



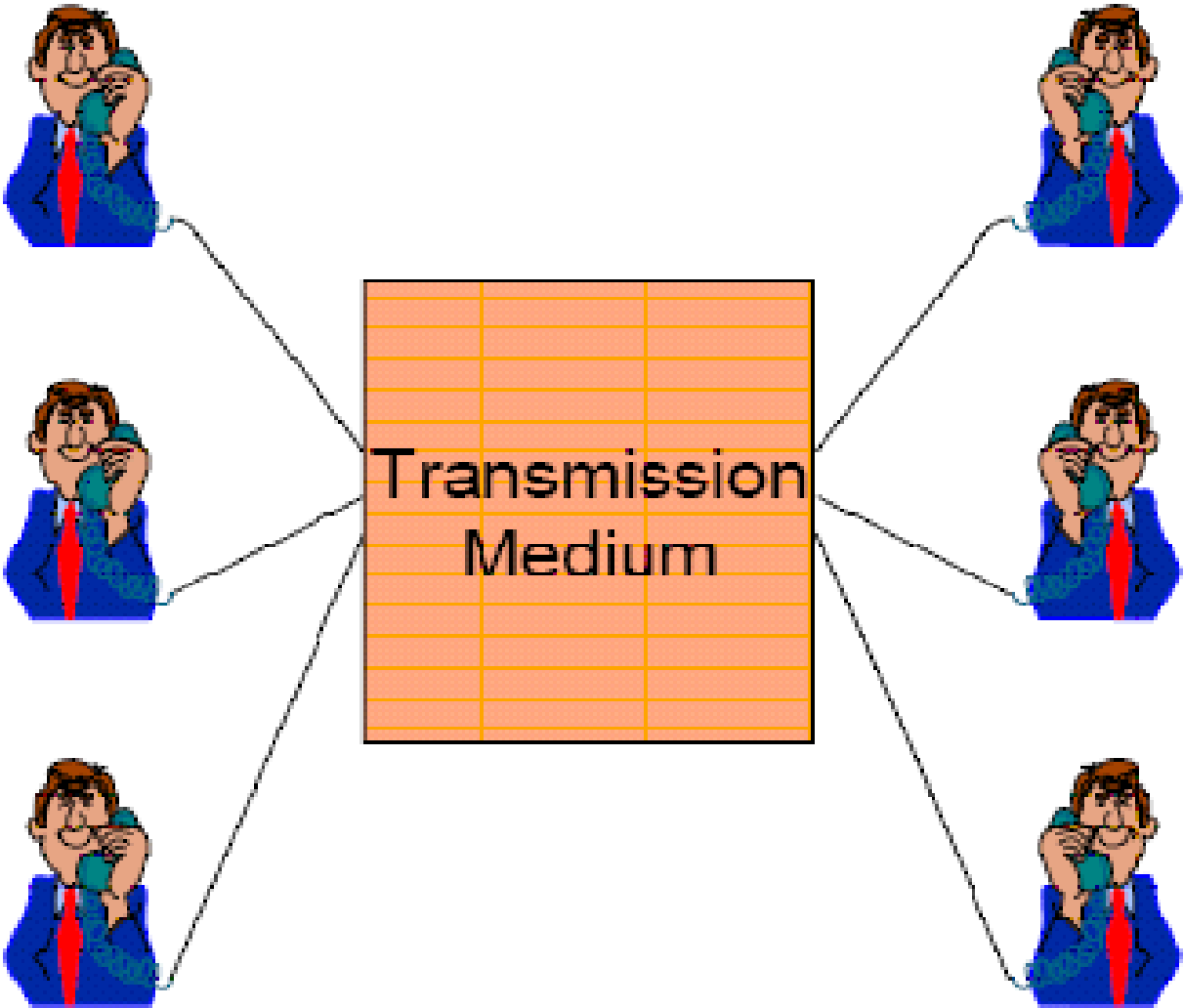
***Modul #12***

**TE3113**  
**SISTEM KOMUNIKASI 2**

***Multiple Akses :***  
***FDMA , TDMA***

**Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi**  
**Departemen Teknik Elektro - Sekolah Tinggi Teknologi Telkom**  
**Bandung – 2007**

# Multiple Akses



# Definisi Multiple Access



Teknik pemanfaatan satu kanal komunikasi yang sama oleh lebih dari satu user.

Jumlah user lebih banyak dari kanal komunikasi.

## Fungsi Multiple Access:

- Digunakan untuk mengorganisasi user dalam memberikan komunikasi yang bebas interferensi
- Menyalurkan beberapa informasi secara serentak dalam satu spektrum.

# Sistem Duplexing



Untuk komunikasi dua arah (duplex), teknik dupleks digunakan untuk memisahkan transmisi uplink dan downlink.

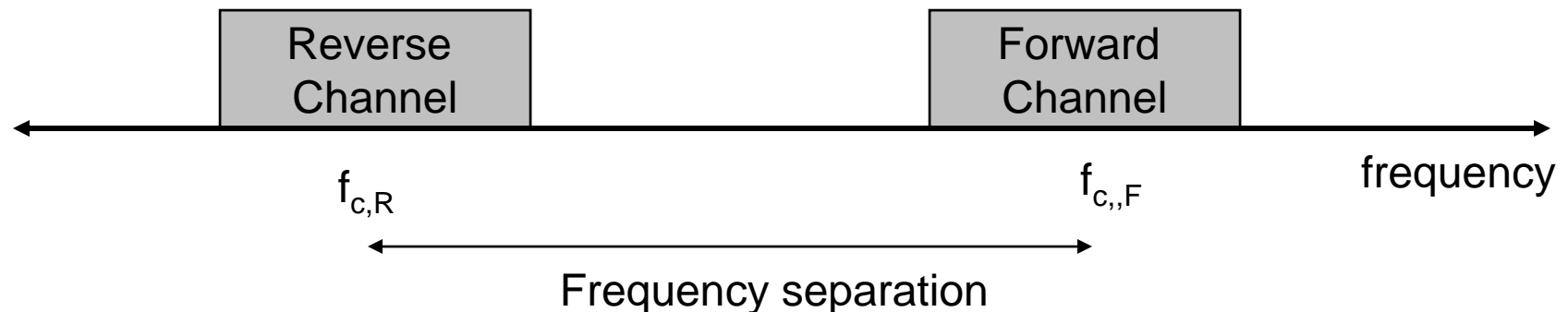
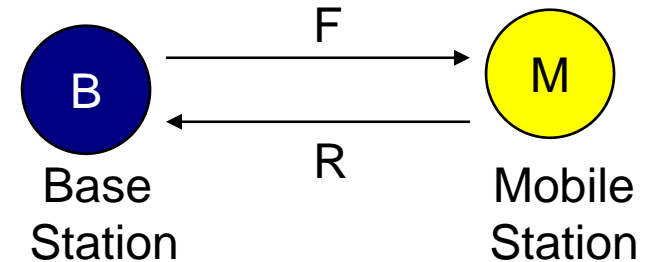
Terdapat 2 metode duplexing yaitu :

- *Time Division Duplex (TDD).*
- *Frequency Division Duplex (FDD).*

# Duplexing - FDD



- Yaitu satu kanal disediakan satu pasang frekuensi (frekuensi kirim dan terima dibedakan).
- Jarak antara frekuensi kirim dan terima disebut sebagai "**Frekuensi Duplex Spacing**".

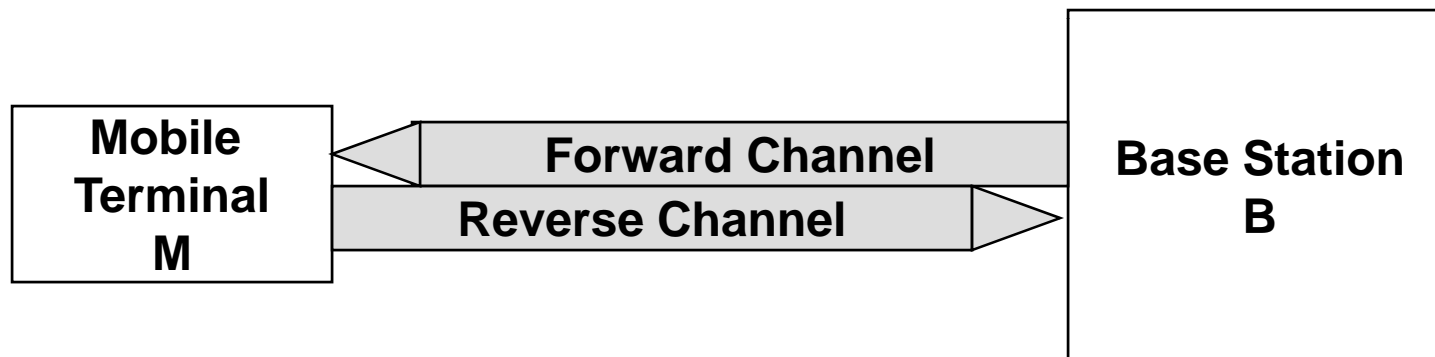


Frequency separation should be carefully decided  
Frequency separation is constant

# Duplex Communication - FDD



- **FDD ( Frequency Division Duplex ).**

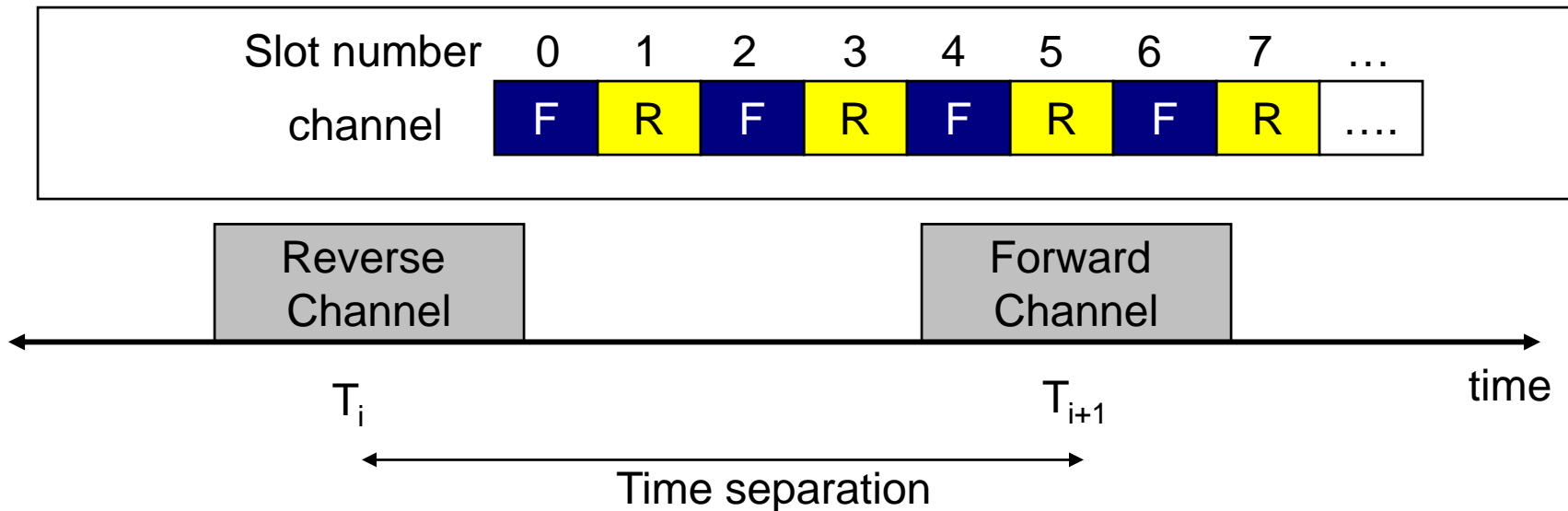
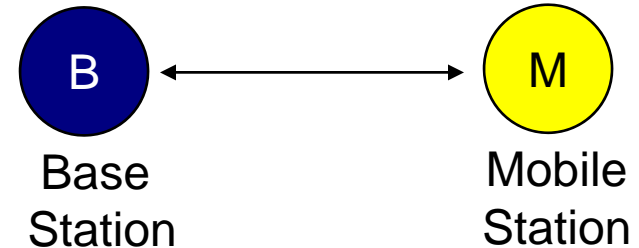


Forward Channel dan Reverse Channel menggunakan band frekuensi Yang berbeda

# Duplexing - TDD



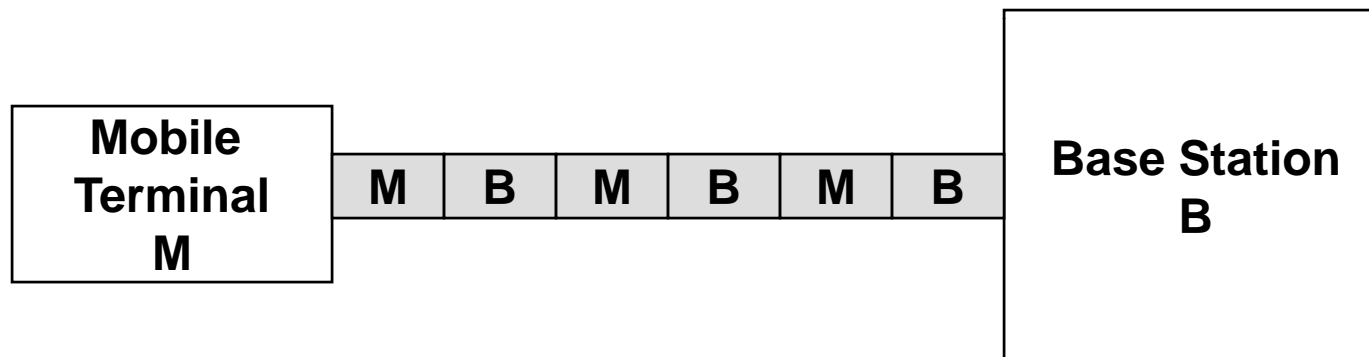
- Yaitu dalam satu kanal disediakan satu pasang waktu (waktu kirim dan terima dibedakan).
- Dalam TDD ini frekuensi kirim dan terima besarnya sama.
- Jarak atau spasi antara waktu kirim dan terima disebut sebagai *“Time Duplex Spacing”*.



# Duplex Communication - TDD



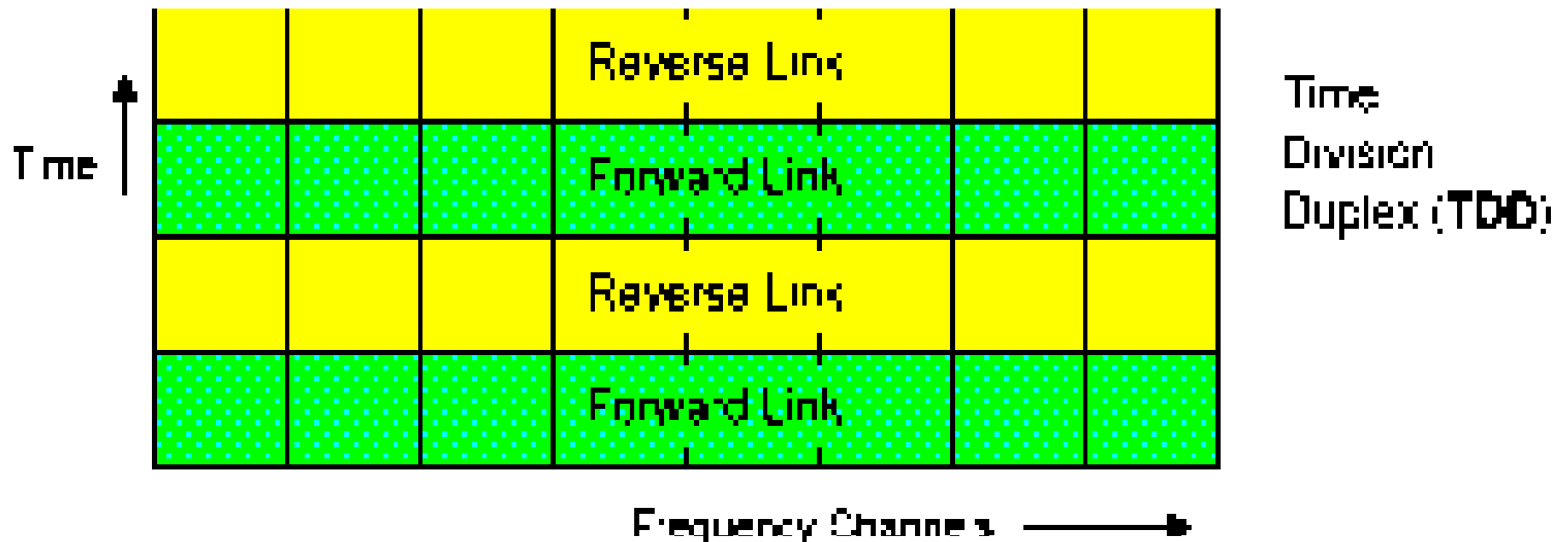
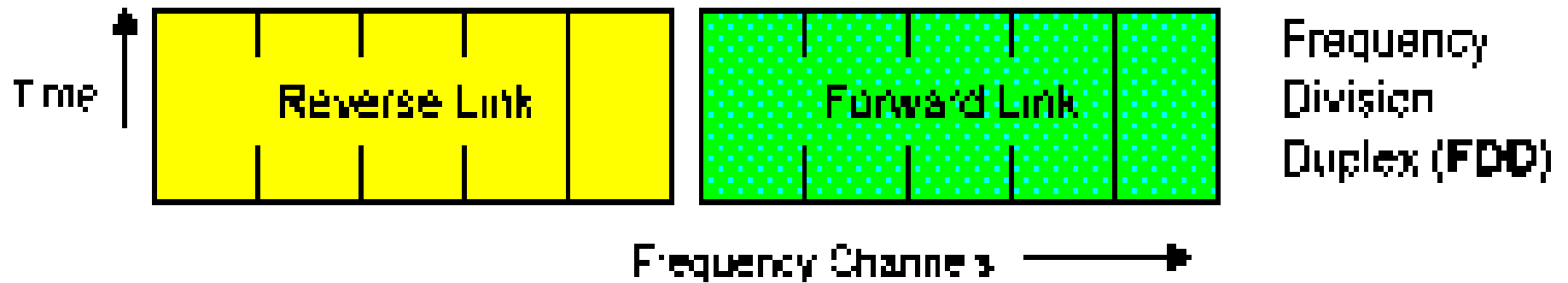
- **TDD ( Time Division Duplex ).**



Satu frekuensi kanal yang dipergunakan  
Kanal tersebut dibagi kedalam Time Slot  
Mobile station dan base station memancarkan Time Slot secara bergantian.



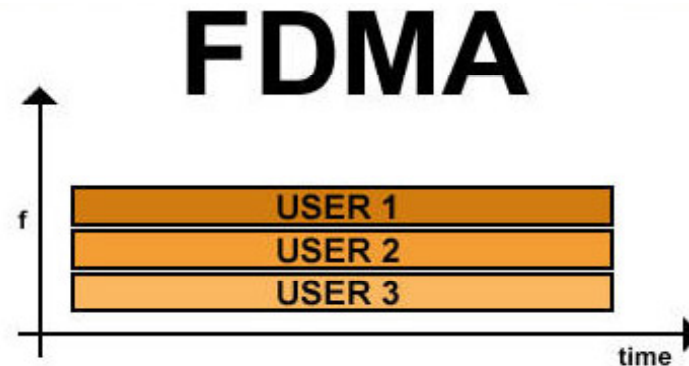
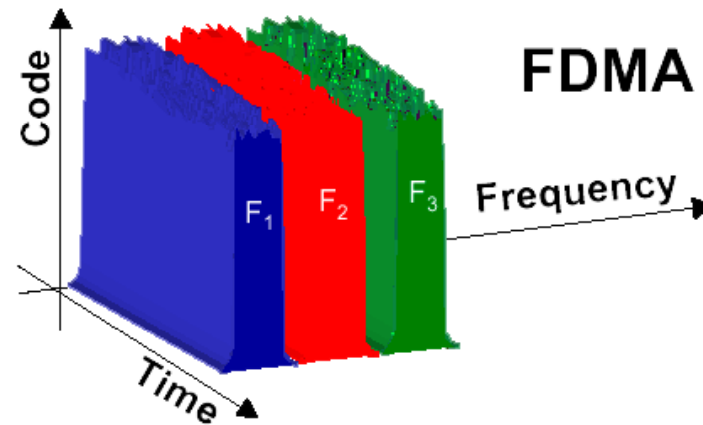
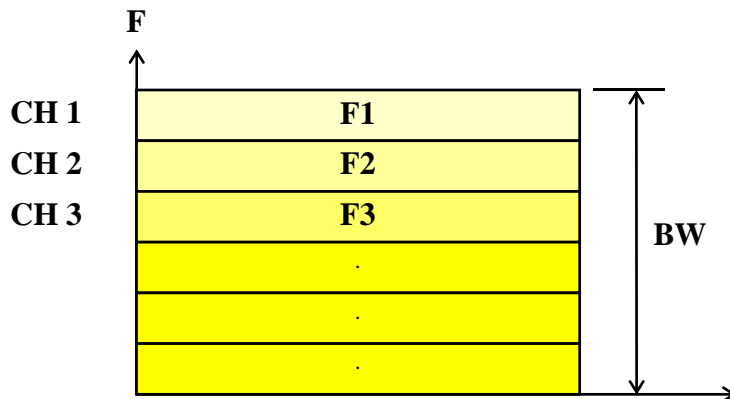
# Perbedaan FDD & TDD



# Frequency Division Multiple Access Principles



- Tiap user menempati bandwidth tertentu / memiliki frekuensi carrier tertentu.



**AMPS**  
30 kHz channels  
Full Duplex  
U.S.A.

**TACS**  
25 kHz channels  
Full Duplex  
U.K./Asia

# Sifat-sifat FDMA



- **Kelebihan dari FDMA :**
  - Jaringan komunikasi sederhana
  - Tidak memerlukan network timing
- **Permasalahan di FDMA :**
  - Derau intermodulasi  
(memerlukan filter yang baik )
  - Sulit pengalokasian kanal sesuai kebutuhan trafik

# Karakteristik FDMA



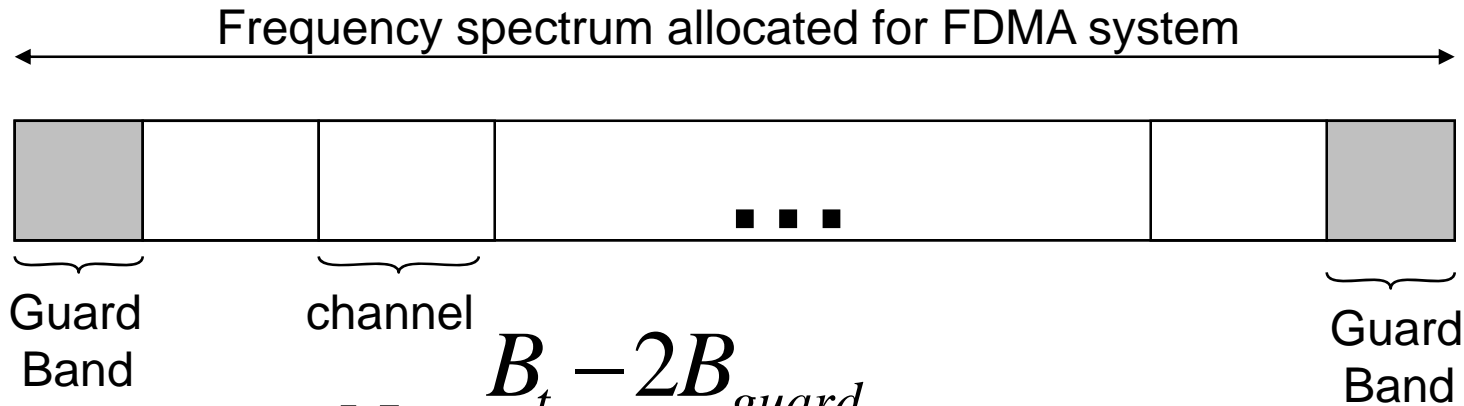
1. Pembagian kanal berdasarkan pembagian frekuensi.
2. Frequency agility.
3. Continuous transmissions.
4. Simultaneous transmission and reception.
5. FDMA mempunyai bandwidth yang lebih sempit (+/- 30 kHz).
6. Lower transmission overhead.
7. High infrastruktur costs.
8. Handoff complexity.
9. Sulit dan mahal untuk menyesuaikan dengan kemajuan teknologi, sangat banyak hardware yang perlu diganti untuk memenuhi teknologi baru.
10. Tidak flexible terhadap layanan-layanan baru.
11. Control channel terletak di Frequency 1 untuk menghandle pemutusan hubungan.
12. Seluruh sirkit voice adalah "fully trunked" (kalau sudah diduduki dipegang terus), continuous transmission.
13. Satu sirkit per kanal RF.

# Contoh aplikasi FDMA



- **FDMA – FDD** = Setiap kanal dialokasikan satu pasang frekuensi untuk kirim dan terima.
- **FDMA – TDD** = Setiap kanal dialokasikan satu pasang waktu (frekuensi sama) untuk kirim dan terima.

# Capacity of FDMA Systems



$$N = \frac{B_t - 2B_{guard}}{B_c}$$

$B_t$  : Total spectrum allocation

$B_{guard}$ : Guard band allocated at the edge of the spectrum band

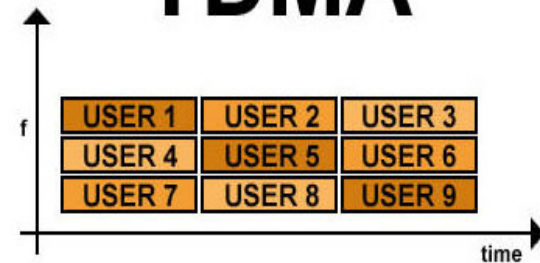
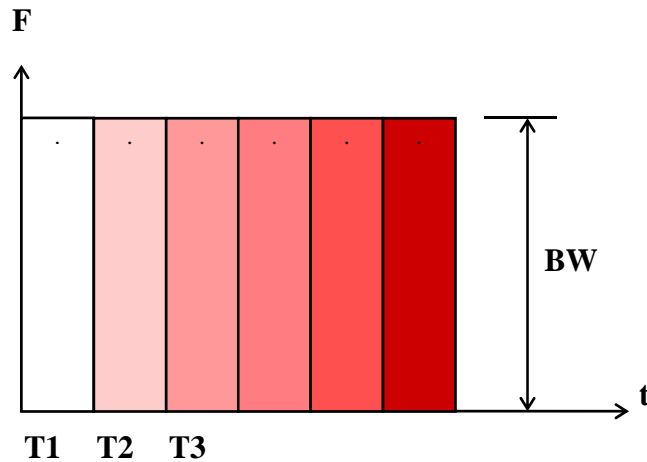
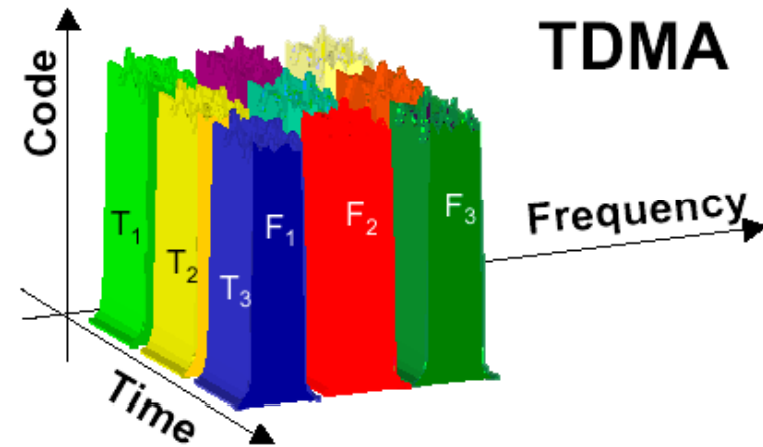
$B_c$  : Bandwidth of a channel

AMPS has 12.MHz simplex spectrum band, 10Khz guard band, 30kHz channel bandwidth (simplex): Number of channels is 416.

# Time Division Multiple Access Principles



- Tiap user menempati slot waktu tertentu / tiap user akan dikirimkan pada waktu yang berbeda.



## US TDMA (IS-136)

30 kHz channels  
3 Time Slots  
Full Duplex  
U.S.A.

## GSM (ETSI standards)

200 kHz channels  
8 Time Slots  
Full Duplex  
"Everywhere"

# Sifat-sifat TDMA



## ■ Kelebihan TDMA :

- Efisiensi spektrum lebih tinggi
- Tidak memerlukan kontrol daya

## ■ Kekurangan TDMA :

- Signal recovery
- Tidak efisien untuk trafik rendah  
(Overhead besar)



# Karakteristik TDMA



1. Pengalokasin kanal berdasarkan pembagian slot waktu.
2. Multiple circuit per RF Carrier. Tidak diperlukan frequency agilty.
3. Burst transmission.
4. Pemancaran dan penerimaan tidak kontinyu dan dapat diatur secara bergantian.
5. Bandwidth transmisi yang lebih lebar. Kanal TDMA memerlukan bandwidth yang lebih lebar dibandingkan dengan kanal FDMA dengan faktor kira-kira sama dengan jumlah sirkit per carrier. TDMA ini dapat memperbaiki performansi akibat interferensi dan multipath fading.
6. Format transmit BURST TDMA memerlukan bit-bit untuk sinkronisasi pada setiap burst.
7. Infrastructure cost. Hal ini yang merupakan keuntungan pokok untuk TDMA.

# Features of TDMA



- Enables the **sharing of a single radio channel** among N users
- Requires **high data-rate** per radio channel to support N users simultaneously.
  - High data-rate on a radio channel with fixed bandwidth requires adaptive equalizers to be used in multipath environments (remember the RSM delay spread  $\sigma$  parameter)
- Transmission occurs in **bursts** (not continues)
  - Enables power saving by going to sleep modes in unrelated slots
  - Discontinues transmission also enables mobile assisted handoff
- Requires **synchronization** of the receivers.
  - Need guard bits, sync bits. → large overhead per slot.
- **Allocation of slots** to mobile users should not be uniform.
  - It may depend on the traffic requirement of mobiles.
  - This brings extra flexibility and efficiency compared to FDMA systems.

# Contoh Aplikasi TDMA

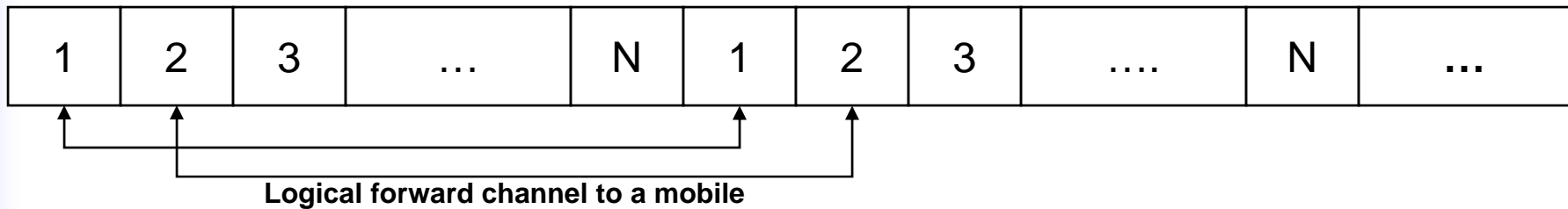


***TDMA – FDD*** = Setiap kanal dialokasikan satu pasang time slot dengan sepasang frekuensi yang berbeda untuk kirim dan terima.

# TDMA Concept

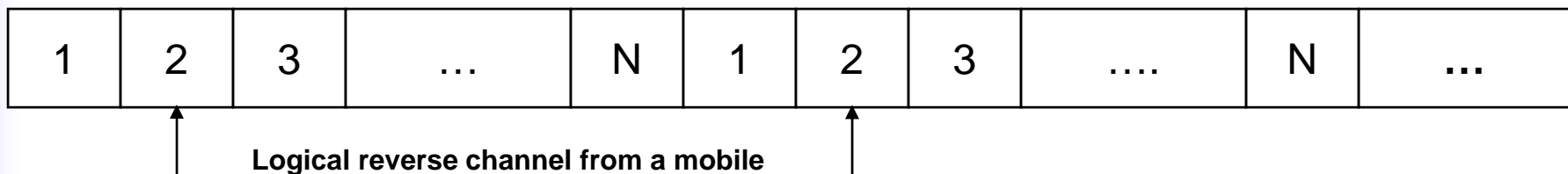


**Downstream** Traffic: Forward Channels: (from base to mobiles)



Base station **broadcasts** to mobiles on each slot

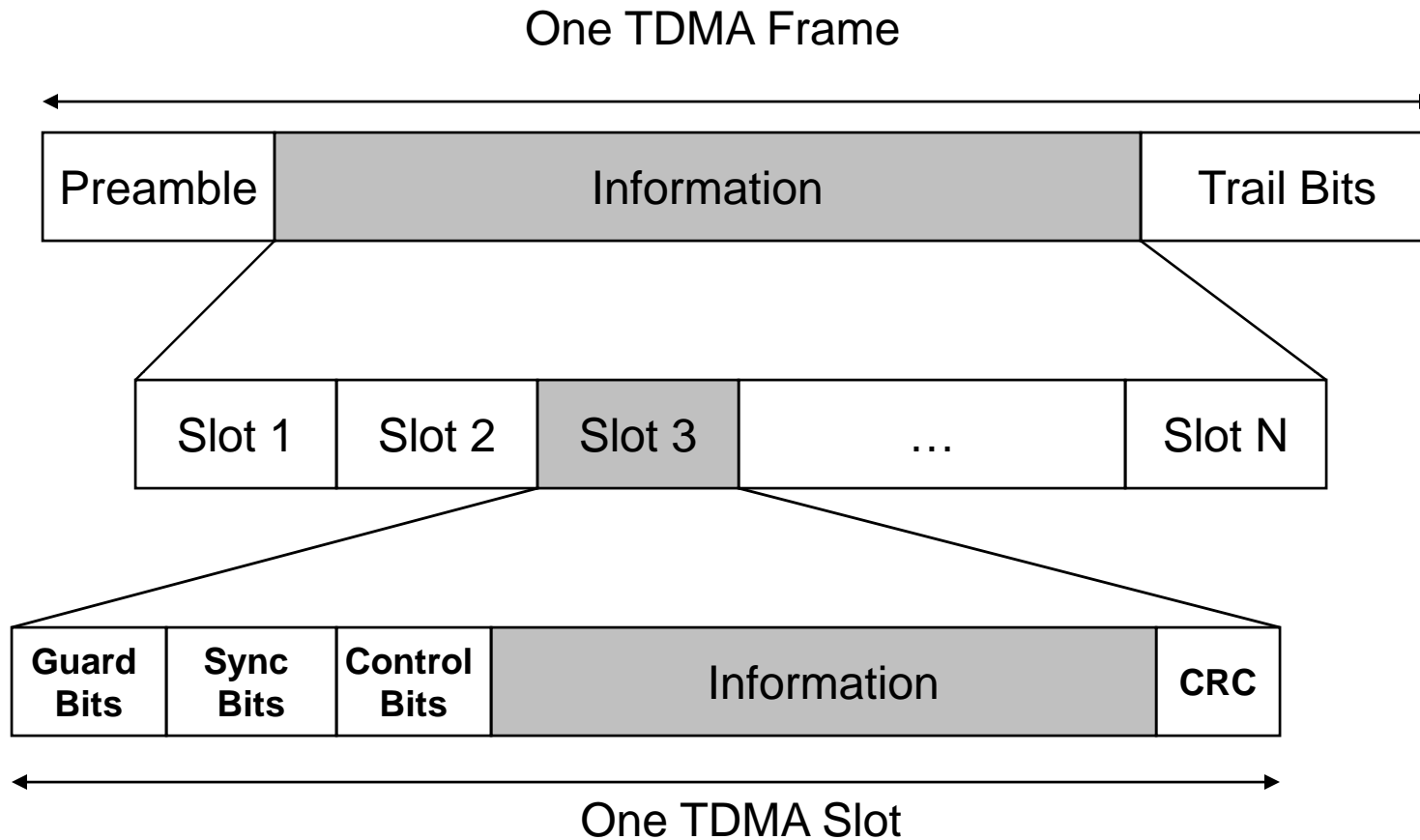
**Upstream** Traffic: Reverse Channels: (from mobile to base)



A mobile **transmits** to the base station in its **allocated** slot

Upstream and downstream traffic uses of the two different carrier frequencies.

# General Frame and Time Slot Structure in TDMA Systems



A Frame repeats in time

# Efficiency of a Frame/TDMA-System



- Each frame contains overhead bits and data bits.
  - Efficiency of frame is defined as the percentage of data (information) bits to the total frame size in bits.

$$\text{efficiency} = \eta_f = \left(1 - \frac{b_{OH}}{b_T}\right) \times 100\%$$

$$b_T = T_f \times R$$

$b_T$ : total number of bits in a frame

$T_f$ : frame duration (seconds)

$b_{OH}$ : number of overhead bits

Number of channels in a TDMA cell: 
$$N = m \frac{(B_{tot} - 2B_{guard})}{B}$$

$m$ : maximum number of TDMA users supported in a radio channel

# A TDMA Frame



- Preamble contains address and synchronization info to identify base station and mobiles to each other
- Guard times are used to allow synchronization of the receivers between different slots and frames
  - Different mobiles may have different propagation delays to a base station because of different distances.

# ***TDMA-MULTICARRIER (TDMA-FDMA)***



1. Pengalokasian kanal berdasarkan pembagian frekuensi dan slot waktu.
2. Multi RF Carrier. Dalam satu sistem dialokasikan beberapa frekuensi dan setiap RF carrier dibagi menjadi beberapa slot waktu.
3. Frequency Agility. Terminal pelanggan harus mampu "tuning" ke salah satu frekuensi dan slot waktu yang tersedia secara otomatis.
4. Burst transmission. Subscriber station transmit dalam bentuk "BURST" ini mempunyai implikasi dalam "circuit design dan system control"



## Contoh penerapan TDMA Multi Carrier



- ***TDMA – FDMA – FDD*** = Setiap kanal dialokasikan satu pasang time slot dengan sepasang frekuensi yang berbeda-beda untuk kirim dan terima.
- ***TDMA – FDMA – TDD*** = Setiap kanal dialokasikan sepasang time slot didalam salah satu frekuensi dan beberapa frekuensi yang dialokasikan.