

# 電子回路論 Electric Circuit 4th.

Shingo Katsumoto ISSP University of Tokyo

2015.11.5

# 3.1 Transfer Function of Two-Terminal Circuits

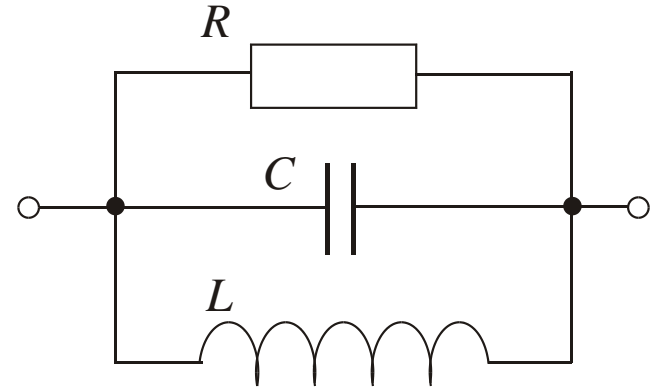
## 3.1.1 Resonance Circuits

Harmonic oscillator:  $\frac{dq}{dt} = -\omega_0^2 q$

Kirchhoff's law

$$L \frac{dJ_L}{dt} = -L \frac{d^2 q_L}{dt^2} = \frac{q}{C} = R J_R = R \frac{dq_R}{dt}$$

$$dq_L + dq_R + dq = 0$$

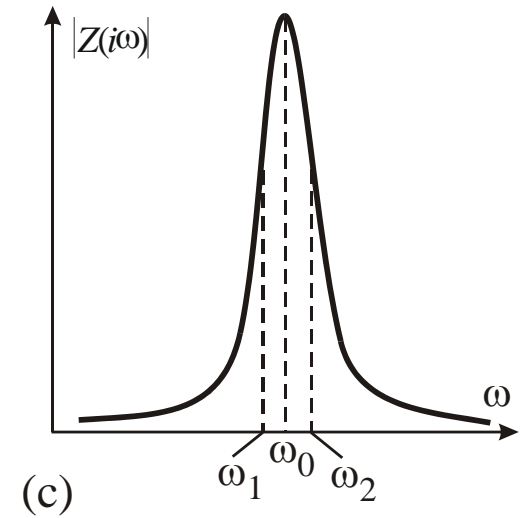
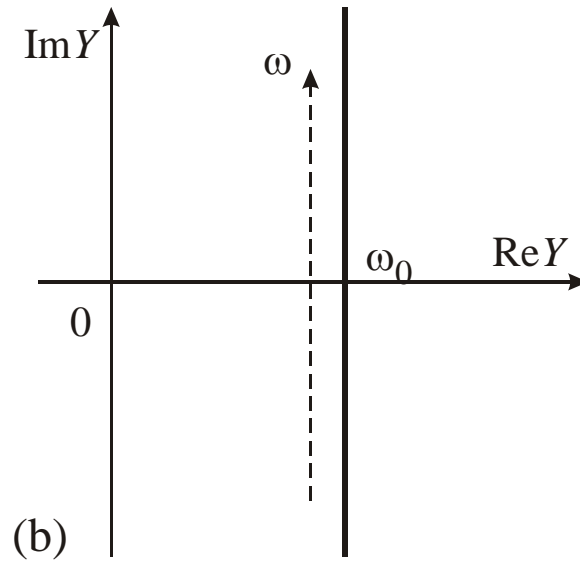
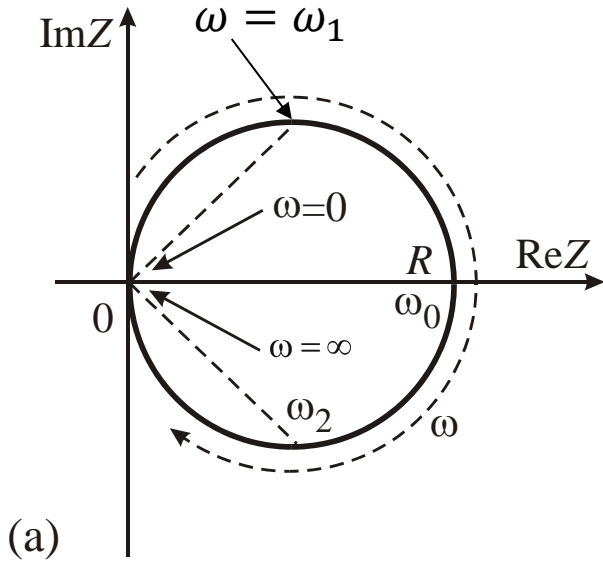


$$\frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{1}{CR} \frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC} q = \frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{1}{\tau} \frac{dq}{dt} + \omega_0^2 q = 0$$

$$q = \exp(\lambda t) \quad \lambda = \frac{1}{2\tau} \left[ -1 \pm \sqrt{1 - 4(\omega_0\tau)^2} \right] \approx -\frac{1}{2\tau} \pm i\omega_0 \quad (\omega_0\tau \gg 1)$$

Eigen frequency  $\omega_0$

# Resonance and Phase shift



多聞丸

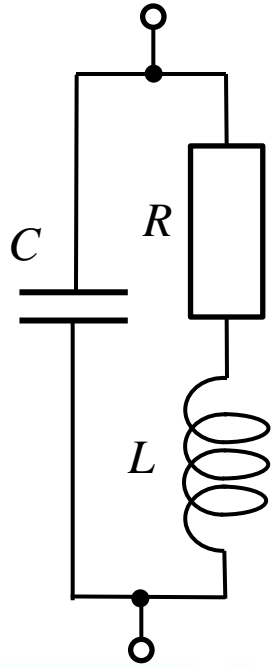


Resonance:  
Reactance = 0

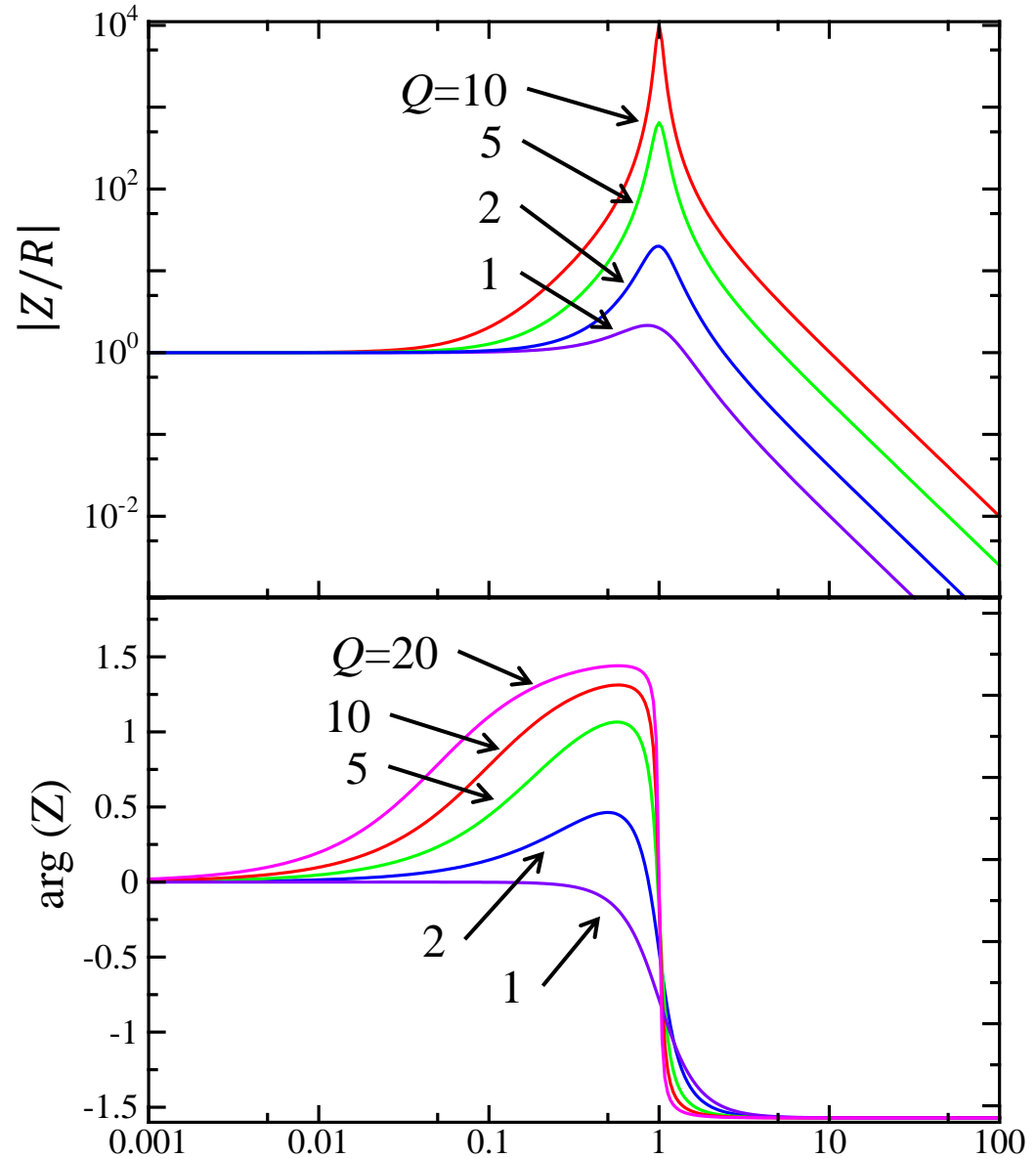
Total Phase Shift  
Change:  $\pi$

# Bode diagram

$$Z(i\omega) = \frac{R + i\omega L}{1 - \omega^2 LC + i\omega CR} = \frac{R + i\omega L}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} + i\omega CR}$$



$$Q \approx \omega_0 \frac{L}{R}$$

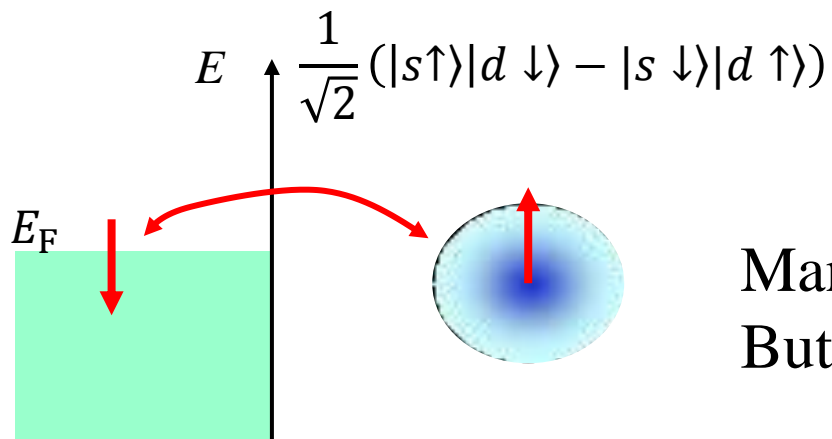




# Kondo Resonance and Phase shift

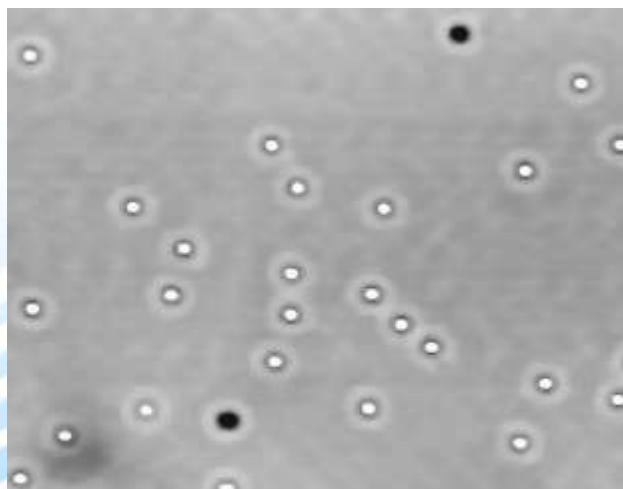


Jun Kondo

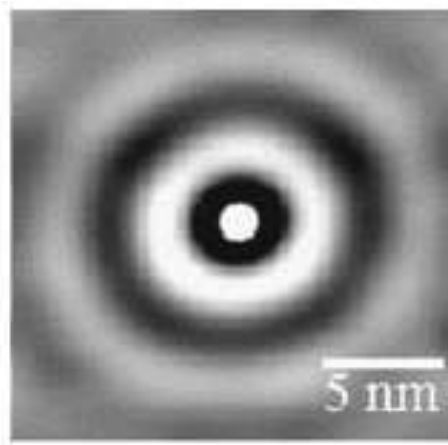


Many body resonance.  
But still has the phase shift of  $\pi/2$  !

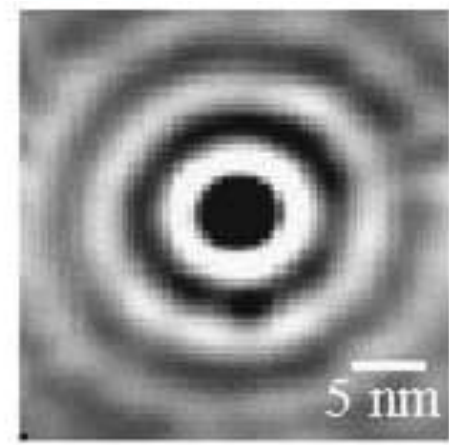
Co atoms on Ag (111) surface



Co (magnetic)



Defect (non-magnetic)

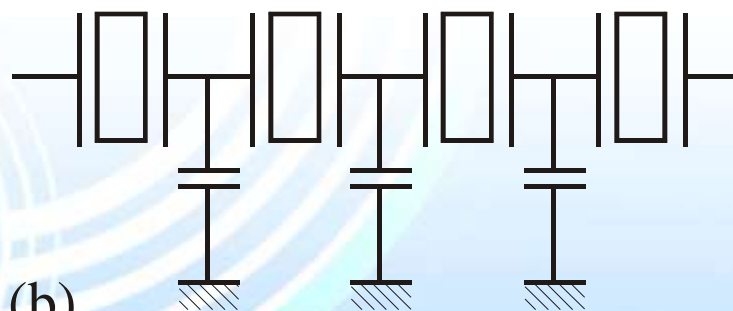


Schneider et al., Phys. Rev. B65, 121406 (2002).

# Quartz crystal filter

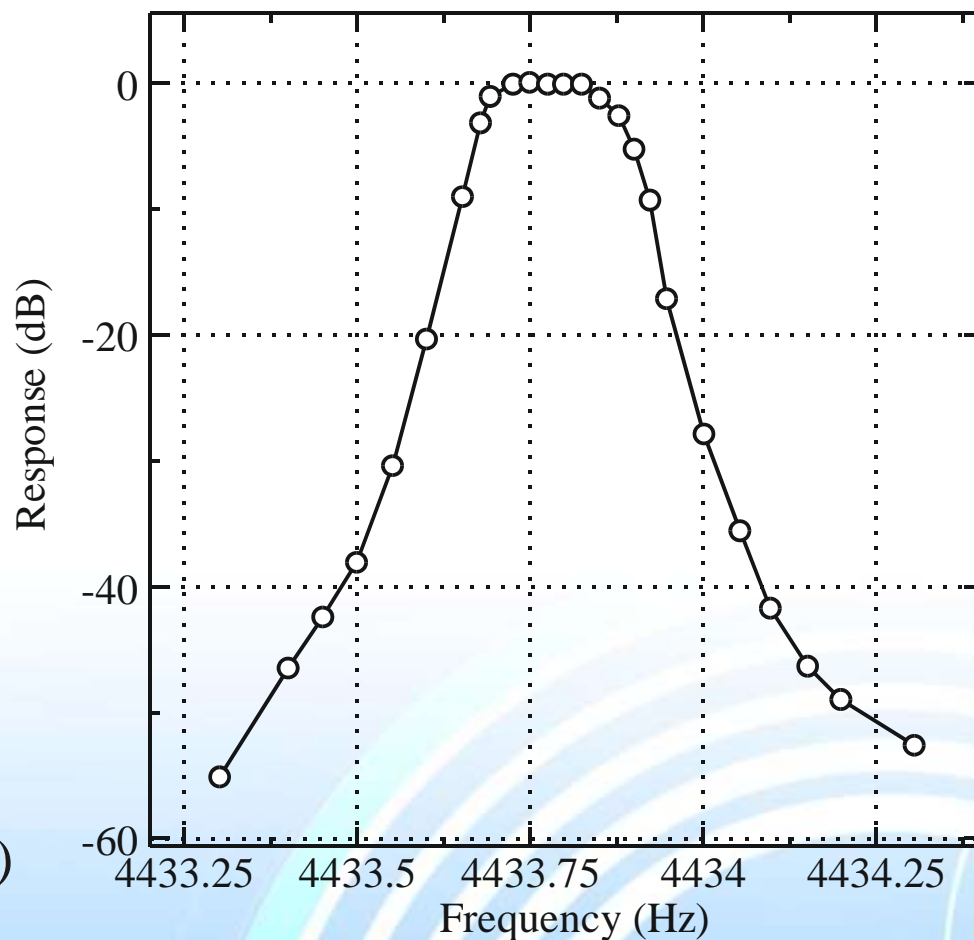


(a)





(b)

(c)



# Circuit Simulator

Download LTSpice from the web site of Linear Technology

+Shingoさん Gmail 画像  

Google  
日本語

Google 検索

I'm Feeling Lucky

# What is Spice?

## SPICE: Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis

A language which describes electronic circuits (corresponding to circuit diagrams).

ex) a CR circuit and a dc power source

```
* 0---R1---1---C1---2---V1---0
```

```
R1 0 1 10
```

```
C1 1 2 20
```

```
V1 2 0 5
```

```
.END
```

Graphical user interface: Circuit diagram

Linear Technology  
web site

The screenshot shows the Linear Technology website interface. At the top, there is a search bar and navigation links for "国内ニュースサイト", "ENGLISH", "中文网站", "品質", "採用", "お問い合わせ", and "MyLinear". Below this is a main navigation menu with "製品", "ソリューション", "デザインサポート", "購入", and "会社概要". The main content area features a large banner for the LTC6430 op-amp, which includes a circuit diagram icon and a list of key features: "利得ブロック: 15dB", "OIP3: +50dBm", and "3.3dB NF". To the right of the banner is a sidebar with "LTPICE V" and "ビデオ" sections. The "LTPICE V" section lists "ダウンロードLTSpice IV", "LTSpice日本語", and "LTSpice資料". The "ビデオ" section shows a video thumbnail for "LT4321 PoE 埋込ダイオードブリッジコントローラ" and a link to "全てのビデオを見る". Below the banner is a "製品リリース" section with a table of recent products:

製品リリース	
LT4320	LT4320/LT4320-1 - 埋込ダイオードブリッジコントローラ
LTC3114-1	LTC3114-1 - 出力電流をプログラム可能な4V、1A同期整流式昇降圧DCDCコンバータ
LTC3385	LTC3385 - BCAPチャージャとバックアップレギュレータを内蔵した20V/1A降圧DCDCシステム
LTC3331	LTC3331 - 増幅電圧(エナジーハイス)レギュレータを内蔵した10V/1A降圧DCDCコンバータ
LT8471	LT8471 - 2Aスイッチと同期整流を備えたデュアル・マルチモードDCDCコンバータ



# Operation example

[国内ニュースサイト](#)[ENGLISH](#)[中文网站](#)[品質](#)[採用](#)[問い合わせ](#)[製品](#)[ソリューション](#)[デザインサポート](#)[購入](#)[会社](#)

Home > デザインサポート > ソフトウェア

## Design Simulation and Device Models

リニアテクノロジーは高性能なスイッチング・レギュレータやアンプ、データ・コンバータ、フィルタなどを使用した回路を、初めての設計者でも短時間に容易に評価できるよう、**LTspice**・シミュレーション・ツールを提供しています。

- LTspice IV
- LTpowerCAD
- LTpowerPlay
- Amplifier Simulation & Design
- Filter Simulation & Design
- Timing Simulation & Design
- Data Converter Evaluation Software
- Dust Networks Starter Kits

### LTSPICE IV

#### LTspice IV

LTspice IVは高性能なSpice IIIシミュレータと回路図入力、波形ビューワに改善を加え、スイッチング・レギュレータのシミュレーションを容易にするためのモデルを搭載しています。Spiceの改善により、スイッチング・レギュレータのシミュレーションは、通常のSpiceシミュレータ使用時に比べて著しく高速化され、ほとんどのスイッチング・レギュレータにおいて波形表示をほんの数分でこなうことができます。Spiceとリニアテクノロジーのスイッチング・レギュレータの80%に対応するMacro Model、200を超えるオペアンプ用モデルならびに抵抗、トランジスタ、MOSFETモデルをここからダウンロードできます。

- [LTspice IV \(Windows用\)をダウンロード \(2014年5月5日更新\)](#)
- [LTspice IV \(Mac OS X 10.7+用\)をダウンロード](#)
- [関連情報 & ショートカット](#)
- [Mac OS X用ショートカット](#)
- [スタート・ガイド](#)
- [ユーザ・ガイド\(ヘルプ・ファイル参照\)](#)
- [トランスの使用](#)
- [デモ回路集](#)
- [セミナーの開催予定を見る](#)

LTspiceのツイッターをフォロー



LTspiceに関するビデオを見る



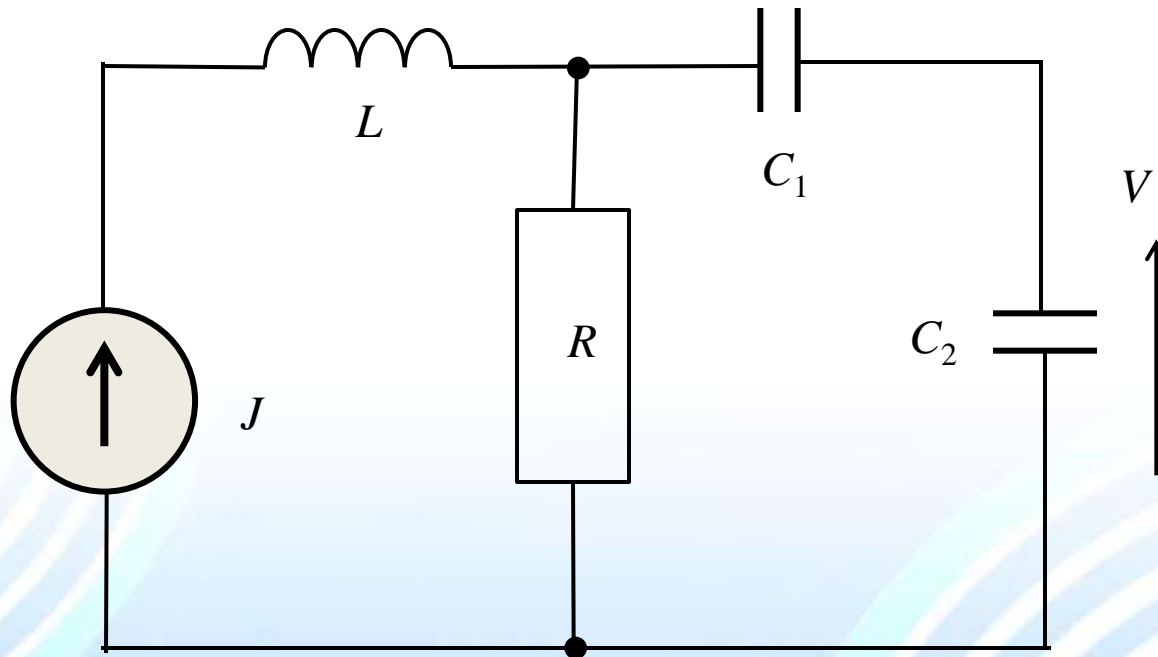
MYLINEAR ログイン

### LTPOWERCAD



## Exercise 2-1

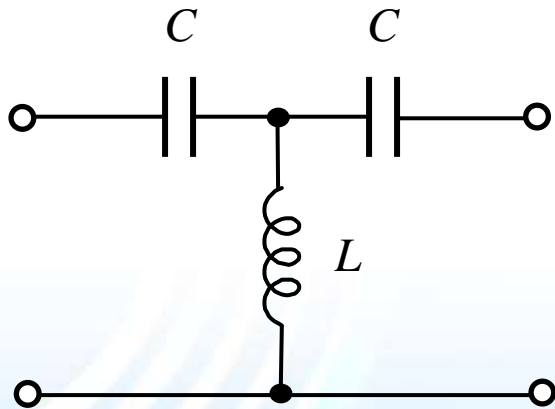
Calculate the voltage  $V$  over capacitor  $C_2$  by using Norton theorem.



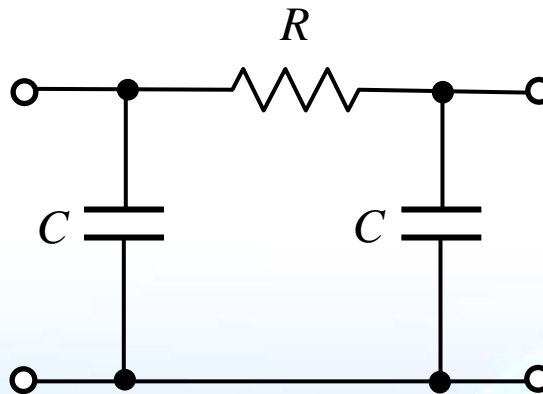
## Exercise 2-2

Obtain F-matrices for the circuits below.

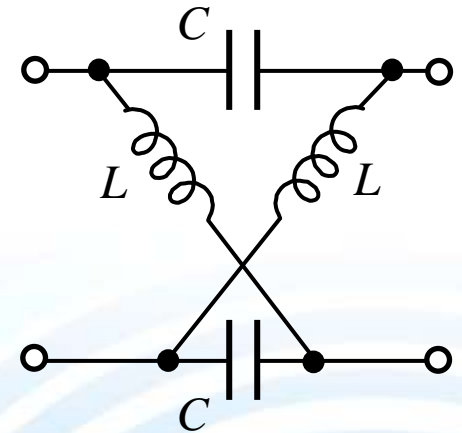
(a)



(b)



(c)



## Exercise 2-3

The switch below is turned on at  $t = 0$ .  
Obtain the time evolution of voltage  $v$  henceforth.

