

# La Ĉela Telefonsistemo

*James Vasco Milanez*

## ENHAVO



- 1- Enkonduko
- 2- Ĝeneralaj Konceptoj
  - Telekomunikada Sistemo
  - Signalo
  - Voĉo
  - Dividado de la Frekvencospekto
- 3- Telefonsistemo
- 4- Evoluado de Movtelefonio
  - La Unua Sistemo por Moveblaj Telefonoj
- 5- La Ĉela Sistemo por Porteblaj Telefonoj
  - Koncepto
  - Ĉelo
  - Strukturo de Ĉela Movtelefonio
  - Radi-kanaloj
  - Ekzemplo pri telefon Alvoko
  - Aliaj Konsekvencoj de Portebleco
  - Evoluado de la Ĉela Sistemo
- 6- Novaj Perspektivoj por Movtelefonio
  - Interreta Aliro per Poŝtelefono
  - Persatelita Ĉela Sistemo

*Disponigita sub n-ro 04 kadre de Projekto "Kelter"  
en Septembro de 2000, kun la afabla permeso de la aŭtoro*

Kultura Centro de Esperanto - Campinas (Brazilo) <http://www.esperanto.cc>

## 1- ENKONDUKO

Ekde kiam Graham Bell inventis la telefonon, dum la pasinta jarcento, multaj el ĝiaj aspektoj tute ŝanĝiĝis. Ekstera formo, grandeco, pezo, ktp, eĉ la elektronika strukturo kiu funkciigas la telefonan sistemon jam ne estas plu la sama. Aperis sen-kablaj telefonoj por en-hejma uzado kaj nuntempe oni eĉ uzas la telefonlineon por konekto al Interreto, afero tute ne-imagebla por tiuj kiuj kreis la sistemon en la estinteco...

Unu el la plej gravaj antaŭenigoj jam faritaj rilate al persona komunikado estis la invento de porteblaj komunikaparatoj, precipe la poŝtelefono. Ne nur pro tio, kio ĝi jam estas, sed ankaŭ pro la malfermitaj perspektivoj. La novaj generacioj de porteblaj telefonoj baldaŭ ebligas al ni, aldone al la ordinaraĵoj, al-iri ekzemple al Interreto ie ajn, per tre rapida konekto.

Sen konsideri ties nunajn eventualajn malavantaĝojn, ekzemple la nuna kosto de la teknologio, oni tie ĉi pritraktos la bazajn teknikajn aspektojn de la ĉela telefon-sistemo, kaj ĝiajn praktikajn konsekvencojn.

## 2- ĜENERALAJ KONCEPTOJ

Por ke oni povu kompreni la postajn eksplikojn, estas klarigindaj kelkaj bazaj konceptoj pri elektroniko kaj telekomunikado.

### *Telekomunikada Sistemo*

Telekomunikado estas la trans-sendo de informoj de unu fonto al unu aŭ pli da malproksimaj celoj. Telekomunikaj sistemoj dividiĝas en du kategorioj:

#### A) Unu-direkta:



Ekzemploj: televido, radio...

#### B) Du-direkta (aŭ ambaŭ-direkta):



Ekzemploj: komputila reto, telefono...

---

*Kelkaj eblaj transmisiaj medioj: dratoj, optikaj fibroj, aerspaco, ktp.*

## Signaloj

Kio estas signalo?

Ĝeneraligante, signalo estas iu informaĵo (sono, datumo, teksto, ktp) reprezentata alimaniere, ekzemple per moviĝo de elektronoj, variado de lumo aŭ de elektro-magneta ondo.

La transformadon de iu informo al signalo oni nomas "kodigo", kaj ree de signalo al informo "malkodigo".

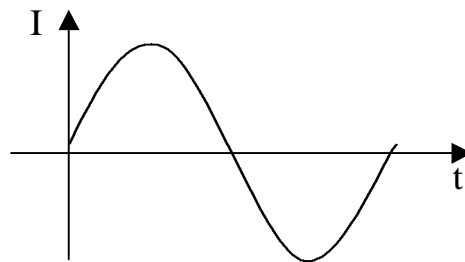
Ekzemple:                      Mikrofono > kodigo  
    Laŭtparolilo > malkodigo

## Specoj de Signaloj

**A) Analoga:** Ĝi povas havi ajnan valoron inter du limoj.

Eblas fari komparon kun pordo, kiu povas esti same en iu ajn pozicio inter tutfermita kaj tutmalfermita.

Ekzemplo de analoga signalo:

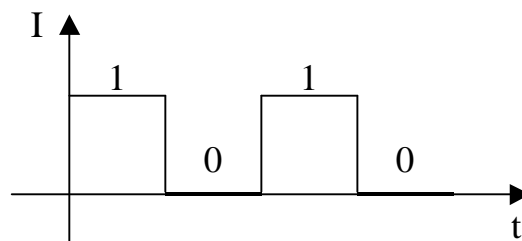


Variado de intenseco laŭ tempo

**B) Diĝita:** Por ĉiu informero ekzistas nur du eblaj valoroj. Ne ekzistas mezaj termoj.

Same kiel lampo, ekzistas nur la statoj "ŝaltita" kaj "malŝaltita".

Ekzemplo de diĝita signalo:



1010

Variado de intenseco laŭ tempo  
 1: maksimuma valoro ("ŝaltita")  
 0: minimuma valoro ("malŝaltita")

Diĝite oni uzas nur la ciferojn de du-uma sistemo: "0" kaj "1". Ne ekzistas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 kaj 9. Do:

Dek-ume	Du-ume
0	0
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101

Dek-ume	Du-ume
6	110
7	111
8	1000
9	1001
10	1010
ktp	ktp

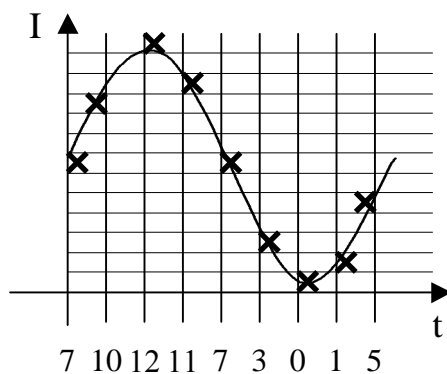
### Diĝitigado kaj Maldiĝitigado de Signaloj

Analogaj signaloj estas rektaj reproduktaĵoj de la originalaj informoj kiuj estigis ilin. Analoga sonsignalo aspektas do ĝuste kiel la ekvivalenta sona ondo. Tamen interferencoj kaj "malglateco" de cirkvitoj povas facile fuŝigi ĝin...

Diĝitaj signaloj, kontraŭe, estas multe pli imunaj al tiaj problemoj, sed ili ne estas same "naturaj" kiel la analogaj. Ekzistas do, por transformo de unu speco al alia, la procedoj nomataj "diĝitigado" kaj "maldiĝitigado".

Kiel ili funkcias? Por diĝitigado estas tute neeble pritrakti tutan signalon. Tamen jam estas pruvite, ke sufiĉas preni kelkajn specimenojn de ĝi; la kvanto da kolektitaj specimenoj estas unu el la faktoroj kiuj determinas la kvaliton de diĝita signalo.

Jen ekzemplo:



Specimenoj X	Du-ume
7	0111
10	1010
12	1100
11	1011
7	0111
3	0011
0	0000
1	0001
5	0101

La diĝita signalo: 011110101100101101110011000000010101

Ĝi estas granda serio da ŝaltitaj kaj malŝaltitaj statoj. Ĉiun el ili oni nomas "bito".

Por maldiĝitigo, la cirkvito anstataŭigas la du-umecajn specimenojn per la originalaj valoroj.

En la praktiko, logike estas multe pli da specimenoj. Ekzemple, diĝita sono de KD havas po 44000 specimenoj sekunde.

### Voĉo

Nia voĉo estas kompleksa sona ondo. Ĝi konsistas el pluraj adiciitaj simplaj ondoj, ĉiu kun sia propra frekvenco. Ĝiaj valoroj estas inter 20Hz ("Hercoj") kaj 12KHz (12000Hz), proksimume.

Notoj: 1 KHz = 1000 Hz      1 MHz = 1000000 Hz

## Dividado de la Frekvenco-spektro

Unu el la eblaj transmisiuj medioj estas la aerspaco. Malsame al signaloj en dratoj, en la aero ĉiuj elektro-magnetaj ondoj miksiĝas; nepras do fari ian distingon inter ili por ke ne okazu interferencoj. La rimedo estas la uzado de malsamaj frekvencoj, baza karakterizaĵo de ĉiu perioda ondo. Frekvenco estas tio, kio determinas ekzemple koloron de lumo (kiu ankaŭ estas elektro-magneta ondo), estigante bluan, flavan, ruĝan kaj alikoloran lumon.

Tiel, du aŭ pliaj telekomunikadaj sistemoj ne povas uzi samloke egalajn ondojn; tio estigus interferencojn kiuj malfunkciigus ambaŭ. Kontraŭe, uzante malsamajn frekvencojn, ekzistas cirkvitoj kiuj funkcias kiel elektronikaj filtriloj kapablaj por apartigo de la nura dezirata signalo.

Kio estas tiu "frekvenco-spektro"?

Telekomunikade, spektro estas la tutaĵo de ĉiuj frekvencoj disponeblaj por uzado.

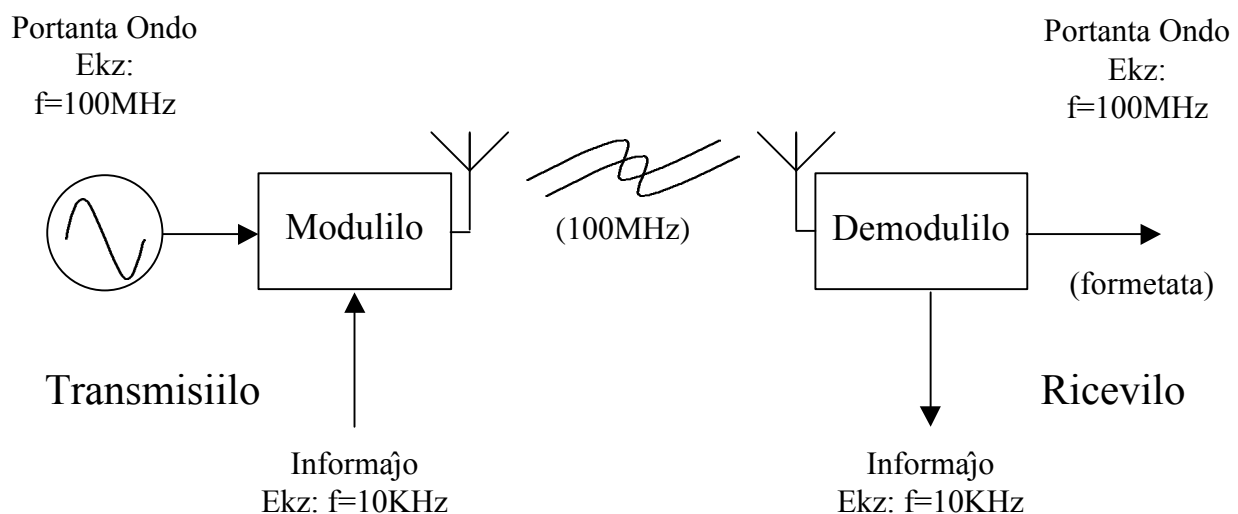
La tuta spektro de frekvencoj estas do dividita inter multaj servoj: radio-stacioj, televido-stacioj, polica kaj aviada komunikadoj, satelitaj signaloj, poŝtelefonoj, ktp.

Jen ekzemploj pri kelkaj frekvencoj (proksimume):

Frekvencoj		Uzado
500 KHz	1600 KHz	Lokaj radio-stacioj AM
2 MHz	25 MHz	Internaciaj radio-stacioj
88 MHz	108 MHz	Lokaj radio-stacioj FM
54 MHz	88 MHz	Televidkanaloj 2-6 (VHF)
174 MHz	216 MHz	Televidkanaloj 7-13 (VHF)
470 MHz	808 MHz	Televidkanaloj 14-69 (UHF)
824 MHz	894 MHz	Poŝtelefonoj

## Modulado kaj De-modulado

Laŭ ekspliko en la antaŭa ero, ne eblas transmisi samloke du signalojn de sama frekvenco. La frekvencoj de ĉiuj informaĵoj devas esti do transformataj por la el-sendado, tiel ke ili ne kaŭzu interferencojn inter si. Por tio oni uzas la tiel nomatajn portantajn ondojn, ĉiu uzanta malsaman frekvencon, kiuj "portas" la informaĵojn tra la aerspaco. La procedo variigi la portantan ondon laŭ la informo nomiĝas "Modulado" kaj la inversa, ek-preni la signalon el la portanta ondo, nomiĝas "De-modulado". Oni konsideru, ekzemple, la transmisiadon de iu radio-stacio, 100 MHz FM:



La informaĵo "muldas" la portantan ondon, kiu estas do transmisiata. Ĉiu radio-stacio, ekzemple, uzas sian propran portantan ondon, de malsama frekvenco. Tiel ne okazas interferencoj inter ili. La ricevilo nur apartigas la informaĵon kaj forĵetas la portantan ondon.

Laŭ tiu metodo funkcias la plej-multo da telekomunikadaj sistemoj.

### 3- TELEFONSISTEMO

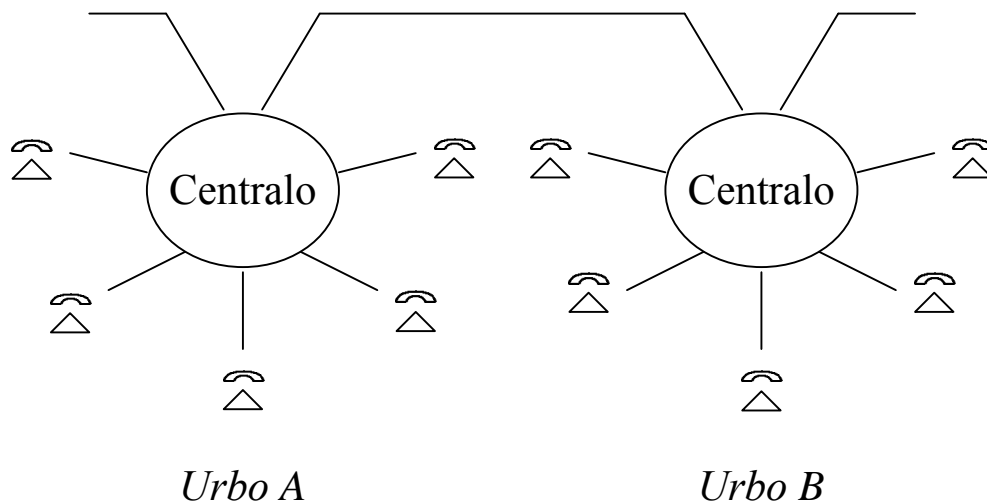
Por kompreni la ĉelan, oni bezonas antaŭe scii iom pri la baza funkciado de ordinara telefonsistemo.

Kio estas ĝi?

Telefonsistemo estas tutaĵo de la eroj necesaj por estigi komunikadon inter abonantoj de la servo.

Oni povas tamen dividi ĝin je tri precipaj grupoj:

- La abonantoj (kaj siaj respektivaj telefonaparatoj)
- Centraloj de komutado
- Telefonreto (dratoj)



De centralo ĝis la hejmo de ĉiu abonanto iras du dratoj, la medio por propagado de la voĉo kodigita kiel elektra kurento.

Ĝeneraligante, oni povas aserti ke ekzistas du specoj de centraloj:

- Elektro-mekanika (antikva) Analoga.
- Elektronika (moderna) Diĝita, programebla.

La tasko de centralo estas, laŭ la ciferklavoj premitaj en telefono de al-vokanta abonanto, estigi cirkviton inter al-vokanto kaj al-vokato, por ke ili povu inter-paroli. Post la fino de babilado, la centralo malfaras la konekton inter ambaŭ abonantoj.

Povas ekzisti pluraj centraloj en la sama urbo.

Kompreneble, ekzistas multegaj teknologioj de fiksa telefonsistemoj, sed tiu ĉi bazo estas pli malpli komuna al ĉiuj, kaj nepre por komprenado de la ĉela sistemo.

## 4- EVOLUADO DE MOVTELEFONIO

La movtelefonio estis elpensita por anstataŭigi, per elektro-magnetaj ondoj, la dratojn kiuj ligas la centralojn al telefonoj de abonantoj. Tiel la aparato ne bezonus resti fikse en iu loko, kaj oni povus porti ĝin ien ajn.

La unua prasistemo estis planita kaj enkondukita en 1947, en Usono. Tiam la cirkvitoj estis grandaj kaj la konsumo de baterio estis tiel alta, ke apenaŭ eblis starigi la sistemon. La ideo estis instalati la telefonojn en veturilojn, por ke tiuj problemoj ne estus tiel gravaj. Tamen la kosto kaj aliaj teknikaj baroj ne ebligis ampleksan uzadon de la teknologio en tiu epoko.

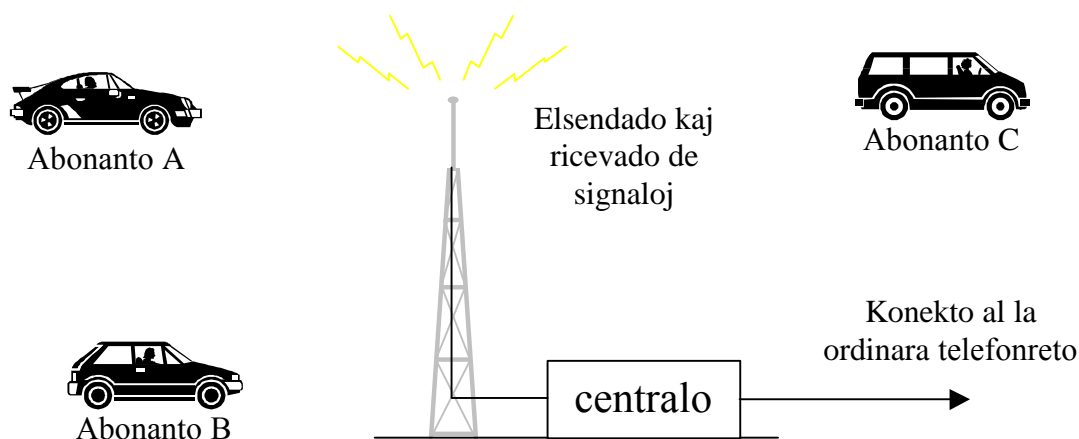
La sep-dekajn jarojn, post la inventado de integraj cirkvitoj ("icoj"), komenciĝis vera evoluigo de portebaj telefonoj.

### *La Unua Sistemo por Moveblaj Telefonoj*

(La 70-ajn jarojn kaj komenco de la 80-aj)

Ankaŭ nomata konvencia sistemo, ĝi evoluis el tiuj unuaj projektoj por uzado de telefono en veturiloj, aplikante la novajn teknologiojn ekzistantajn.

Pro la konsumado de baterio, praktike ankoraŭ ne eblis uzi ĝin ekster veturiloj.



En tiu ĉi sistemo estis unu-nura anteno-turo por kovri la tutan areon de la servo (ekzemple tuta urbo).

Ĉe la anteno-turo estas la centralo de komutado, ekskluziva por uzantoj de portebaj telefonoj. Ĝi tamen estas konektita al la telefonreto por ebligi inter-paroladon kun abonantoj de la ordinara servo. Ĉiuj taskoj pri kontrolo de transmisiado kaj ricevado de signaloj estas plenumataj de la centralo mem.

Pro la uzo de nur unu anteno-turo, ĝia transmisiilo devis esti potenca, kaj la turo sufiĉe alta, tiel ke la signaloj atingus grandajn distancojn. Sed tio ankaŭ kaŭzis problemojn. La alta potenco de la ondoj kreis interferencojn al aliaj komunikadaj servoj proksimaj al la turo; krome, la granda atenuado malebligis ke malproksimaj aparatoj ricevus bonkvalitan signalon. Kaj pro la granda servo-areo, ankaŭ la telefonoj devis esti potencaj, kaj tio daŭrigis la konsumadon de baterio...

Malgraŭ tio, la plej grava problemo eĉ ne estas citita ankoraŭ.

Ĉar ĉiu poŝtelefono devas uzi siajn proprajn frekvencojn (same al radio- kaj televido-stacioj), kaj ĉar la bendo-larĝo disponigita por la sistemo de portebaj telefonoj estas konstanta,

estas facile konstati do ke la nombro da uzantoj estas teknike limigita. La ne-sufiĉeco de la frekvenco-spektro ne-ebligis la populariĝon de la servo kaj, konsekvence, la malaltigon de la kostoj.

## 5- LA ĈELA SISTEMO POR PORTEBLAJ TELEFONOJ

Unue en-kondukita en 1983, ĝi estas la sistemo uzata nun-tempe.

Por konstrui aparatojn vere portebajn, precipe por en-mana uzo, nepras ke la postulata signalo-potenco estu malalta, estigante malgrandajn cirkvitojn kaj baterion. La telefono kaj la turo ne povas esti do tiel malproksimaj inter si; tial, uzendas pluraj anteno-turoj.

Kiel oni rimarkos, ankaŭ la problemon pri limigo da uzantoj solvas la ĉela sistemo.

**At.:** La Analoga Ĉela Sistemo "AMPS" estas la referenco por ĉiuj sekvantaj klarigoj kaj ekzemploj, pro tio ke ĝi estas multe pli simpla ol la Diĝita Ĉela Sistemo. La plej-multo da konceptoj taŭgas por ambaŭ.

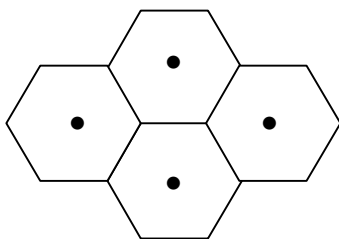
### *Koncepto*

La ĉela telefonsistemo dividas la tutan servo-areon je pluraj malgrandaj partoj, nomataj "ĉeloj". En ĉiu ĉelo estas uzataj apartaj anteno-turo kaj turkontrolilo (tiu ĉi duopo konsistigas bazan signalo-stacion). La unua rekta avantaĝo estas la pli malpli konstanta unu-formeco de la signalo-potenco en la tuta servo-areo; la dua, estas la ripetado de la samaj signalo-frekvencoj en multaj ĉeloj sen okazi interferencoj, pro la malalta potenco. Tio estas la ŝlosilo por la amasa uzado de portebaj telefonoj kaj, konsekvence, ĝia populariĝo.

### *Ĉelo*

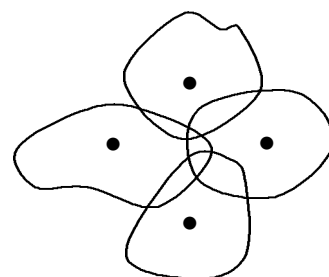
Ĉelo estas la areo kovrata de la signaloj de unu anteno-turo. La formo kaj grandeco de ĉelo dependas de multaj faktoroj, kiaj montoj, konstruaĵoj, alteco de la turo, potenco de la transmisiilo, ktp. En urboj, ekzemple, ju pli altaj estas la konstruaĵoj, des pli malgrandaj devas esti la ĉeloj, pro la atenuiĝo de la signaloj. Ĝenerale, ĉeloj estas reprezentataj kiel ses-lateroj:

#### Fikcie:



• = antenoturo  
(4 ĉeloj)

#### Reale:

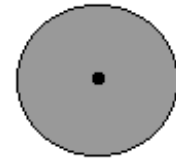




## Specoj de ĉeloj

Ordinaraj ĉeloj povas esti:

A) **Ĉiu-direktaj:** sur la turo estas anteno kiu transmicias signalojn ĉiu-direkten je la sama potenco.



B) **Sektorigitaj:** estas dividitaj en sektoroj (kutime tri), ĉiu kun sia propra unu-direkta anteno, tamen daŭre uzante po unu turo en ĉiu ĉelo. En la praktiko, tio egalas al pluraj apartaj ĉeloj.



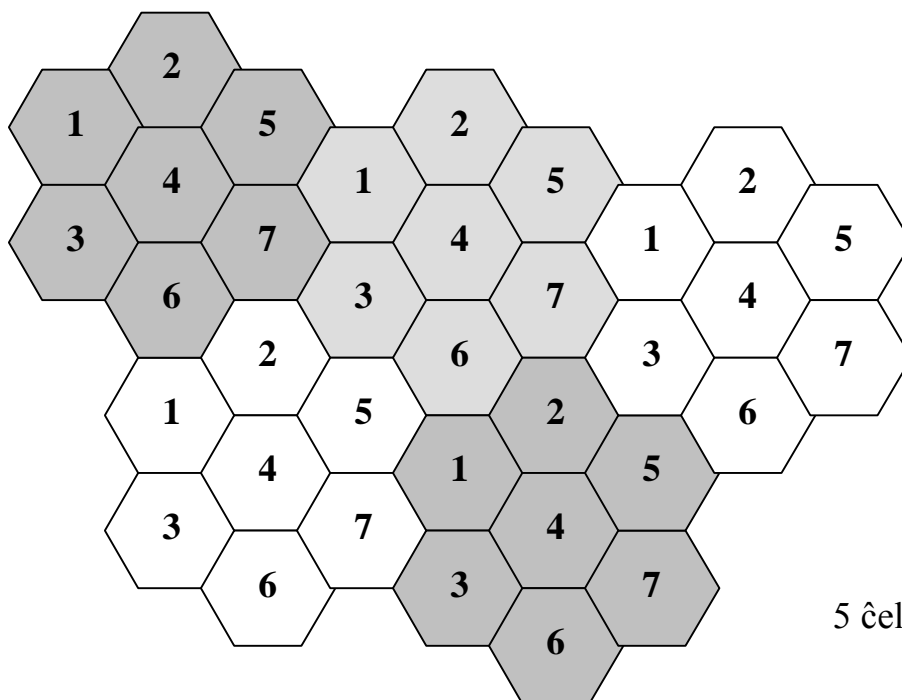
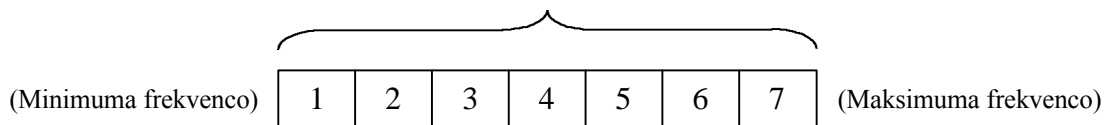
## Ĉelgrupo

Kiel jam asertite, la samaj frekvencoj estas uzataj en multaj ĉeloj, sen interferencoj; sed ne en apudaj ĉeloj. Ĉar ne eblas bone distingi kie finiĝas unu ĉelo kaj kie komenciĝas alia, okazas kunmiksiĝo inter ili. Kiel rimedo kontraŭ interferencoj en tiuj komunaj areoj, apudaj ĉeloj ne povas do el-sendii signalojn je la samaj frekvencoj.

Pro tio, la frekvenco-spektro (la parto disponigita por la tuta ĉela sistemo) estas dividita en partoj, ĝenerale tri, kvar, sep aŭ dek-du ( $K=3$ ,  $K=4$ ,  $K=7$ ,  $K=12$ , respektive). Apudaj ĉeloj uzas do malsamajn frekvencojn de la spektro. La areto da apudaj ĉeloj kiuj uzas malsamajn partojn estas nomata "ĉelgrupo".

Ekzemplo por  $K=7$ :

Spektro disponebla por poŝtelefonoj



5 ĉelgrupoj

Egalfrekvencaj ĉeloj (1 kaj 1; 2 kaj 2; ktp) restas do malproksimaj unuj de la aliaj, ĉar en ĉelgrupo ne okazas ripetado de frekvencoj.

## ***Strukturo de ĉela movtelefonio***

### • **Baza Signalo-stacio:**

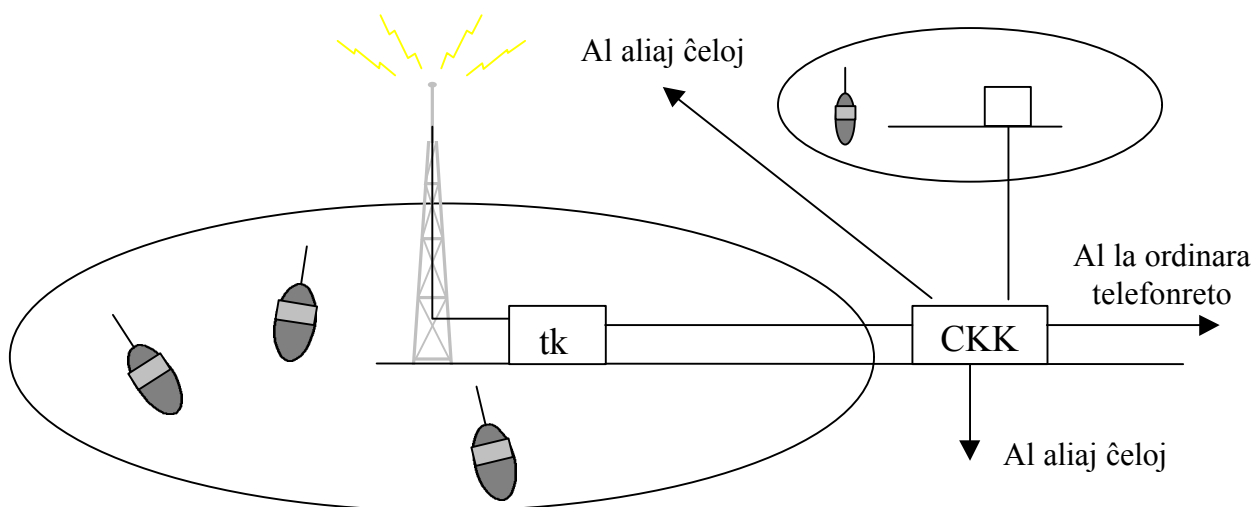
Estas la ligilo inter la abonantoj kaj la centralo de komutado, pro tio ke ĝi konvertas la elektrajn signalojn al elektro-magnetaj ondoj, kaj reciproke. Ĉiu ĉelo havas sian propran bazan signalo-stacion.

Ĝi konsistas el du eroj:

- Anteno-turo
- Turkontrolilo

### • **Centralo de Komutado kaj Kontrolado:**

Similas al la diĝitaj centraloj de la ordinara telefonio, sed uzante programaron specifan por ĉela sistemo. Ĝi plenumas ankaŭ plurajn kromajn taskojn. Se la nombro da abonantoj estas tre granda, ekzistas kelkaj en la sama urbo.



## ***Radi-kanaloj***

Radi-kanalo estas la du-direkta komuniko-vojo inter unu poŝtelefono kaj la baza signalo-stacio. Uzendas do du apartaj frekvencoj, unu por transmisiado de la telefono ĝis la signalo-stacio, kaj alia por la inversa senco.

## ***Specoj de Radi-kanaloj***

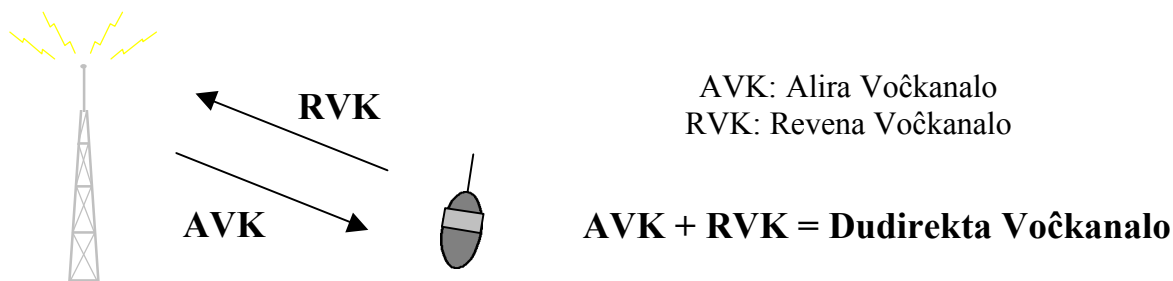
Ekzistas du specoj de kanaloj de inter-komunikado inter poŝtelefono kaj anteno-turo:

- ◆ Voĉkanaloj
- ◆ Kontrolkanaloj

## Voĉkanalo

Ĝi estas uzata kiel komunikovojo dum inter-paroladoj, tio estas, kiam la abonanto efektive uzas la telefonon. Ekzistas multaj du-direktaj voĉkanaloj en ĉiu ĉelo.

Konsiderante la signalo-stacion kiel referencon:

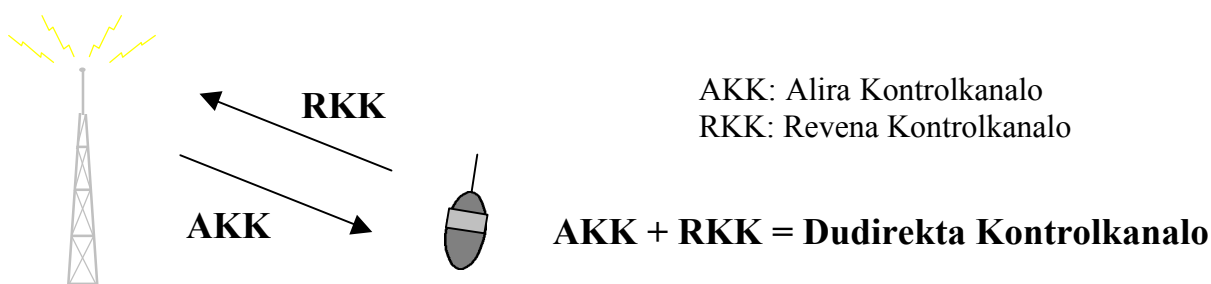


## Kontrolkanalo

Tiu kanalo estas uzata nur dum la starigo de telefonvokoj, tio estas, por serĉi la abonanton (kiam ĝi estas la al-vokato) aŭ por sendo de la klavita telefonnumero al la centralo de komutado, kiam la abonanto al-vokas iun. Ĉiu ĉelo havas nur unu du-direktan kontrolkanalon (tri, se temas pri sektorigita ĉelo).

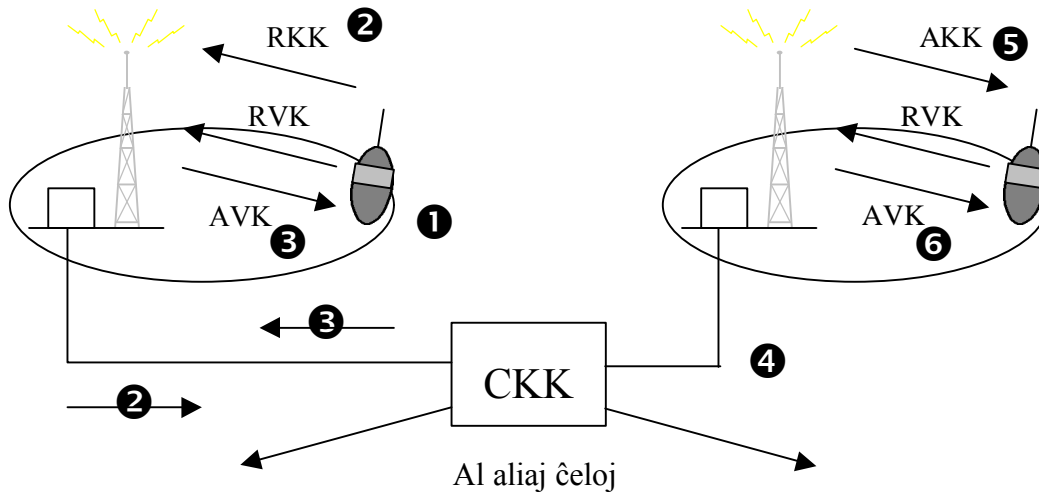
Dum oni ne uzas la poŝtelefonon, ĝi restas sintonizata je la kontrolkanalo de la ĉelo en kiu ĝi estas.

Konsiderante la signalo-stacion kiel referencon:



## Ekzemplo pri telefon-alvoko inter du abonantoj

Por ekzempligi la konceptojn jam klarigitajn, ni konsideru ke iu abonanto de poŝtelefono alvokas alian, kiu estas en alia ĉelo. Jen skemo de la procezo:



Etapoj:

- 1- La uzanto klavas la numeron de la abonanto kun kiu ĝi deziras paroli.
  - 2- Per la revena kontrolkanalo, la poŝtelefono informas la telefonnumeron al la signalo-stacio, kiu trans-donas ĝin al la centralo.
  - 3- Post konfirmo de la centralo, la signalo-stacio ŝaltas du-direktan voĉkanalon por komuniĝo kun la poŝtelefono (kaj sendas al la aparato la al-voksonon).
  - 4- Samtempe, konsultinte sian datumbankon, la centralo trovas en kiu ĉelo estas la al-vokato, kaj informas al la signalo-stacio de tiu ĉelo la telefonnumeron.
  - 5- Per la al-ira kontrolkanalo, tiu signalo-stacio alvokas la alian abonanton; ties poŝtelefono sonoras.
  - 6- Kiam la al-vokato respondas, ties poŝtelefono kaj la respektiva signalo-stacio ankaŭ komencas komuniĝi per du-direkta voĉkanalo.
- Nun, la tuta cirkvito estas starigita kaj ambaŭ personoj povas inter-paroli.

Kiam ilia babilado finiĝas, la centralo malfaras la konektojn kaj la uzitaj voĉkanaloj liberiĝas de-nove.

## Aliaj Konsekvencoj de la Portebleco

### Ĉelŝanĝo (*handoff*)

La procedo de ĉelŝanĝo okazas kiam la abonanto el-iras el unu ĉelo en-irante alian, DUM la babilado. Por ke la inter-parolado ne ĉesu, devas okazi do ŝanĝo de la voĉkanaloj, ĉar la poŝtelefono en-iras en la areon de alia signalo-stacio. Tiu estas kompleksa tasko, plenumata de la centralo de komutado kaj kontrolo (CKK). En kelkaj teknologioj de poŝtelefonoj, la ĉelŝanĝo kaŭzas etajn inter-rompojn dum la inter-parolado.

## Vojaĝumo (*roaming*)

"Vojaĝumo" estas la servo kiu permesas al abonanto de poŝtelefono uzi ĝin ekster la originala areo; ekzemple, se pro akordo inter la telefonkompanioj, oni uzas en areo de "Telesp Celular" (São Paulo) telefonon de "ATL" (Rio de Janeiro kaj Espírito Santo). Same internacie. Iri ekzemple al Novjorko kaj uzi tie la telefonon kiun oni uzas en Brazilo.

## *Evoluado de la Ĉela Sistemo*

La grandega evoluado de elektroniko kaj informadiko dum la lasta jardeko ebligis la disvolviĝon de pluraj malsamaj teknologioj por la ĉela telefonsistemo.

### Analoga

Ankaŭ nomata **unua generacio** de poŝtelefonoj.

La signaloj en voĉkanaloj estas analogaj.

Kelkaj el ĝiaj precipaj karakterizaĵoj:

- Frekvenca modulado (FM) de la voĉsignaloj.
- FDMA = Frekvenco-Divida Multobla Al-iro  
Multaj samtempaj uzantoj per la dividado de la disponebla frekvenco-spektro. Ĉiu poŝtelefono uzas, dum la inter-parolado, sian propran du-direktan voĉkanalon.
- Abrupta ĉelŝanĝo.

Ekzemploj:                      AMPS (Usona)                      NTT (Japana)

### Diĝita

Ankaŭ nomata **dua generacio** de poŝtelefonoj.

La signaloj en voĉkanaloj estas diĝitaj. Pro tio estas transmisiataj nur diĝitaj specimenoj de la voĉo. Avantaĝoj kompare al la analoga:

- Pli granda privateco
- Pli imuna al bruo
- La konsumo de baterio estas malpli granda

Ekzistas du ĝeneralaj specoj de diĝita poŝtelefono:

#### ***TDMA \_ TEMPO-DIVIDA MULTOBLA AL-IRO***

- Pli-bonigita FDMA.
- Ĉiu du-direkta voĉkanalo estas kun-uzata de kelkaj poŝtelefonoj. Iliaj diĝitaj specimenoj de la voĉo estas laŭ-tempe inter-metataj en la sama voĉkanalo.
- Abrupta ĉelŝanĝo.

- Ebligas multe pli da abonantoj ol la analoga sistemo.

Ekzemploj:                    IS-54 TDMA    (Usona)                    GSM    (Eŭropa)

### **KDMA \_ KODO-DIVIDA MULTOBLA AL-IRO**

Ĝi estas teknologio de ĉela sistemo preskaŭ tute nova.

- Ĉiuj poŝtelefonoj, en ĉiuj ĉeloj, uzas samtempe la samajn frekvencojn. Do:
  - Ne ekzistas ĉelgrupoj.
  - En ĉiu ĉelo ekzistas unu-nura du-direkta voĉkanalo, komuna por ĉiuj uzantoj.
- Subtila ĉelŝanĝo, pro la ekzisto de nur unu egala voĉkanalo en ĉiu ĉelo.
- Ĉar ĉiuj uzas la samajn frekvencojn, por distingi la poŝtelefonojn ene de la voĉkanalo estas uzata kompleksa matematika algoritmo. Ĝi baziĝas je la miksado de identigaj diĝitaj kodoj en la signalojn de la abonantoj.
- Kompare al ĉiuj aliaj, KDMA estas la teknologio kiu ebligas la plej-multon da abonantoj.

Ekzemplo:                    IS-95 CDMA    (Usona)

## **6- NOVAJ PERSPEKTIVOJ POR MOVTELEFONIO**

### ***Interreta Al-iro per Poŝtelefono***

La uzado de diĝitaj signaloj, ek-de la dua generacio, ebligas plurajn aliajn servojn. Ekzemple, ricevado de tekstoj, simile al porteblaj mesaĝiloj. Sed la plej interesa servo certe estas la interreta al-iro. Por ke la sistemo de poŝtelefono funkcii por tiu celo, ekzistas speciala komunikprotokolo, nomata "WAP" ("Protokolo por Sen-drata Aplikaĵo"). Ankaŭ la abonantoj devas havi specialan poŝtelefonon, kiu komprenu krom la ordinaraj voĉsignaloj tiun protokolon WAP. Tiaj telefonoj en-havas la bezonatan retumileton, kiu ebligas la navigadon tra la hejmpaĝoj specifaj por ili.

Pro internaj karakterizaĵoj, kiuj limigas la rapidecon de la konekto, la servo disponigata per poŝtelefonoj de la dua generacio estas simpla. Ĝi taŭgas precipe por legado de retleteroj kaj novaĵetoj.

La lanĉota tria generacio de poŝtelefonoj ebligas multe pli rapidan konekton, precipe por uzado kun porteblaj komputiloj.



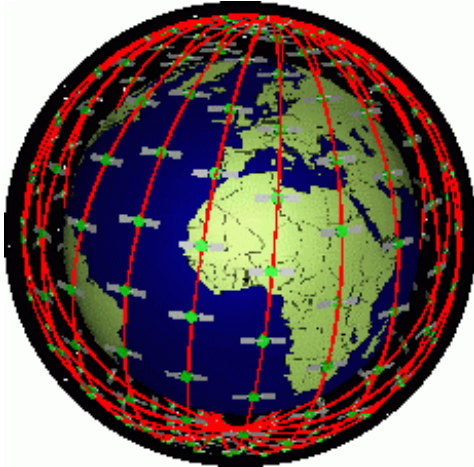
### ***Per-satelita Ĉela Sistemo***

Ĉar en la ordinara sistemo ĉiu ĉelo devas havi apartan anteno-turon, en multaj lokoj la poŝtelefonoj ne funkcias, pro obstakloj aŭ ne-ekzisto de turo.

Oni el-pensis do alian specon de ĉela sistemo, per-satelita, tiel ke la telefonoj funkcii ĉie, ie ajn en la tuta terglobo.

Por ĉiu ĉelo estas uzata, anstataŭ turo, satelito de malalta orbito (pli malpli 1000 km for de la tersurfaco). La tuta Tero estas dividita je nur kelkaj dekoj da ĉeloj, ĉiu kun sia satelito.

Ekzistas du ĝeneralaj specoj de per-satelita sistemo, ambaŭ diĝitaj:



- **Mallarĝbendaj**

Uzeblas nur kiel portebla telefono

Ekzemploj: GlobalStar, Iridium, Ellipso.

- **Larĝbendaj (ankoraŭ lanĉotaj)**

Ebligos plurajn servojn, inkluzive tre rapida interreta al-iro.

Ekzemploj: Teledesic, SkyBridge.

Nun-tempe, la problemo de la per-satelita ĉela sistemo estas la altega kosto. Ekzemple, telefono "GlobalStar" estas dek-oble pli kosta ol ordinara diĝita poŝtelefono.