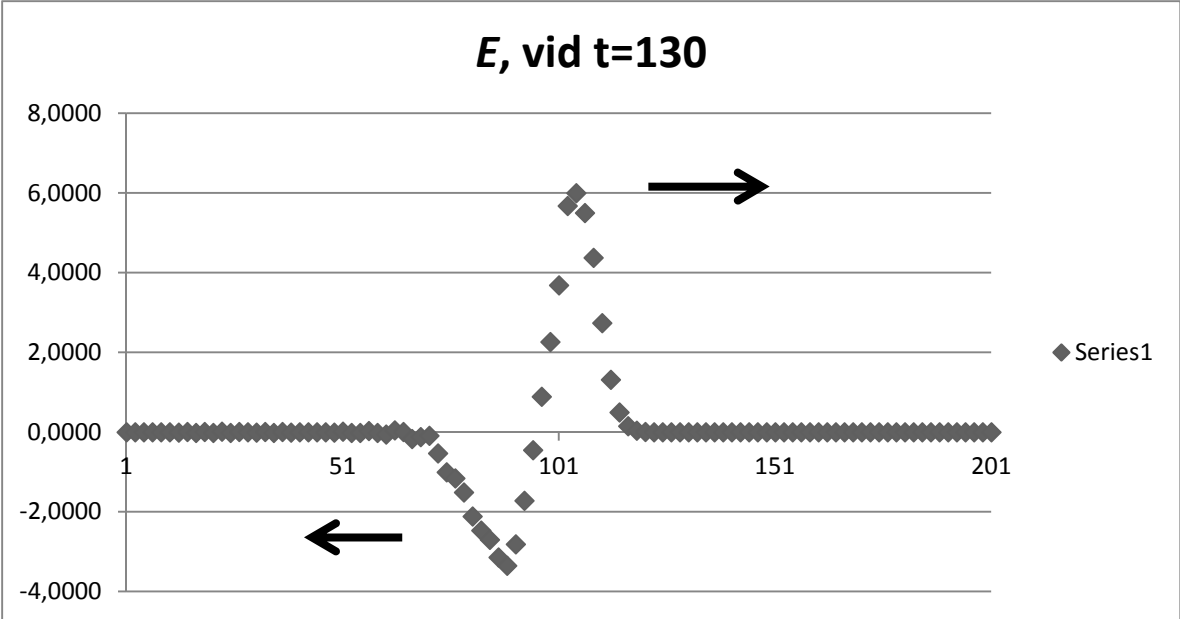
NÅGOT ATT FUNDERA PÅ:

- Observera vad som händer när pulsens ***E***-fält når gränsytan mellan medium 1 och 2 (cell 101). Stämmer det med teorin?
- Observera vad som händer när pulsens ***E***-fält når höger randpunkt (cell 201) där mediet blir en perfekt magnetisk ledare. Stämmer det med teorin?
- Jämför utbredningsfarten i medium 1 & 2. Kommentera!
- Jämför pulslängden (i rummet) i medium 1 & 2. Kommentera!

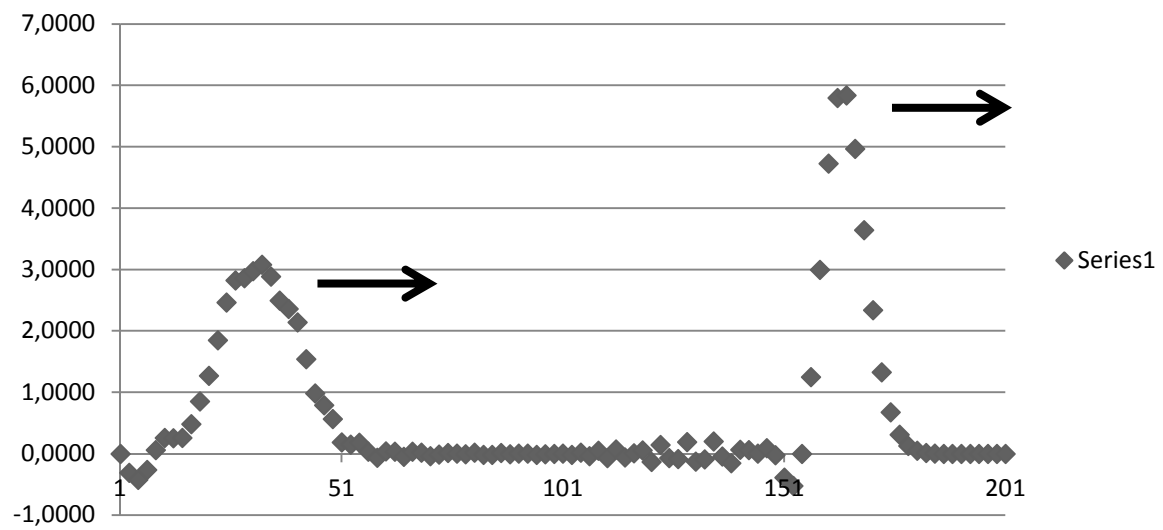
FALL 1: Triangelvågkälla matar in ett E -fält vid vänster rand, som sedan blir en perfekt elektrisk ledare. Höger rand är en perfekt magnetisk ledare. Medium 1 har $\varepsilon_{r1} = 1$ och medium 2 har $\varepsilon_{r2} = 4$.

Graferna visar elektriska fältstyrkan (volt/meter) som funktion av rumsposition (ospecificerad längdenhet) vid ett urval av tidpunkter (ospecificerad tidsenhet). Pil anger utbredningsriktning.

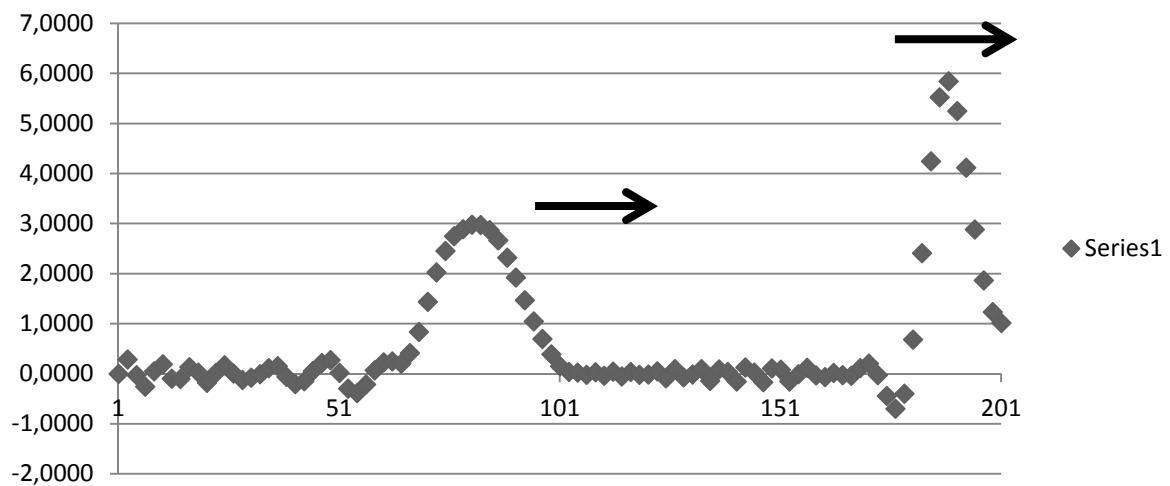




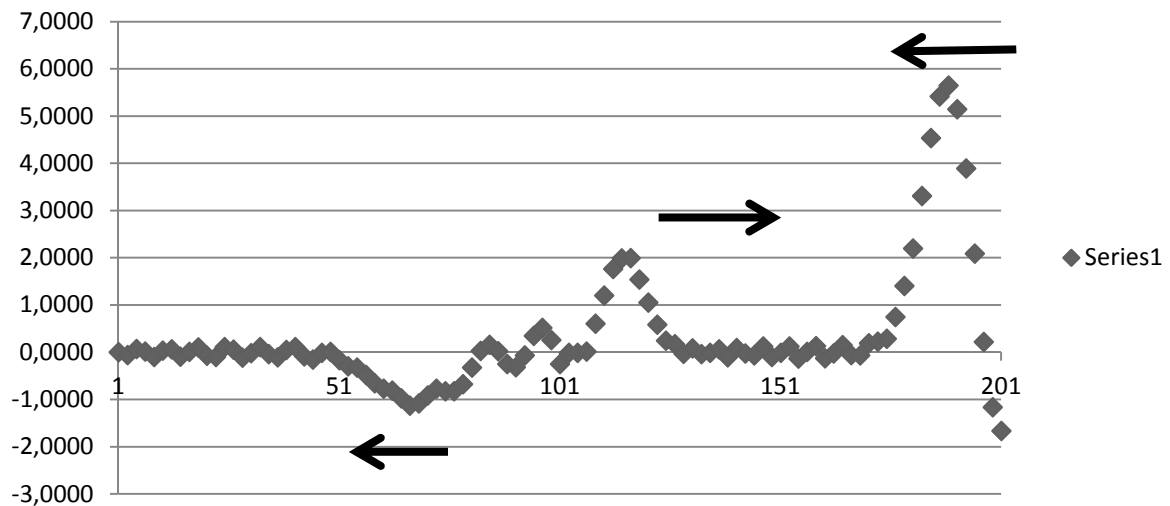
***E*, vid t=250**



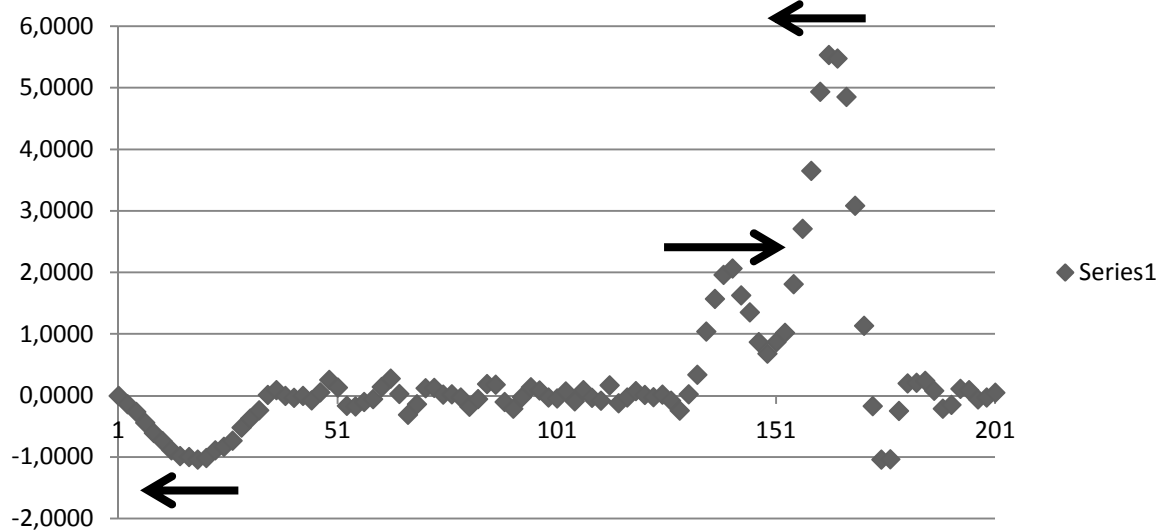
***E*, vid t=300**



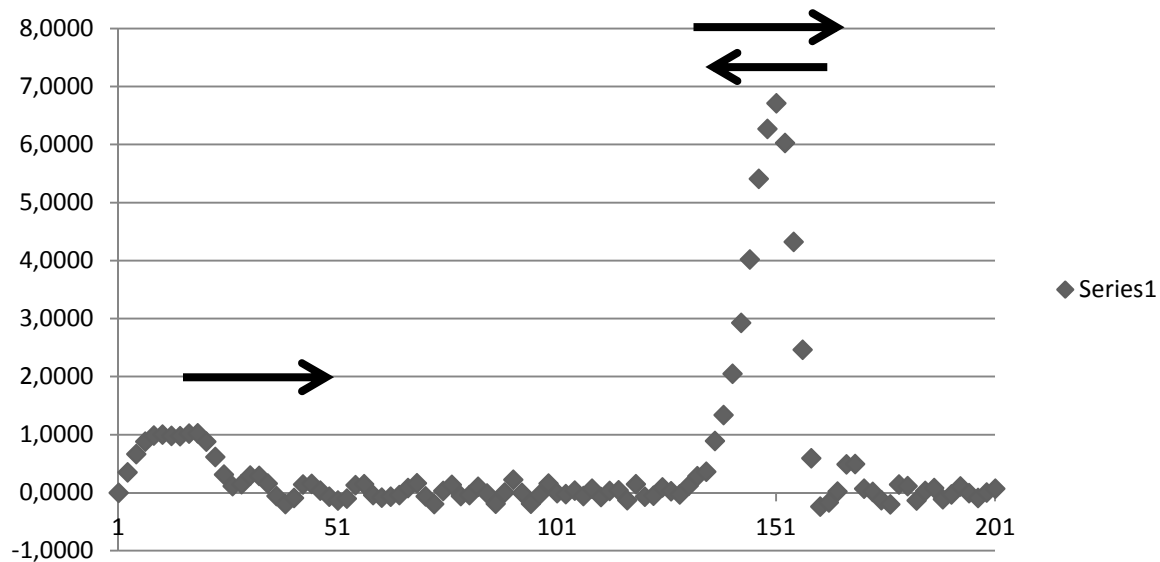
***E*, vid t=350**



***E*, vid t=400**

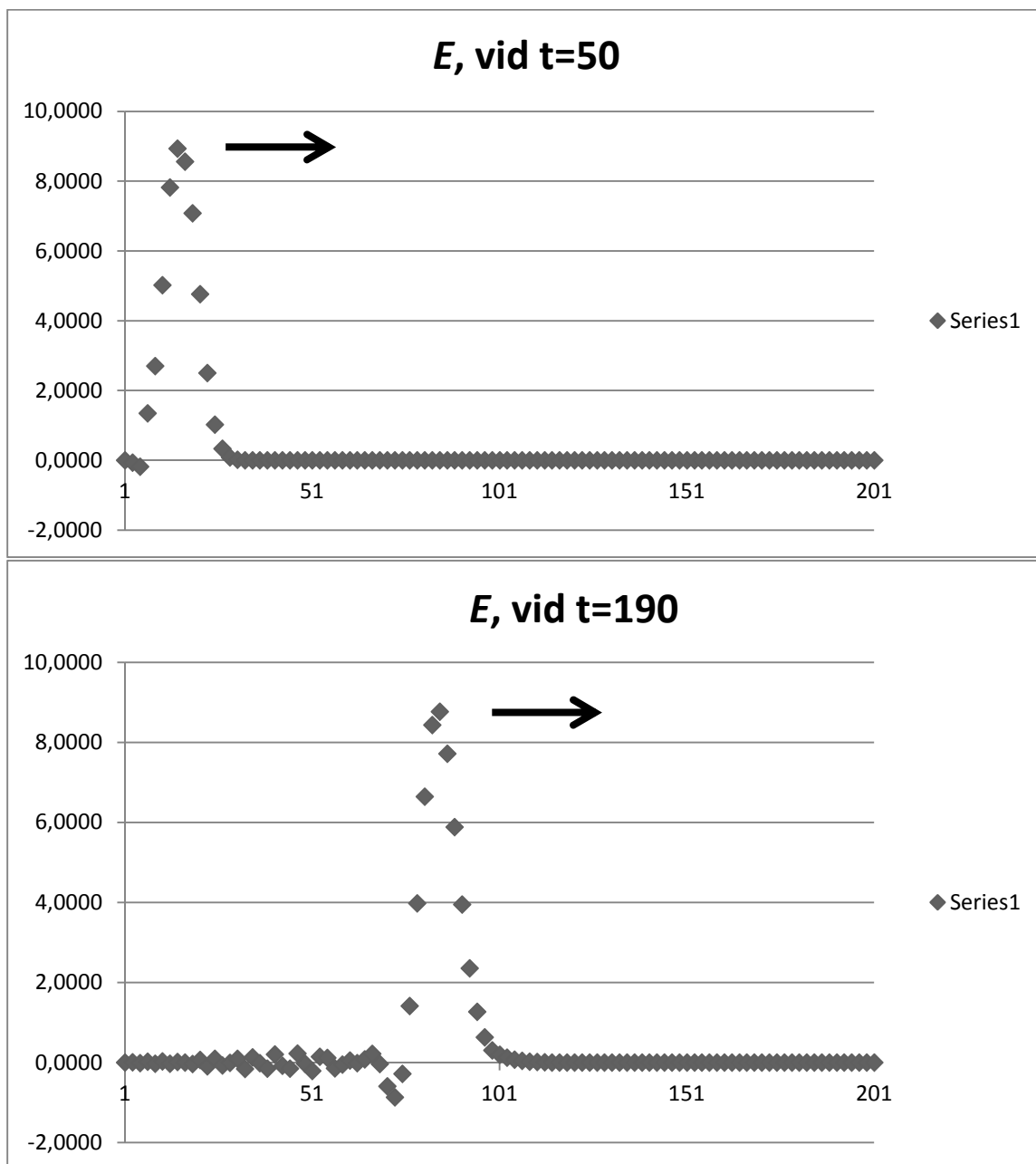


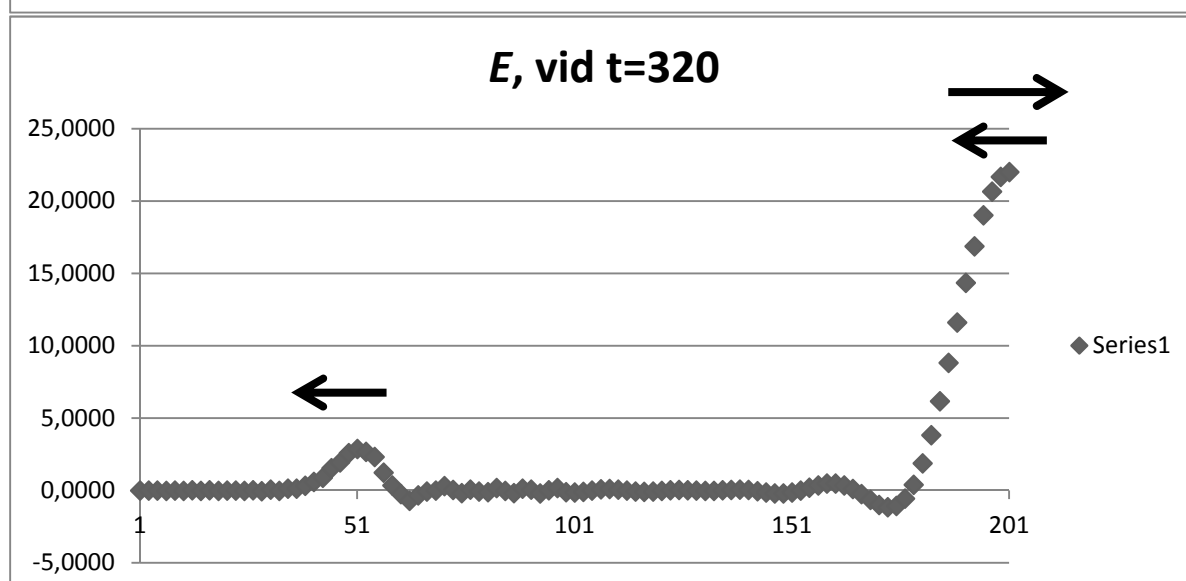
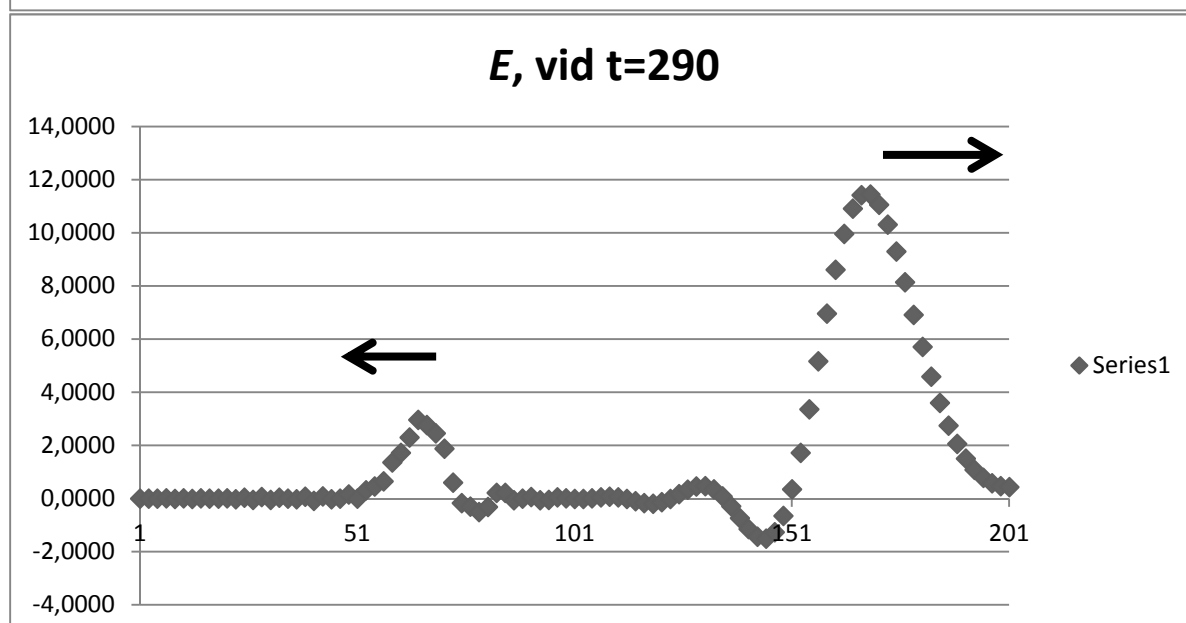
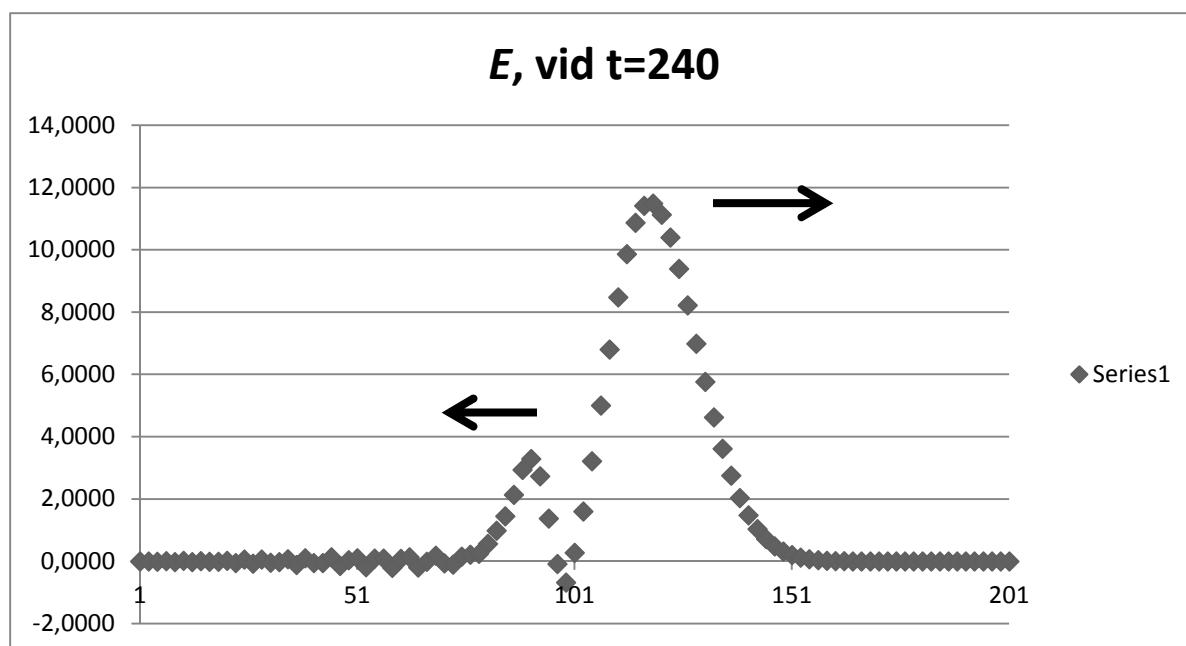
***E*, vid t=430**



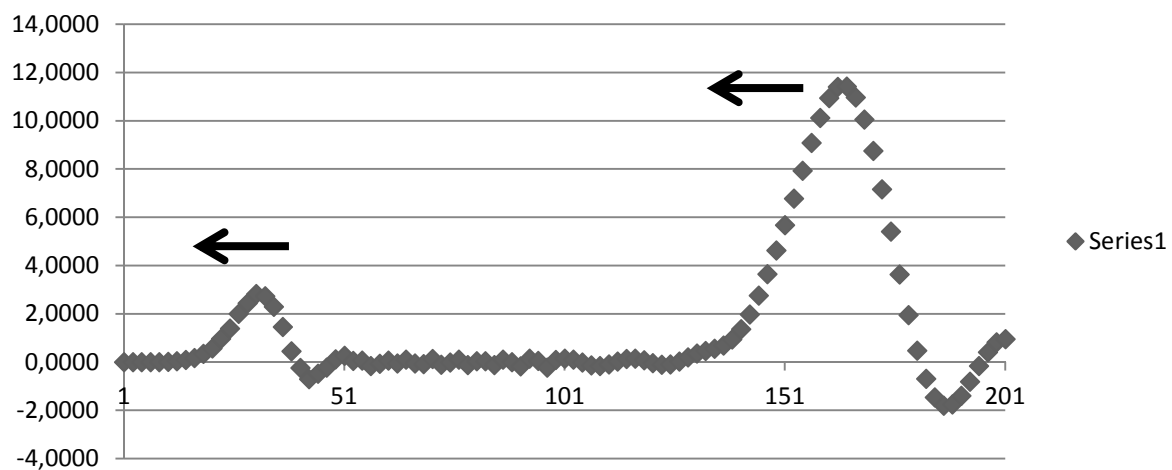
FALL 2: Triangelvågkälla matar in ett E -fält vid vänster rand, som sedan blir en perfekt elektrisk ledare. Höger rand är en perfekt magnetisk ledare. Medium 1 har $\varepsilon_{r1} = 4$ och medium 2 har $\varepsilon_{r2} = 1$.

Graferna visar elektriska fältstyrkan (volt/meter) som funktion av rumsposition (ospecificerad längdenhet) vid ett urval av tidpunkter (ospecificerad tidsenhet). Pil anger utbredningsriktning.





***E*, vid t=360**



***E*, vid t=430**

