



# មូលដ្ឋានគ្រឹះទូរគមនាគមន៍

## BASIC TELECOMMUNICATION

មូលដ្ឋានគ្រឹះទូរគមនាគមន៍



រៀបរៀងដោយ៖ អ៊ែម សុខិន្ទ

# មូលដ្ឋានគ្រឹះទូរគមនាគមន៍

**BASIC TELECOMMUNICATION**

រៀបរៀងដោយ

គឹម សុចិត្ត

## បុព្វកថា

ដំណើរអភិវឌ្ឍន៍នៃព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជានៅក្នុងយុគសម័យទំនើបនេះ ជាមេរៀនដ៏ជោគជ័យ បំផុតមួយដែលចាប់បួសគល់ចេញពីការបញ្ចប់របបប្រល័យពូជសាសន៍ ការបញ្ចប់សង្គ្រាម ការផ្សះផ្សារ ជាតិ ការកសាងមូលដ្ឋានរឹងមាំនៃសន្តិភាពនិងស្ថេរភាព និងការអភិវឌ្ឍសេដ្ឋកិច្ច។ នៅក្រោយពេលដែល សន្តិភាពត្រូវបានកើតឡើងដោយបរិបូណ៌នៅឆ្នាំ១៩៩៨ កម្ពុជាទទួលបានកំណើនសេដ្ឋកិច្ចខ្ពស់ គឺប្រមាណ ៨% ក្នុងមួយឆ្នាំ។ លើសពីនេះទៀត អត្រានៃភាពក្រីក្រត្រូវបានកាត់បន្ថយពីប្រមាណ៥៣% នៅឆ្នាំ ២០០៤ មកនៅទាបជាង១០% នៅឆ្នាំ២០១៩។ ដំណើរនៃការអភិវឌ្ឍជាតិជាសកម្មភាពដែលបន្តទៅ មុខជាប់ជានិច្ច ហើយគោលនយោបាយថ្មីៗដែលមានលក្ខណៈអន្តរវិស័យគ្របដណ្តប់ ក៏កំពុងលេច រូបរាងឡើង ដើម្បីតម្រង់ទិសកម្ពុជាឆ្ពោះទៅកាន់ប្រទេសមានប្រាក់ចំណូលមធ្យមកម្រិតខ្ពស់នៅឆ្នាំ ២០៣០ និងឈានឡើងជាប្រទេសមានប្រាក់ចំណូលខ្ពស់ នៅឆ្នាំ២០៥០។ ការប្រែប្រួលឆាប់រហ័ស នៃនិម្មាបនកម្មពិភពលោកនិងតំបន់ រួមទាំងទំនាក់ទំនងភូមិសាស្ត្រនយោបាយ បានផ្តល់កាលានុវត្តភាព សម្រាប់ការអភិវឌ្ឍឧស្សាហកម្មនៅកម្ពុជា ដែលត្រូវបានរាជរដ្ឋាភិបាលចាត់ទុកជាមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃកំណើន សេដ្ឋកិច្ចកម្ពុជា។ រាជរដ្ឋាភិបាលកម្ពុជាបាន និងកំពុងបន្តពង្រឹង និងអភិវឌ្ឍវិស័យអប់រំឆ្ពោះទៅរក ការស្រាវជ្រាវ និងនវានុវត្តន៍ ដើម្បីពង្រឹងសមត្ថភាពនិងជំនាញរបស់ធនធានមនុស្សនៅកម្ពុជា ឱ្យស្រប ទៅនឹងបរិបទថ្មីនៃការអភិវឌ្ឍ ជាពិសេសការពង្រឹងសហគ្រិនភាពក្នុងការរៀបចំម៉ូដែលធុរកិច្ចថ្មីៗ។ ដើម្បី ចាប់យកកាលានុវត្តភាពពីបដិវត្តន៍ឧស្សាហកម្មទី៤ និងសេដ្ឋកិច្ចឌីជីថលដែលកំពុងផុសផុលឡើង ប្រព័ន្ធអេកូឡូហ្សីដែលបង្កលក្ខណៈអំណោយផលដល់ការបង្កើតថ្មី នវានុវត្តន៍ ការស្រាវជ្រាវ និងអភិវឌ្ឍន៍ ត្រូវតែមានការកែលម្អ។

បណ្តាប្រទេសនៅទ្វីបអាស៊ីកំពុងនាំមុខក្នុងការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ ដោយមាន ភាគហ៊ុនប្រមាណ៤៤% នៃការវិនិយោគទាំងមូលរបស់ពិភពលោក។ ប្រទេសចិនកំពុងបន្តកសាង ហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធនៃការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ ក៏ដូចជាសមត្ថភាពមនុស្ស។ ផ្ទុយទៅវិញ ប្រទេសនៅទ្វីបអាមេរិកខាងត្បូង និងអាហ្វ្រិក កំពុងស្ថិតនៅឆ្ងាយពីការវិនិយោគនេះ ហើយជាលទ្ធផល ប្រទេសទាំងនោះក៏ពុំមានកំណើនសេដ្ឋកិច្ចគួរឱ្យកត់សម្គាល់ដែរ។ ទុនវិនិយោគសរុបលើការស្រាវជ្រាវ និងអភិវឌ្ឍរបស់ប្រទេសនៅទ្វីបអាមេរិកខាងត្បូងនិងអាហ្វ្រិក មានប្រមាណ៥%នៃការវិនិយោគទាំងមូល របស់ពិភពលោក ក្នុងពេលដែលតំបន់ទាំង២នេះមានប្រជាជនប្រមាណ២០%នៃប្រជាជនពិភពលោក។ ប្រទេសចំនួន៦ដែលមានលំដាប់ខ្ពស់ជាងគេនៅក្នុងការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ រួមមាន សហរដ្ឋអាមេរិក ចិន ជប៉ុន អាល្លឺម៉ង់ ឥណ្ឌា និងកូរ៉េខាងត្បូង ដែលស្មើនឹងប្រមាណ៧០%នៃទុនវិនិយោគ សរុបរបស់ពិភពលោក។

តើចំណេះដឹង ផលិតផល និងសេវាកម្មថ្មីទាំងនេះកើតឡើងពីអ្វី? ហើយកើតឡើងដោយ របៀបណា? ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជាកំពុងតែកសាងមូលដ្ឋានសម្រាប់ការត្រៀមខ្លួនទទួល និងប្រកួត ប្រជែងក្នុងយុគសម័យបដិវត្តន៍ឧស្សាហកម្មទី៤ នៅក្នុងសេដ្ឋកិច្ចដែលផ្អែកលើពុទ្ធិ ហើយដែលប្រការនេះ

ចាំបាច់តម្រូវឱ្យពលរដ្ឋកម្ពុជា ត្រូវក្លាយខ្លួនជាពលរដ្ឋឌីជីថល ពលរដ្ឋសកល និងពលរដ្ឋដែលប្រកបដោយការទទួលខុសត្រូវ ដែលមានសមត្ថភាពក្នុងការផលិត ចែកចាយ និងប្រើប្រាស់ពុទ្ធិដើម្បីទទួលបានមនុស្សធម៌ និងរួមចំណែកក្នុងកំណើន។ ធនាគារពិភពលោកបានធ្វើការកត់សម្គាល់តាំងពីឆ្នាំ ២០០២នូវបម្លាស់ប្តូរនៃមូលដ្ឋានសេដ្ឋកិច្ច ពីសេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើកម្លាំងពលកម្ម និងធនធានអតិកម្ម (Labour and Resource Based Economy) ទៅកាន់សេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើពុទ្ធិ (Knowledge Based-Economy) ដែលក្នុងន័យនេះ ពុទ្ធិគឺជាគន្លឹះនៃការអភិវឌ្ឍ។ អាស្រ័យហេតុនេះនៅលើគន្លងដែលកម្ពុជាកំពុងធ្វើដំណើរឆ្ពោះទៅកាន់សេដ្ឋកិច្ចឌីជីថល សង្គមកម្ពុជាត្រូវតែមានសមត្ថភាពក្នុងការផលិត ជ្រើសរើស បន្សុំ បង្កើតមុខរបរ និងប្រើប្រាស់ពុទ្ធិ ដើម្បីរក្សានិរន្តរភាពនៃកំណើន និងកែលម្អជីវភាពរស់នៅ។ សមត្ថភាពទាំងនេះ អាចកើតឡើងនៅពេលពលរដ្ឋកម្ពុជាមានឱកាសក្នុងការទទួលបានបទពិសោធន៍ពីការស្រាវជ្រាវ ការបណ្តុះគំនិតច្នៃប្រឌិត និងការស្វែងរកនវានុវត្តន៍។

កំណែទម្រង់វិស័យអប់រំ គឺជាការត្រួតត្រាយមាតិកាសម្រាប់ដំណើរឆ្ពោះទៅកាន់សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិ និងប្រជាពលរដ្ឋប្រកបដោយភាពរស់រវើក។ តាមរយៈមូលដ្ឋានអប់រំ សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិនឹងប្រមូលផ្តុំ បង្កើត និងចែករំលែក ទៅកាន់សមាជិកក្នុងសង្គមនូវសម្បទាអប់រំ ពិសេសគឺពុទ្ធិសម្បទាក្នុងបុព្វហេតុនៃមនុស្សជាតិនិងឧត្តមប្រយោជន៍នៃប្រទេស។ សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិ គឺពុំគ្រាន់តែជាសង្គមដែលសម្បូរព័ត៌មានប៉ុណ្ណោះទេ តែជាសង្គមដែលប្រជាពលរដ្ឋអាចធ្វើបរិវត្តកម្មពីព័ត៌មានទៅជាមូលធនប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព។ ការរីកចម្រើនទៅមុខជាលំដាប់នៃបច្ចេកវិទ្យានិងតំណភ្ជាប់ បានពង្រីកព្រំដែននៃការចូលទៅកាន់ និងការទទួលបានព័ត៌មានជាសកល ហើយដែលក្នុងន័យនេះ ការអប់រំនឹងបន្តរីកចម្រើនទៅមុខនិងមានការផ្លាស់ប្តូរ។ សង្គមមួយដែលមានអំណាន និងរបាប់ជាបុរេលក្ខខណ្ឌនៃជីវភាពប្រចាំថ្ងៃនៃប្រជាពលរដ្ឋ ពេលនោះបំណិននៃអំណាន និពន្ធ និងការគណនាលេខនព្វន្ត គឺជាចលករនៃការរៀនរបស់សិស្ស។ ធាតុដ៏ចម្បងមួយដែលស្ថិតនៅក្នុងការកសាងសង្គមដែលប្រកបដោយពុទ្ធិគឺសៀវភៅសិក្សា ហើយការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សាជាប្រចាំ គឺជានវានុវត្តន៍នៃវិស័យអប់រំដែលនាំទៅរកការសិក្សាពេញមួយជីវិត ការអភិវឌ្ឍសម្បទាអប់រំ និងការចែករំលែកចំណេះដឹង។ មូលដ្ឋានអប់រំ ជាពិសេសគឺគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សាត្រូវមានតួនាទីដែលប្រកបដោយការឆ្លើយតប ចំពោះតម្រូវការខាងលើនេះ។ សាស្ត្រាចារ្យ អ្នកស្រាវជ្រាវ និងបុគ្គលិកអប់រំត្រូវបន្តសិក្សាជាប់ជានិច្ច តាមរយៈការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ហើយដែលសៀវភៅសិក្សាទាំងនេះនឹងក្លាយជាស្ថាននៃទំនាក់ទំនងរវាងនវានុវត្តន៍នៃបច្ចេកវិទ្យា និងការរៀននិងបង្រៀននៅក្នុងថ្នាក់រៀន។

សង្គមដែលប្រកបពុទ្ធិ ក៏ជាសង្គមដែលបណ្តុះឱ្យមានរចនាសម្ព័ន្ធទន់នៃសេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើពុទ្ធិដែរ។ ឧទាហរណ៍ជាក់ស្តែងនៃបែបផែននេះរួមមាន Silicon Valley នៃសហរដ្ឋអាមេរិក សួនឧស្សាហកម្មវិទ្យាសាស្ត្រអាកាសយានយន្តនិងយានយន្តនៅទីក្រុង Munich ប្រទេសអាល្លឺម៉ង់ តំបន់ជីវបច្ចេកវិទ្យានៅក្រុង Hyderabad ប្រទេសឥណ្ឌា តំបន់ផលិតគ្រឿងអេឡិចត្រូនិកនិងសារគមនាគមន៍ឌីជីថលនៅទីក្រុង Seoul ប្រទេសកូរ៉េខាងត្បូង ក៏ដូចជាសួនឧស្សាហកម្មថាមពល និងឥន្ធនគីមីសាស្ត្រនៃប្រទេសប្រេស៊ីល ហើយក៏នៅមានទីក្រុងនៃប្រទេសជាច្រើនទៀតនៅលើពិភពលោក។ លក្ខណៈសម្បត្តិ

នៃទីក្រុងទាំងនេះគឺការប្រើប្រាស់និន្នាការនៃការអភិវឌ្ឍដែលជំរុញ និងតម្រង់ទិសដោយចំណេះដឹង ហើយដែលចំណេះដឹងទាំងនោះកើតចេញជាដំបូងពីការវិនិយោគទៅលើគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា ស្ថាប័ន ស្រាវជ្រាវ មជ្ឈមណ្ឌលឧត្តមភាពនៃជំនាញជាន់ខ្ពស់ ការប្រកួតប្រជែងដោយគុណធិបតេយ្យ និងជាពិសេស គឺការបណ្តុះបណ្តាលអំណាននិងនិពន្ធសៀវភៅ។ ល្បឿននៃការរីកចម្រើនផ្នែកពុទ្ធិ និងបច្ចេកវិទ្យាកំពុងមាន សន្ទុះលឿនជាងអ្វីដែលសិស្ស និងនិស្សិតអាចទទួលបានពីគ្រូនៅគ្រឹះស្ថានសិក្សា ដែលធ្វើឱ្យគោលដៅ នៃការអប់រំនៅពេលបច្ចុប្បន្ននេះ មានការប្រឈមខ្លាំងជាងពេលណាទាំងអស់។ ឧទាហរណ៍ ក្នុងមួយឆ្នាំ មានសៀវភៅជាង២,២លានចំណងជើង ត្រូវបានសរសេរនិងបោះពុម្ព ដែលក្នុងនោះប្រទេសចិនមាន ៤៤០ពាន់ ចំណែកឯសហរដ្ឋអាមេរិកមាន៣០៥ពាន់ និងប្រទេសរុស្ស៊ីមាន១២០ពាន់ចំណងជើង។

ខណៈពេលដែលបច្ចេកវិទ្យាកំពុងរីកចម្រើនជារៀងរាល់ថ្ងៃ មធ្យោបាយសម្រាប់អំណានក៏មាន ច្រើនជាងម្រឹមសម្រាប់សិស្ស-និស្សិត និងសាធារណៈជន រួមមានការអានសៀវភៅ ការអានលើឧបករណ៍ អេឡិចត្រូនិក ការអានដោយប្រើទូរសព្ទវីឡា និងការអានលើកុំព្យូទ័រ ដែលសុទ្ធសឹងជាមធ្យោបាយ សំខាន់ៗដែលនាំអ្នកអានទាំងឡាយឱ្យសម្រេចគោលបំណងអានរបស់ខ្លួន។ ម្យ៉ាងវិញទៀត អំណាន ដោយប្រើមធ្យោបាយបច្ចេកវិទ្យាទំនើប ចំណាយពេលតិច ងាយស្រួលអាន និងជួយដល់បរិស្ថាន មួយកម្រិតទៀត។ នាពេលបច្ចុប្បន្ន សិស្ស-និស្សិត និងសាធារណៈជនកម្ពុជាដែលស្រឡាញ់អំណាន កំពុងតែប្រើប្រាស់មធ្យោបាយអំណានទាំងនេះ។ បើយើងក្រឡេកមើលទៅប្រទេសជឿនលឿន ទោះបីជា បច្ចេកវិទ្យារីកចម្រើនខ្លាំងយ៉ាងណា អំណានតាមរយៈសៀវភៅនៅតែមានសន្ទុះដដែល។ ម្យ៉ាងវិញទៀត បច្ចេកវិទ្យាអានបែបទំនើបតាមរយៈឧបករណ៍ទំនើប អាស្រ័យលើលទ្ធភាពនៃធនធានអប់រំឌីជីថល និង មាតិកាឌីជីថលគ្រប់គ្រាន់ដែលបានផលិត និងបង្ហោះចែកចាយសម្រាប់អំណាន។

ក្នុងបរិបទកម្ពុជា ជាពិសេសក្នុងបរិបទនៃការផ្ទុះរីករាលដាលនៃជំងឺកូវីដ-១៩ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានជំរុញឱ្យមានបរិវត្តកម្មឌីជីថលនៅក្នុងអេកូស៊ីស្តែមនៃការអប់រំ ជាពិសេសការអប់រំ តាមប្រព័ន្ធអេឡិចត្រូនិក និងការអប់រំពីចម្ងាយដើម្បីលើកកម្ពស់អំណាន តាមរយៈការផលិតមាតិកា ឌីជីថលដែលមានភាពចម្រុះ ការកសាងសមត្ថភាពផ្នែកតំណភ្ជាប់និងវេទិកាឌីជីថល ការពង្រីកវិសាលភាព នៃមជ្ឈមណ្ឌលទិន្នន័យ និងការលើកកម្ពស់គុណភាពនៃការផលិតធនធានអប់រំឌីជីថល គួបផ្សំជាមួយ ការចែកសន្លឹកកិច្ចការឱ្យសិស្សយកទៅរៀននៅផ្ទះ និងការចុះទៅជួបជាមួយសិស្សជាបណ្តុំនៅតាម សហគមន៍។ ក្នុងន័យលើកកម្ពស់អំណាន និងភាពសម្បូរបែបនៃធនធានសៀវភៅសិក្សា ឱ្យកាន់តែ មានប្រសិទ្ធភាពនិងភាពសក្តិសិទ្ធិ និងផ្តល់ឱកាសអំណានកាន់តែច្រើនថែមទៀតដល់សិស្សានុសិស្ស និស្សិត និងសាធារណៈជន ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាលើកទឹកចិត្តនូវចំណុចមួយចំនួនដូចខាង ក្រោម៖

1. សាស្ត្រាចារ្យ អ្នកស្រាវជ្រាវ និងបុគ្គលិកអប់រំ សូមបន្តនិងបង្កើនការបោះពុម្ពស្នាដៃបន្ថែម ទៀត ដើម្បីធ្វើឱ្យធនធានសម្រាប់អំណានកាន់តែសម្បូរបែប ជាពិសេសធនធានអំណានជា ខេមរភាសា

2. គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា សូមផ្តល់លទ្ធភាពគ្រប់បែបយ៉ាង ដើម្បីឱ្យបុគ្គលិកអប់រំគ្រប់លំដាប់ថ្នាក់ និងនិស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សាអាចចូលរួមអាន និងសិក្សាស្រាវជ្រាវតាមគ្រប់លទ្ធភាពជាមួយធនធានអំណាន ជាពិសេសការរៀបចំឱ្យមានពេលវេលាសម្រាប់សហសិក្សា និងអំណានក្នុងបណ្ណាល័យ
3. សាស្ត្រាចារ្យតាមមុខវិជ្ជា និងអ្នកស្រាវជ្រាវតាមជំនាញឬវិស័យ ត្រូវរៀបចំដំណើរការរៀនបង្រៀន និងស្រាវជ្រាវដែលមានដាក់បញ្ចូលកិច្ចការស្វ័យសិក្សា សហសិក្សា ឬការស្រាវជ្រាវបណ្ណាល័យដែលតម្រូវឱ្យនិស្សិត ត្រូវអាននិងស្រាវជ្រាវជាមួយធនធានអំណាន
4. គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងមជ្ឈមណ្ឌលស្រាវជ្រាវ ត្រូវខិតខំឱ្យអស់លទ្ធភាពក្នុងការបង្កើតបណ្ណាល័យ មជ្ឈមណ្ឌលរក្សាឯកសារ ឬមជ្ឈមណ្ឌលអប់រំឌីជីថលជាដើម ដើម្បីឱ្យបុគ្គលិកអប់រំគ្រប់លំដាប់ថ្នាក់និងនិស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សាអាចទទួលបាន និងស្វែងរកប្រភពសម្រាប់អំណានកាន់តែសម្បូរបែប និងមានភាពបត់បែន ឆ្លើយតបតាមតម្រូវការអ្នកអាន
5. និស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សាត្រូវខិតខំនិងចំណាយពេលវេលាអាន និងចាត់ទុកវប្បធម៌ និងអកប្បកិរិយាអំណានជាផ្នែកមួយ នៃពេលវេលានិងភាពស៊ីវិល័យនៃជីវិតប្រចាំថ្ងៃ
6. បងប្អូនជនរួមជាតិ ដែលជាមាតាបិតា ឬអ្នកអាណាព្យាបាល សូមជួយជំរុញនិងបង្កលក្ខណៈកាន់តែច្រើនថែមទៀត ជាពិសេសការលែងកំណាយនៅក្នុងគ្រួសារសម្រាប់ការទិញសម្ភារៈសិក្សា សៀវភៅអាន និងឧបករណ៍សម្រាប់អំណានដល់កូនៗ ដែលចាត់ទុកជាការវិនិយោគមួយដ៏សំខាន់ សម្រាប់ បង្កើនចំណេះដឹង និងអនាគតរបស់ពួកគេ។

ដោយមានការគាំទ្រពីក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ នៅឆ្នាំ២០២០ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានបង្កើតមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ដែលហៅកាត់ថា “មូលនិធិ ស.គ.ន.” និងហៅជាភាសាអង់គ្លេសថា The Research Creativity and Innovation Fund ដែលហៅកាត់ជាភាសាអង់គ្លេសថា “RCI Fund”។ គោលដៅចម្បងនៃមូលនិធិនេះ គឺរួមចំណែកលើកកម្ពស់វប្បធម៌នៃការស្រាវជ្រាវ បំផុសគំនិតច្នៃប្រឌិត និងជំរុញការធ្វើនវានុវត្តន៍ ដើម្បីជាប្រយោជន៍ដល់វិស័យអប់រំ យុវជន និងកីឡា ដែលឆ្លើយតបទៅនឹងទីផ្សារពលកម្ម និងសាកលភារូបនីយកម្ម។ មូលនិធិ ស.គ.ន. បានសម្រេចកំណត់ប្រធានបទ ជាអាទិភាពសម្រាប់ការគាំទ្រដោយមូលនិធិចំនួន៣ រួមមានឌីជីថលនីយកម្មសម្រាប់បដិវត្តឧស្សាហកម្ម៤.០ (Digitalization for IR.4.0) ការស្រាវជ្រាវអនុវត្តលើវិស័យកសិកម្ម (Applied Agricultural Research) និងការស្រាវជ្រាវគរុកោសល្យសតវត្សទី២១ (21<sup>st</sup> Century Pedagogy Research) ។

ដោយមានការធ្វើអាទិភាពរូបនីយកម្មទៅលើទិសដៅ នៃការប្រើប្រាស់ថវិកាមូលនិធិសម្រាប់ឆ្នាំ២០២០ ក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ និងក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានផ្តល់ការគាំទ្រដល់ការរៀបរៀង និងនិពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សា (Text book) ដែលនឹងត្រូវប្រើប្រាស់នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ គោលបំណងនៃការរៀបរៀង និងនិពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា គឺដើម្បីបង្កើនបរិមាណ លើកកម្ពស់គុណភាព និងពង្រីកសមធម៌នៃធនធានសិក្សាជាខេមរភាសា ជូនដល់និស្សិត

ដែលកំពុងបន្តការសិក្សា និងត្រៀមខ្លួនធ្វើការស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ លើសពីនេះទៀត ការរៀបរៀង និងនិពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា មានគោលដៅដូចខាងក្រោម ៖

- ឆ្លើយតបជាបន្ទាន់ចំពោះការខ្វះខាតធនធានសិក្សា ដែលជាតម្រូវការសិក្សារបស់និស្សិត នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា
- លើកកម្ពស់ទំនើបការរូបនីយកម្ម និងឧត្តមានុវត្តន៍នៃការរៀននិងបង្រៀន និងការស្រាវជ្រាវ នៅលើមុខវិជ្ជា កម្មវិធីសិក្សា ឬមុខជំនាញជាក់លាក់
- បង្កើនភាពស៊ីជម្រៅក្នុងការកសាងវិជ្ជាជីវៈនិងបទពិសោធន៍សម្រាប់ឋានៈសាស្ត្រាចារ្យ និង អ្នកស្រាវជ្រាវ
- រួមចំណែកដល់ការកសាងភាពជាសហគមន៍វិជ្ជាជីវៈ ការចែករំលែកបទពិសោធន៍ និងវប្បធម៌ នៃការរៀបរៀង និងនិពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។

ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានវាយតម្លៃខ្ពស់ចំពោះការបោះជំហានប្រកបដោយមនសិការ វិជ្ជាជីវៈនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងបុគ្គលិកអប់រំទាំងអស់ ក្នុងការរៀបចំ រៀបរៀង និងនិពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សា ដើម្បីបង្កើនបរិមាណ លើកកម្ពស់គុណភាព និងពង្រឹងសមធម៌នៃធនធានសិក្សាជា ខេមរភាសា ជូននិស្សិតដែលកំពុងបន្តការសិក្សា និងត្រៀមខ្លួនធ្វើការស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ សៀវភៅសិក្សាជាផ្នែកមួយនៃការទទួលស្គាល់គុណភាពអប់រំនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងជាធនធាន សិក្សាដែលជាមូលដ្ឋានមួយដ៏សំខាន់ ក្នុងការគាំទ្រដល់ការបង្រៀន និងរៀន ហើយត្រូវមានបរិមាណ គ្រប់គ្រាន់ ឆ្លើយតបទៅនឹងកម្មវិធីអប់រំ និងតម្រូវការសិក្សាស្រាវជ្រាវ។ ជាគោលការណ៍ គ្រឹះស្ថានឧត្តម សិក្សាទាំងអស់ ត្រូវមានសៀវភៅសិក្សាដែលប្រើជាគោលសម្រាប់មុខវិជ្ជានីមួយៗ។ ចំនួនសៀវភៅសិក្សា ដែលគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ការស្រាវជ្រាវ និងការសិក្សារបស់និស្សិត ត្រូវមានយ៉ាងតិចមួយចំណងជើង ក្នុងមួយមុខវិជ្ជា ហើយត្រូវតម្កល់យ៉ាងតិច២ច្បាប់ នៅក្នុងបណ្ណាល័យ ឬអាចរកបានតាមប្រព័ន្ធអេឡិចត្រូនិក។ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា លើកទឹកចិត្តបន្ថែមទៀតជូនដល់គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សារដ្ឋ និង ឯកជនដែលបានស្នើសុំថវិកាមូលនិធិរួច សូមចូលរួមបន្ថែមទៀតដើម្បីបង្កើនចំនួនចំណងជើងសៀវភៅ។ ចំណែកគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សារដ្ឋ និងឯកជនដែលពុំទាន់បានដាក់ពាក្យស្នើសុំសូមចូលរួម ដើម្បីជា គុណប្រយោជន៍ដល់តម្រូវការដ៏ទទួច និងថ្លៃថ្នារនៃនិស្សិតកម្ពុជាក្នុងការសិក្សា និងស្រាវជ្រាវនៅកម្រិត ឧត្តមសិក្សា។

**សេចក្តីបញ្ជាក់**  
**នៃមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍**

សៀវភៅសិក្សានេះជាលទ្ធផលនៃការស្នើសុំអនុវត្តវិកាមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ក្នុងគម្រោងរៀបរៀង និងនិងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ដែលនឹងត្រូវប្រើប្រាស់នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ សៀវភៅសិក្សានេះ ត្រូវបានរៀបរៀង និងនិង ឬកែលម្អដោយមានការធានាអះអាងថាជាស្នាដៃរបស់អ្នកនិពន្ធផ្ទាល់ និងបានឆ្លងកាត់ត្រួតពិនិត្យ ផ្តល់យោបល់ និងវាយតម្លៃដោយក្រុមប្រឹក្សាអប់រំ ក្រុមប្រឹក្សាស្រាវជ្រាវ ឬក្រុមប្រឹក្សាដែលមានតម្លៃស្មើនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងតាមរយៈកិច្ចសន្យាដែលបានធ្វើឡើង និងដែលបានតម្កល់ទុកនៅមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍។ រាល់ខ្លឹមសារ ការបកស្រាយ និងរូបភាព គឺជាជំហរនិងទស្សនៈផ្ទាល់របស់អ្នកនិពន្ធ ហើយពុំឆ្លុះបញ្ចាំង ឬជាតំណាងដល់មូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ នៃក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាឡើយ។

## **អារម្ភកថា**

សៀវភៅមូលដ្ឋានគ្រឹះទូរគមនាគមន៍នេះ ត្រូវបានរៀបរៀងដោយលោកគ្រូ **គឹម សុចិត្ត** ជាគ្រូបង្រៀនផ្នែកអេឡិចត្រូនិច នៃវិទ្យាល័យចំណេះទូទៅ និងបច្ចេកទេសអនុវត្តកំពង់ឈើទាល បានរៀបរៀងសៀវភៅនេះឡើងដើម្បីបង្ហាញពីការ សិក្សាអំពីការវិវត្តប្រព័ន្ធបច្ចេកវិទ្យាព័ត៌មាន សិក្សាអំពីការអភិវឌ្ឍន៍បណ្តាញខ្សែទូរសព្ទ សិក្សាអំពីទូរលេខ(Telegraph) សិក្សាអំពីការទំនាក់ទំនងតាមវិទ្យុ សិក្សាអំពីការវិវឌ្ឍនាការបស់ទូរសព្ទចល័ត សិក្សាអំពីការទំនាក់ទំនងតាម (Microwave) សិក្សាអំពីការទំនាក់ទំនងតាមផ្កាយរណប សិក្សាអំពីការទំនាក់ទំនងតាមខ្សែអប់ទឹក សិក្សាអំពីការប្រព័ន្ធសេវាកម្មឌីជីថល និងសិក្សាអំពីស៊ីញ៉ាល់ការបញ្ជូន និងទទួលពីការកកើតប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនង សៀវភៅនេះដែរសម្រាប់ផ្សព្វផ្សាយទៅកាន់មហាជនទូទៅជាពិសេសសម្រាប់លោកគ្រូ អ្នកគ្រូ សិស្សានុសិស្សស្រាវជ្រាវបន្តទៀត។

យ៉ាងវិញទៀតសៀវភៅដែលបានរៀបរៀងមកនេះបានផ្តល់ចំណេះដឹងខ្លះដល់លោកគ្រូ អ្នកគ្រូ សិស្សានុសិស្ស ងាយស្រួលក្នុងការសិស្សាស្រាវជ្រាវបន្ថែម។

ជាចុងក្រោយខ្ញុំសូមអធ្យាស្រ័យរាល់កំហុសឆ្គងនូវពាក្យពេចន៍ត្រង់កន្លែងណាមួយមិនសមរម្យដែលកើតមានឡើង និងសូមថ្លែងអំណរគុណពីប្រិយមិត្តអ្នកអាន អ្នកបច្ចេកទេស លោកគ្រូ អ្នកគ្រូ និងអ្នកពាក់ព័ន្ធទាំងអស់ ដោយក្តីរីករាយ ។

ថ្ងៃសៅរ៍ ៣រោច ខែអាសាធ ឆ្នាំខាល ពុទ្ធសករាជ ២៥៦៦  
កំពង់ឈើទាលថ្ងៃទី១៦ ខែកក្កដា ឆ្នាំ២០២២

គឹម សុចិត្ត



២.៨ ប្រព័ន្ធបណ្តាញទូរសព្ទ SPC.....	១៨
២.៨.១ បណ្តាញទូរសព្ទ ប្រព័ន្ធ SPC បែប អាណាឡូក (Analog) .....	១៨-១៩
២.៨.២ បណ្តាញទូរសព្ទ ប្រព័ន្ធ SPC បែប ឌីជីថល (Digital) .....	១៩

**មេរៀនទី ៣ ទូរលេខ (Telegraph)**

៣.១ សេចក្តីផ្តើម.....	២០
៣.២ ប្រវត្តិនៃទូរលេខ (Telegraph) .....	២០-២១
៣.៣ គោលការណ៍ដំបូងរបស់ទូរលេខ (Fundamental of Telegraph ) .....	២១-២៣
៣.៤ កូដម៉ស់ (Morse Code) .....	២៤-២៥
៣.៥ កូដទូរលេខ (Telegraph Code) .....	២៥-៣២
៣.៦ ភាពខុសឆ្គងក្នុងការបញ្ជូនកូដទូរលេខ (Transmission Error of Code) .....	៣២-៣៣
៣.៧ ល្បឿននៃការបញ្ជូនទូរលេខ.....	៣៣
៣.៨ ទូរលេខប្រភេទបោះពុម្ព (Tele printer) .....	៣៤-៣៥
៣.៩ សេវាកម្មថេលេក (Telex service) .....	៣៥-៣៦

**មេរៀនទី ៤ ទំនាក់ទំនងតាមវិទ្យុ**

៤.១ សេចក្តីផ្តើម.....	៣៧
៤.២ អំពីការទំនាក់ទំនងតាមវិទ្យុ.....	៣៧-៣៨
៤.៣ រលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច (Electromagnetic Wave) .....	៣៨-៤០
៤.៤ ការបន្តរាយរលកវិទ្យុ (Propagation of Radio Wave) .....	៤០-៤២
៤.៥ បច្ចេកទេសនៃការម៉ូឌុលេត (Modulation Technique).....	៤២-៤៤
៤.៦ វិធីការឌីម៉ូឌុលេត (Demodulation Menthol).....	៤៤-៤៦
៤.៧ អង់តែន (Antenna).....	៤៧
៤.៨ ប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងតាមវិទ្យុ (Radio Communication System).....	៤៨

**មេរៀនទី ៥ ទូរសព្ទចល័ត (Mobile Telephone)**

៥.១ សេចក្តីផ្តើម.....	៤៩
៥.២ ការវិវត្តន៍របស់ទូរសព្ទចល័ត.....	៤៩-៥០

៥.៣ ការធ្វើការរបស់ទូរសព្ទចល័តស៊ែលលូឡា.....	៥០-៥៣
៥.៤ ភាគផ្សំរបស់ប្រព័ន្ធទូរសព្ទចល័តស៊ែលលូឡា.....	៥៤-៥៦
៥.៥ ប្រព័ន្ធទូរសព្ទចល័តស៊ែលលូឡា.....	៥៦-៥៨
៥.៦ ការបែងតំបន់ដើម្បីផ្តល់សេវាកម្មរបស់ប្រព័ន្ធស៊ែលលូឡា.....	៥៨-៥៩
៥.៧ ការផ្តល់សេវាកម្មរបស់ប្រព័ន្ធស៊ែលលូឡា.....	៥៩-៦០
៥.៨ បញ្ហាកើតមាននៃការទទួល និងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ក្នុងប្រព័ន្ធស៊ែលលូឡា.....	៦០-៦១

**មេរៀនទី ៦ ទំនាក់ទំនងតាមម៉ែក្រូវេវ ( Microwave )**

៦.១ សេចក្តីផ្តើម.....	៦២
៦.២ ការទំនាក់ទំនងម៉ែក្រូវេវ (Microwave).....	៦២
៦.៣ ប្រៀបធៀបម៉ែក្រូវេវ Microwave.....	៦២-៦៤
៦.៤ លក្ខណៈការទទួលនិងបញ្ជូនរលកម៉ែក្រូវេវ Microwave.....	៦៤-៦៧
៦.៥ ភាគផ្សំមូលដ្ឋានរបស់ប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងម៉ែក្រូវេវ Microwave.....	៦៧-៦៩
៦.៦ បំពង់នាំរលក (Wave guide).....	៦៩-៧០

**មេរៀនទី ៧ ការទំនាក់ទំនងតាមខ្សែអប់ទិច ( Fiber Optic )**

៧.១ សេចក្តីផ្តើម.....	៧១
៧.២ ការទំនាក់ទំនងខ្សែអប់ទិច (Fiber Optic).....	៧១
៧.៣ ខ្សែអប់ទិច (Fiber Optic).....	៧១-៧២
៧.៤ ប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងនៃខ្សែអប់ទិច (Fiber Optic).....	៧២-៧៣
៧.៤.១ ឧបករណ៍បង្កើតពន្លឺ.....	៧៣
៧.៤.២ ឧបករណ៍ទទួលពន្លឺ.....	៧៣

**មេរៀនទី ៨ ការទំនាក់ទំនងតាមផ្កាយរណប**

៨.១ សេចក្តីផ្តើម.....	៧៤
៨.២ អំពីការទំនាក់ទំនងតាមផ្កាយរណប.....	៧៤
៨.៣ ប្រព័ន្ធផ្កាយរណប.....	៧៤-៧៦
៨.៤ មូលដ្ឋានប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងផ្កាយរណប.....	៧៧

៨.៥ ធាតុផ្សំរបស់ផ្កាយរណបទំនាក់ទំនង.....	៧៧-៧៩
៨.៦ ស្ថានីយ៍លើផ្ទៃដីក្នុងប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងផ្កាយរណប.....	៧៩
៨.៧ ចាន អង្កែតនៃរបស់ស្ថានីយ៍លើផ្ទៃដី.....	៧៩-៨០

**មេរៀនទី ៩ ប្រព័ន្ធសេវាកម្មឌីជីថល**

៩.១ ការទំនាក់ទំនងទិន្នន័យ (Data Communication).....	៨១
៩.២ ប្រយោជន៍នៃការទំនាក់ទំនងទិន្នន័យ.....	៨១-៨២
៩.៣ សេវាកម្ម IDN.....	៨២
៩.៤ ប្រព័ន្ធបណ្តាញ IDN (Integrated Digital Network).....	៨២-៨៣
៩.៥ ចំណេះដឹងទាក់ទងនឹង OSI (Open System Interconnection).....	៨៣

# បញ្ជីវិចិត្ររូប

## តារាង

តារាងទី៣.១ បង្ហាញពីប្រទេសនីមួយៗប្រើ Space &Mark.....	២៦
តារាងទី៣.២ តារាង បង្ហាញកូដទូរលេខ ៥ bit របស់ CCITT No.2.....	២៧-២៨
តារាងទី៣.៣ កូដទូរលេខ 7 Bit បែប ARQ ដែលមានសមភាព Mark Space 3:4..	២៩-៣០
តារាងទី៣.៤ កូដ ASCII ការបញ្ជូនទិន្នន័យរបស់កុំព្យូទ័រនិងទូរលេខ.....	៣១-៣២
តារាងទី៣.១ បង្ហាញឈ្មោះ និងការចាត់រៀងប្រៀបកង់វិទ្យុ.....	៣៩-៤០
តារាងទី៦.១ ប្រៀបកង់ Microwave.....	៦៣
តារាងទី៦.២ ការរៀបចំរបស់ស្ថានីយប្រញាស់ស៊ីញ៉ាល់នីមួយ.....	៦៥

## រូបភាព

រូបភាពទី១.២ បង្ហាញពីការធ្វើការនៃផ្កាយរណប.....	៤
រូបភាពទី១.៣ ការទំនាក់ទំនងទិន្នន័យរវាងកុំព្យូទ័រនិងកុំព្យូទ័រ.....	៥
រូបភាពទី១.៤ ការទំនាក់ទំនងក្នុងទិសដៅតែមួយ.....	៥
រូបភាពទី១.៥ ការទំនាក់ទំនងពីរទិសដៅ (Duplex).....	៦
រូបភាពទី១.៦ ការទំនាក់ទំនងពីរទិសដៅពេញរូបបែប (Full Duplex).....	៦
រូបភាពទី១.៧ បង្ហាញពីស៊ីញ៉ាល់អាណាឡូក (Analog signal).....	៧
រូបភាពទី១.៨ បង្ហាញពីស៊ីញ៉ាល់ឌីជីថល (Digital Signal).....	៧
រូបភាពទី១.៩ បង្ហាញពីស៊ីញ៉ាល់រំខាន (Noise Signal).....	៨
រូបភាពទី២.១ ទូរសព្ទសម័យបុរាណ.....	៩
រូបភាពទី២.២ ការអភិវឌ្ឍន៍បណ្តាញខ្សែទូរសព្ទ.....	១១
រូបភាពទី២.៣ គោលការណ៍មូលដ្ឋានរបស់គ្រឿងទូរសព្ទ.....	១៣
រូបភាពទី២.៤ គ្រឿងទូរសព្ទប្រភេទកំនើតស៊ីញ៉ាល់ផ្ទាល់ (Pules).....	១៤
រូបភាពទី២.៥ បង្ហាញពី Keyboard ទូរសព្ទ.....	១៥
រូបភាពទី២.៦ បណ្តាញទូរសព្ទបែប ក្រឡាសំណាញ់ (Mesh Shaped Network).....	១៦
រូបភាពទី២.៧ បណ្តាញក្នុងបណ្តាញបែបផ្កាយ.....	១៧
រូបភាពទី២.៨ បណ្តាញក្នុងតំបន់.....	១៧

រូបភាពទី២.៩ ប្រព័ន្ធបណ្តាញទូរសព្ទ SPC.....	១៩
រូបភាពទី៣.១ បង្ហាញពីគ្រឿងទូរលេខ.....	២១
រូបភាពទី៣.៣ បង្ហាញពីគោលការណ៍ទូទៅរបស់ប្រព័ន្ធទូរលេខ.....	២២
រូបភាពទី៣.៤ ការធ្វើការរបស់សៀគ្វីជាមូលដ្ឋាន របស់ទូរលេខ.....	២២
រូបភាពទី៣.៥ ការគោរកូដម៉ែស៍.....	២២
រូបភាពទី៣.៦ ចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ Sounder.....	២៣
រូបភាពទី៣.៧ សៀគ្វីទូរលេខ.....	២៣
រូបភាពទី៣.៨ បង្ហាញលក្ខណៈការបង្កើតកូដម៉ែស៍.....	២៤
រូបភាពទី៣.៩ បង្ហាញការផ្សំពាក្យរបស់កូដម៉ែស៍.....	២៥
រូបភាពទី៣.១១ បង្ហាញពីរលកស៊ីញ៉ាល់ Digital មានចរន្ត និងគ្មានចរន្ត.....	២៦
រូបភាពទី៣.១២ បង្ហាញពីរលកស៊ីញ៉ាល់ Digital មានចរន្ត និងគ្មានចរន្ត.....	២៩
រូបភាពទី៣.១៣ បង្ហាញពីរលកស៊ីញ៉ាល់ Digital មានចរន្ត និងគ្មានចរន្ត.....	៣២
រូបភាពទី៣.១៤ គ្រឿងទូរលេខប្រភេទបោះពុម្ពបាន.....	៣៤
រូបភាពទី៣.១៥ ជា Block diagram របស់ទូរលេខប្រភេទបោះពុម្ពបាន.....	៣៥
រូបភាពទី៣.១៦ កូដស៊ីញ៉ាល់ដែលរក្សាទុកលើក្រដាស.....	៣៥
រូបភាពទី៣.១៧ បណ្តុំ Telex.....	៣៦
រូបភាពទី៤.១ លំដាប់ប្រែក្លងរបស់រលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច.....	៣៩
រូបភាពទី៤.២ បង្ហាញពីការបន្សាយរលកវិទ្យុ (Propagation of Radio Wave).....	៤១
រូបភាពទី៤.៣ ការបង្ហាញស៊ីញ៉ាល់ការម៉ូឌុលេតតាមខ្នាត AM.....	៤២
រូបភាពទី៤.៤ ការបង្ហាញស៊ីញ៉ាល់ការម៉ូឌុលេតតាមប្រកង FM.....	៤៣
រូបភាពទី៤.៥ ការបង្ហាញស៊ីញ៉ាល់ការម៉ូឌុលេតតាមហ្វាស (Phase Modulation).....	៤៣
រូបភាពទី៤.៦ ការបង្ហាញស៊ីញ៉ាល់ការម៉ូឌុលេតស៊ីញ៉ាល់បែបឌីជីថល.....	៤៤
រូបភាពទី៤.៧ បង្ហាញពីវិធីការម៉ូឌុលេត (Demodulation Menthol) .....	៤៥
រូបភាពទី៤.៨ ការដំឡើងលេតរលក AM (AM Demodulation) .....	៤៥
រូបភាពទី៤.៩ ការដំឡើងលេតរលក FM និង PM.....	៤៥
រូបភាពទី៤.១០ វិធីការញែកស៊ីញ៉ាល់រលកពតិមានចេញពីរលក FM.....	៤៦
រូបភាពទី៤.១១ ការញែកស៊ីញ៉ាល់ពតិមានចេញពីរលកនាំដោយប្រៀបធៀប Phase រវាងប្រែក្លង FM.....	៤៦
រូបភាពទី៤.១២ អង់តែន (Antenna) .....	៤៧

រូបភាពទី៤.១៣ ប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងតាមវិទ្យុ (Radio Communication System).....	៤៨
រូបភាពទី៥.១ ការធ្វើការរបស់ទូរសព្ទចល័តស៊ីលលូឡា.....	៥១
រូបភាពទី៥.២ ការធ្វើការរបស់ប្រព័ន្ធស៊ីលលូឡា.....	៥២
រូបភាពទី៥.៣ បង្ហាញពីការបន្ថែមឧបករណ៍ជំនួយកនៅចល័តក្រៅតំបន់សេវា.....	៥៣
រូបភាពទី៥.៤ អង់តែនបែប Sector ស្ថានីយ៍គោល និងបង្គោលអង់តែន.....	៥៤
រូបភាពទី៥.៥ ការតភ្ជាប់ស៊ីញ៉ាល់រវាងតួគ្រឿងជាមួយស្ថានីយ៍គោល.....	៥៥
រូបភាពទី៥.៦ អង់តែនស្ថានីយ៍គោលបែបបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ជុំវិញខ្លួន ប្រូ(Omni Directional).....	៦១
រូបភាពទី៦.១ ប្រព័ន្ធទទួល និងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់លំដាប់ខ្សែភ្នែក.....	៦៤
រូបភាពទី៦.២ ប្រព័ន្ធទទួល និងបញ្ជូនដោយរលកលើផ្ទៃមេឃ.....	៦៥
រូបភាពទី៦.៣ ប្រព័ន្ធទទួល និងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ក្នុងប្រព័ន្ធផ្កាយរណប.....	៦៦
រូបភាពទី៦.៤ ប្រព័ន្ធទទួល និងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ក្នុងប្រព័ន្ធរ៉ាដា (RADAR).....	៦៧
រូបភាពទី៦.៥ បង្ហាញពី Block Diagram មូលដ្ឋានរបស់ប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនង Microwave.....	៦៨
រូបភាពទី៦.៦ បំពង់នាំរលកស៊ីញ៉ាល់ (Waveguide).....	៦៩
រូបភាពទី៦.៧ បង្ហាញពីរលកអេលិចត្រូម៉ាញេទិច.....	៧០
រូបភាពទី ៨.១ ការទំនាក់ទងផ្កាយរណប.....	៧៥
រូបភាពទី៨.២ Block Payload បែប Transponder របស់ផ្កាយរណប.....	៧៨
រូបភាពទី៨.៣ ការបញ្ជូន និងទទួលស៊ីញ៉ាល់របស់ចានអង់តែននៅលើផែនដី.....	៨០
រូបភាពទី៩.១ អង្គប្រកបមូលដ្ឋានប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងទិន្នន័យ.....	៨១
រូបភាពទី៩.២ សេវាកម្ម IDN (Integrated Digital Network).....	៨២
រូបភាពទី៩.៣ ប្រព័ន្ធបណ្តាញ IDN (Integrated Digital Network).....	៨៣

## **គន្ថនិទ្ទេស(ឯកសារយោង)**

សៀវភៅ មូលដ្ឋានគ្រឹះទូរគមនាគមន៍សម្រាប់ មធ្យមបច្ចេកទេសរបស់ក្រសួងវិជ្ជាជីវៈនៃ  
រាជាណាចក្រថៃ រៀបរៀងដោយ ណារុងសាក់ បាក់កាវេសា

# មេរៀនទី១ ការវិនិយោគប្រព័ន្ធបច្ចេកវិទ្យាព័ត៌មាន

## ១.១ វត្ថុបំណងមេរៀន

១.១.១ សិស្សប្រាប់និងអធិប្បាយអំពីការវិវត្តនៃបច្ចេកវិទ្យាទូរគមនាគមន៍ និង ប្រភេទស៊ីញ៉ាល់ដែលប្រើសម្រាប់បញ្ជូនក្នុងទូរគមនាគមន៍។

១.១.២ សិស្សទំនាក់ទំនងគ្នាដោយប្រៀបធៀបរវាងបច្ចេកវិទ្យាសម័យមុន និងបច្ចេកវិទ្យាសម័យបច្ចុប្បន្ន ។

១.១.៣ ធ្វើសិស្សមានឥរិយាបថនៅក្នុងការសិក្សា មានសីលធម៌ក្នុងការរស់នៅក្នុងសង្គម។

## ១.២ សេក្តីផ្តើម

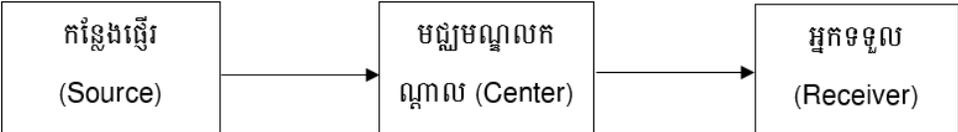
ការទំនាក់ទំនងមានភាពចាំបាច់ណាស់សម្រាប់ជីវិតប្រចាំថ្ងៃរបស់មនុស្ស ដើម្បីឱ្យមានភាពងាយស្រួល មានភាពសប្បាយរីករាយនៅក្នុងការទំនាក់ទំនងគ្នា ទើបមនុស្សព្យាយាមរកវិធីការទាក់ទងគ្នាដែលអាចបញ្ជូនទិន្នន័យបានកាន់តែឆ្ងាយឡើងៗ។ ការទំនាក់ទំនងនៃរយៈពេលនេះ គេហៅ ទូរគមនាគមន៍ (Communication)។ ហើយយើងឃើញថាវិវត្តនៃទូរគមនាគមន៍គឺចាប់ផ្តើមដោយលោក “សាមូអែល ម៉ែស៍” (Samuel mores) អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រដែលបានរកឃើញទូរគមនាគមន៍ដោយ ទូរលេខអគ្គិសនី។ ក្រោយមកមានការរីកចម្រើននៃផ្នែកទូរគមនាគមន៍ដែលមានភាពទាន់សម័យទំនើបបន្តិចម្តងៗ រហូតបង្កើតបានជា ទូរសព្ទ ការទំនាក់ទំនងដោយរលកវិទ្យុ ការទំនាក់ទំនងតាមប្រព័ន្ធកុំព្យូទ័រ និងទំនាក់ទំនងដោយខ្សែអុបទិច Fiber Optics។

## ១.៣ អត្ថន័យ និងសារៈសំខាន់នៃការទាក់ទងគ្នា

ដោយសារមនុស្សត្រូវការទំនាក់ទំនងរវាងគ្នាគ្រប់ពេលវេលា មនុស្សចាំបាច់ត្រូវការរៀន និងស្វែងរកវិធីការទំនាក់ទំនងគ្នាអាមានភាពទាន់សម័យ។ ការទំនាក់ទំនង (Communication) បើតាមនិយមន័យប្រែថា គឺជាការទំនាក់ទំនងគ្នារវាងមនុស្សដោយប្រើ ភាសា និមិត្តសញ្ញាផ្សេងៗនៅក្នុងទឹកនៃងដែលនៅជិតគ្នាដើម្បីទំនាក់ទំនងគ្នាឱ្យភាគីម្ខាងទៀតបានដឹង។ នៅពេលដែលមនុស្សមានចំនួនកាន់តែច្រើនឡើងៗ ការទំនាក់ទំនងដោយវិធីខាងនេះមានភាពសស្តុកស្តាញ និងលំបាក គឺនៅពេលភាគីម្ខាងទៀតចង់បានព័ត៌មានដែលនៅឆ្ងាយៗ គឺកាន់តែពិបាកថែមទៀតដូច្នោះហើយទើបមនុស្សបានរិះរកមធ្យោបាយដើម្បីអភិវឌ្ឍន៍ការទំនាក់ទំនងនេះជាបន្តបន្ទាប់។ ដូចជាជនជាតិឥណ្ឌាសម័យដើមបានដុតបង្ករឡើងឱ្យមានផ្សែងជាសញ្ញាប្រាប់ពីអន្តរាយផ្សេងៗដែលកើតឡើង “ ផ្សែង ” ដែលបានបង្ហាញឱ្យក្រុមម្ខាងទៀតបានដឹងគេហៅថា “កូដ” (Code) តែវិធី

នៃការទំនាក់ទំនងដែលបានប្រើក្នុងពេលបច្ចុប្បន្ននេះគេហៅថា “ស៊ីញ៉ាល់” (Signal) គឺនៅក្នុងរូបភាពស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនី ដែលទាំងអស់នេះហើយគឺជាការទំនាក់ទំនងតាមទូរគមនាគមន៍។ ដូចដែលបានពោលនៅខាងលើនេះថាទូរគមនាគមន៍ និយមប្រើជារូបភាពនៃស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនីដោយសារថាមពលគ្គិសនីអាចផ្លាស់ប្តូរបានយ៉ាងងាយជាងថាមពលផ្សេងៗ។ ដោយរូបភាពស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនីនេះគឺវាជំនួសឱ្យ “សារ” (Message) សម្រាប់ការទំនាក់ទំនងគ្នា និងត្រូវមានការព្រមព្រៀងគ្នាដើម្បីឱ្យយល់ច្បាស់ទាំងពីភាគីម្ខាងទៀតក្នុងរូបភាព “កូដ”(Code)។ ដូចនេះអ្វីដែលសំខាន់ការទំនាក់ទំនង ចែកចេញជា ៣ ផ្នែកគឺ

- ប្រភពបង្កើត កន្លែងផ្ញើ (Source) ជាកន្លែងដែលផ្ញើសារផ្សេងៗ
- មជ្ឈមណ្ឌលកណ្តាល (Center) ជាកន្លែងកំនត់ទិសដៅនៃការផ្ញើសារ
- អ្នកទទួល (Receiver) ជាកន្លែងដែលទទួល



រូបភាពទី១.១ បង្ហាញពីអង្គប្រកបនៃទូរគមនាគមន៍

នៅក្នុងរូបភាពទី១.១ វិភាគទៅលើពាក្យថា “ប្រព័ន្ធទូរគមនាគមន៍” (Communication System) ដំបូងយើងត្រូវមាន “សារ” សម្រាប់ផ្ញើ បន្ទាប់មក “មជ្ឈមណ្ឌលកណ្តាល ” និង “អ្នកទទួល” ដោយដំបូង អ្នកផ្ញើសារ ទៅនរណាម្នាក់ រួចហើយមជ្ឈមណ្ឌលកណ្តាលជាអ្នកត្រួតពិនិត្យដឹកនាំសាររបស់ទៅកាន់ទទួលបានយ៉ាងត្រឹមត្រូវ។ ដូចជាការផ្តល់ព័ត៌មានដោយឆ្លងកាត់រលកធាតុអាកាស ដើម្បីឱ្យប្រជាជនបានស្តាប់គឺ ស្ថានីយ៍វិទ្យុជាអ្នកផ្សាយព័ត៌មាន ក្នុងរូបភាពជា សម្លេង តូអក្សរ រូបភាព និង រូបភាពមានចលនា នៅពេលដែលត្រូវការបញ្ជូនសារទៅឱ្យអ្នកទទួលគឺត្រូវការបម្លែងស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនីសិន ដែលមាន២បែបគឺ

ស៊ីញ៉ាល់អាណាឡូក (Analog Signal) និង ស៊ីញ៉ាល់ឌីជីថល (Digital Signal) ។

**១.៤ ការវិវត្តរបស់ប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនង**

ការអភិវឌ្ឍនៃប្រព័ន្ធទូរគមនាគមន៍របស់អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រដោយការរិះរកស្រាវជ្រាវ ជាបន្តបន្ទាប់គឺមានគោលបំណង គឺធ្វើយ៉ាងណាអាចមានលទ្ធភាពបញ្ជូនព័ត៌មានបានគ្រប់ទីកន្លែងឆ្ងាយ

យៗបាន។ រហូតបានធ្វើអាមនុស្សនាពេលបច្ចុប្បន្នមានភាពងាយស្រួល ហើយបាននាំយកមក ប្រើជាប្រយោជន៍យ៉ាងច្រើនផងដែរ។

### ១.៥ ការវិវត្តទូរលេខ និង ទូរសព្ទ

អ្នកវិទ្យាសាស្ត្របានរកឃើញការទំនាក់ទំនងទូរគមនាគមន៍ដោយស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនី គឺលោក (Samuel Morse) នៅក្នុងឆ្នាំ គ.ស ១៨៣២។ អ្នកវិទ្យាសាស្ត្ររូបនេះបានបង្កើតទូរលេខ ដែលអាច បញ្ជូនព័ត៌មានទៅតាមខ្សែទូរលេខដោយស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនី ដូចដែលយើងបានស្គាល់គឺ “កូដម៉ស់” (Morse Code) ដែលមាន ចំនុច (Dot) និង គូរ (Dashes)។ នៅក្នុងឆ្នាំគ.ស ១៨៧៦ មានការ បង្កើត ទូរសព្ទឡើងជាលើកដំបូងនៅសហរដ្ឋអាមេរិច ដោយអ្នកវិទ្យាសាស្ត្រ (Alexander Graham bell) រហូតមកដល់ គ.ស ១៨៧៧ ក្រុមហ៊ុន (Western union) បានបើកបម្រើសេវាកម្ម ខាងអាជីវកម្មដំបូងបង្អស់របស់ សហរដ្ឋអាមេរិច។

### ១.៦ ការវិវត្តនៃវិទ្យុ

ចំនុចចាប់ផ្តើមនៃការទំនាក់ទំនងទូរគមនាគមន៍ដោយរលកវិទ្យុ រលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច (Electromagnetic Wave) ដោយអ្នកវិទ្យាសាស្ត្រ លោក James.Clerk.Maxwell បានសរុបទ្រឹស្តី របស់លោក Michael Faraday , Joseph Henry, Hans Christian Oersted ហើយបានរកឃើញ រលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចអគ្គិសនីដែលរសាត់អណ្តែតក្នុងអាកាស ដោយរលកនេះបានធ្វើដំណើរ ដោយល្បឿនពន្លឺ  $3 \times 10^8$  M/s ។

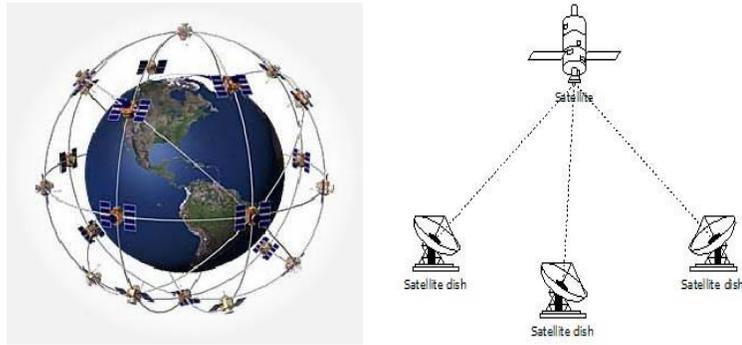
នៅក្នុងឆ្នាំ គ.ស ១៨៨០ លោក Herrick Hertz បានធ្វើការបង្កើតរលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចអគ្គិសនី ពីទ្រឹស្តីរបស់លោក Maxwell លោក Hertz បានតំឡើងសៀគ្វី Oscillator ដែលមានឧបករណ៍ អេឡិចត្រូនិក ដូចជាកុងដង់សាទ័រ(C) ខ្សែចម្លង (L) ជាសៀគ្វីដែលបង្កើតរលកអេឡិចត្រូម៉ាញេ ទិច ដែលមានទំនាក់ទំនងរវាងល្បឿន (V) ជំហានរលក ( $\lambda$ ) និងប្រេកង់ (F) ទាញបានជារូបមន្ត  $f = \frac{V}{\lambda}$  រហូតកម្រិតបច្ចុប្បន្ននេះគេយកឈ្មោះរបស់លោក Hertz មកធ្វើជាឯកតារបស់ប្រេកង់ នៃរលកវិទ្យុ គឺ ហ៊ឺត (Hz)។

### ១.៧ ការវិវត្ត នៃផ្កាយរណប

នៅឆ្នាំ១៩៤៥ នៃ គ.ស លោក Anther Clark ជាជនជាតិអង់គ្លេសបានគាំទ្រគំនិតរបស់ លោក Hermann Noor dung លោកមានគំនិតថា នៅក្នុងលំហអាកាស មិនមែនជាកន្លែងផ្តល់ ថាមពលឱ្យយានអាកាសប៉ុណ្ណោះទេតែគួរមានការបន្ថែមឧបករណ៍ដែលជាកន្លែងសម្រាប់បញ្ជូន ស៊ីញ៉ាល់ត្រឡប់មកផែនដីវិញ។ គំនិតរបស់អ្នកវិទ្យាសាស្ត្ររូបនេះបានយកមកប្រើជាប្រយោជន៍

នៃផ្នែកទូរគមនាគមន៍យ៉ាងច្រើន។ បន្ទាប់មកនៅឆ្នាំ១៩៥៧ ប្រទេសរុស្ស៊ីបានបញ្ជូនបង្ហោះផ្កាយរណបឈ្មោះ (Sputnik1) វាជាផ្កាយរណបដែលបានបង្ហោះលើកដំបូងគេនៅទូទាំងសាកលលោក បន្ទាប់មកបានបញ្ជូនបង្ហោះផ្កាយរណបឈ្មោះ (Sputnik2) បន្ទាប់មកទៀតសហរដ្ឋអាមេរិចបានបង្ហោះផ្កាយរណបឈ្មោះ (Score) ជាលើកដំបូងដែរសម្រាប់ប្រទេសសហរដ្ឋអាមេរិច។

នៅឆ្នាំ ១៩៦៤ អង្គការទំនាក់ទំនងផ្កាយរណបសកលលោក (INTELSAT) បានធ្វើការបង្ហោះផ្កាយរណប (INTELSAT1) ឆ្ពោះទៅរង្វង់គោចរ និងបានបើកបម្រើសេវាកម្មនៅឆ្នាំ ១៩៦៥ និងអាចបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ទូរទស្សន៍បានផងដែរ។

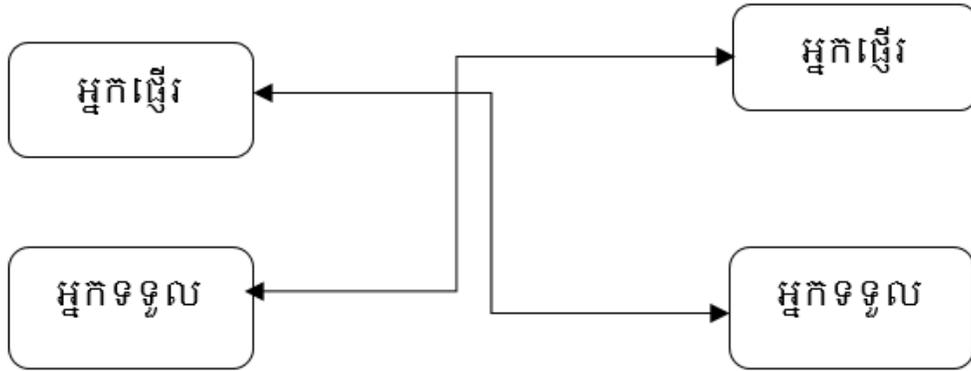


រូបភាពទី១.២ បង្ហាញពីការធ្វើការនៃផ្កាយរណប

**១.៨ ការវិវត្តនៃការទំនាក់ទំនងដោយវិធីផ្សេងៗ**

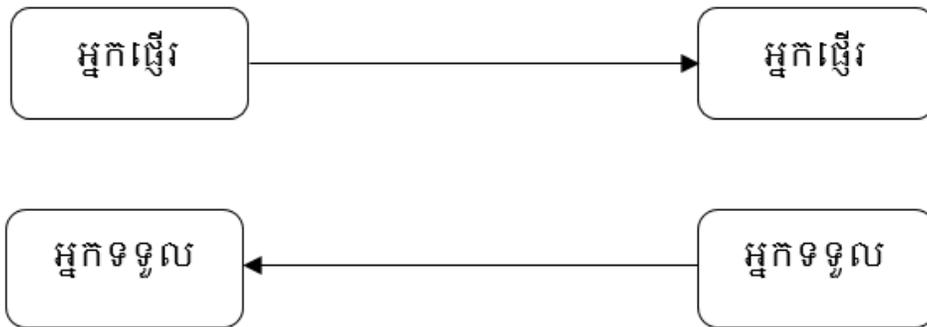
ការទំនាក់ទំនងទិន្នន័យរវាងកុំព្យូទ័រចាប់ផ្តើមនៅឆ្នាំ១៩៦៩ ក្រសួងមហាផ្ទៃរបស់សហរដ្ឋអាមេរិចបានសាកល្បងភ្ជាប់កុំព្យូទ័រសម្រាប់ប្រើនៅក្នុងទ័ពទាហ៊ាន ដែលអាចទាក់ទងផ្ញើ និងទទួលទិន្នន័យវិញទៅមក។ នៅក្នុងបច្ចុប្បន្ននេះមានការនិយមប្រើបណ្តាញកុំព្យូទ័រយ៉ាងច្រើនសន្លឹកសន្លាប់ សម្រាប់ Software ដែលប្រើសម្រាប់គ្រប់គ្រងទិន្នន័យគឺ Transmission Control Protocol (TCP) និង Internet Protocol (IP)។ TCP មានតួនាទីសម្រាប់ត្រួតពិនិត្យទិន្នន័យដែលបានទទួល និងផ្ញើរវាងកុំព្យូទ័របានយ៉ាងត្រឹមត្រូវ ចំណែក IP មានតួនាទីជ្រើសរើសទិសដៅដែលប្រសម្រាប់ទទួល និងផ្ញើ ឆ្លងកាត់បណ្តាញ និងត្រួតពិនិត្យអាសយដ្ឋាន (Address)របស់អ្នកទទួល។ នៅឆ្នាំ ១៩៨៣ ត្រូវបានគេកំណត់ជាស្តង់ដារសាកលលោក។





រូបភាពទី១.៥ ការទំនាក់ទំនងពីរទិសដៅ (Duplex)

៣.៩.៣ ការទំនាក់ទំនងពីរទិសដៅពេញរូបបែប (Full Duplex) ជាប្រព័ន្ធទាក់ទងពីរទិសដៅក្នុងរយៈពេលតែមួយដូចគ្នា ដោយស៊ីញ៉ាល់ចែកចេញជាពីរច្រក ដូចជាប្រព័ន្ធទូរសព្ទ ជាដើម

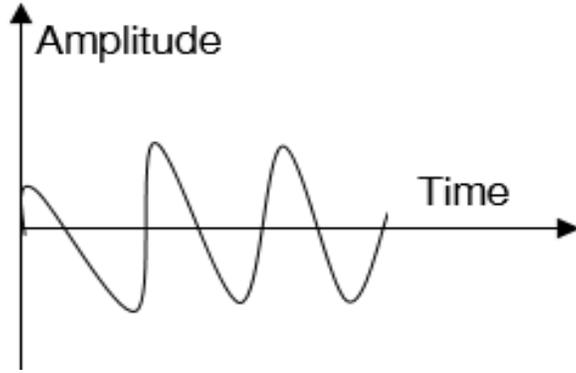


រូបភាពទី១.៦ ការទំនាក់ទំនងពីរទិសដៅពេញរូបបែប (Full Duplex)

**១.១០ រូបបែបស៊ីញ៉ាល់របស់ប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនង**

យើងអាចបែងចែកស៊ីញ៉ាល់ដែលប្រើនៅក្នុងប្រព័ន្ធទូរគមាគមន៍ នៅក្នុងការទទួលនិងផ្ញើបាន ២ ប្រភេទតាមលក្ខណៈរបស់ស៊ីញ៉ាល់គឺ ស៊ីញ៉ាល់អាណាឡូក (Analog Signal) និងស៊ីញ៉ាល់ឌីជីថល (Digital Signal) ចំណែកស៊ីញ៉ាល់ដែលចូលមករំខាន ជ្រៀតចូលក្នុងប្រព័ន្ធគឺ ស៊ីញ៉ាល់រំខាន (Noise Signal)

១.១០.១ ស៊ីញ៉ាល់អាណាឡូក (Analog signal) ជាស៊ីញ៉ាល់ដែលមានលំដាប់នៃការផ្លាស់ប្តូរជាបន្តបន្ទាប់ ដូចជា ស៊ីញ៉ាល់សម្លេង ស៊ីញ៉ាល់រូបភាពជាដើម។



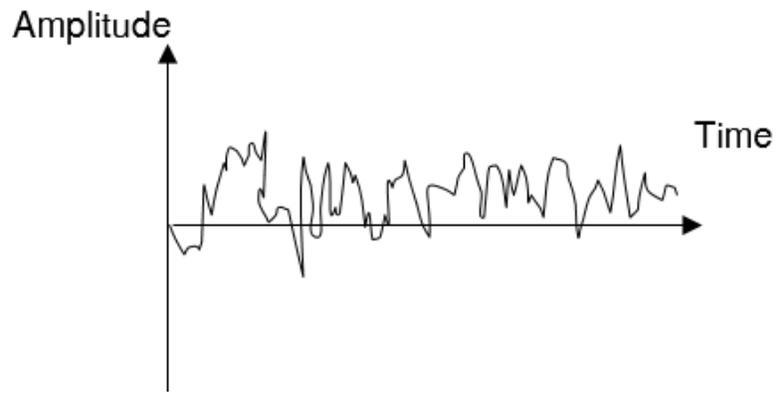
រូបភាពទី១.៧ បង្ហាញពីស៊ីញ៉ាល់អាណាឡូក (Analog signal)

១.១០.២ ស៊ីញ៉ាល់ឌីជីថល (Digital Signal) ជាស៊ីញ៉ាល់ដែលមានលំដាប់ស៊ីញ៉ាល់ ២ លំដាប់ប្រើន លំដាប់ វាមានចំនួនពេញដែលមានតម្លៃកំនត់ ដូចជា ស៊ីញ៉ាល់ឌីជីថល ៤លំដាប់ ៨លំដាប់ជាដើម។ មានដើមកំនើតពីសៀគ្វីអេឡិចត្រូនិក បែបឌីជីថល ដែលមាននៅក្នុងគ្រឿងកុំព្យូទ័រ កើតឡើងពីស៊ីញ៉ាល់អាណាឡូក។



រូបភាពទី១.៨ បង្ហាញពីស៊ីញ៉ាល់ឌីជីថល (Digital Signal)

១.១០.៣ ស៊ីញ៉ាល់រំខាន (Noise Signal) ជាស៊ីញ៉ាល់ដែលមានការផ្លាស់ប្តូរតម្លៃបាន ហើយកើតឡើងនៅក្នុងប្រព័ន្ធការទំនាក់ទំនងរវាងមិនបានឡើយ។ ដោយកើតចេញពីផ្នែក មួយរបស់ឧបករណ៍អេឡិចត្រូនិកដែលប្រើមកច្រើនឆ្នាំ ឬកើតចេញពីការរំខានពីអាកាសធាតុប្រែ ប្រួលជាដើម។



រូបភាពទី១.៩ បង្ហាញពីស៊ីញ៉ាល់រំខាន (Noise Signal)

## មេរៀនទី២ ទូរសព្ទ ( Telephone )

### ២.១ សេចក្តីផ្តើម

ទូរសព្ទជាប្រព័ន្ធការទំនាក់ទំនងសន្ទនាគ្នារវាងមនុស្សពីរនាក់ តាមដែលមនុស្សទូទៅបានដឹង។ ការទំនាក់ទំនងគ្នាដោយទូរសព្ទចាត់ទុកជារត្តមួយដ៏ចាំបាច់ ដោយសារក្នុងពេលបច្ចុប្បន្ននេះមានការចាំបាច់ក្នុងការប្រើដើម្បីទំនាក់ទំនងគ្នាខាងអាជីវកម្ម ឬក្នុងគោលបំណងផ្សេងៗជាច្រើន។ ប្រព័ន្ធទូរសព្ទបានបង្កើតការភ្ជាប់បណ្តាញទូរសព្ទបែបផ្សេងៗ ដែលមានការអភិវឌ្ឍន៍ជាបន្តបន្ទាប់ ពីការភ្ជាប់បណ្តាញដោយប្រើបុគ្គលិក រហូតក្លាយជាការភ្ជាប់បណ្តាញដោយស្វ័យប្រវត្ត។ នៅក្នុងពេលបច្ចុប្បន្ន គឺការភ្ជាប់បណ្តាញ SPC ដែលចាត់ទុកថាជាឧបករណ៍ Switch ដែលប្រើដើម្បីភ្ជាប់គ្រឿងទូរសព្ទច្រើនគ្រឿងដោយការភ្ជាប់ខាងក្នុងរវាងបណ្តាញនិងមាន បណ្តាញគ្រឿងទូរសព្ទតូចលដោយត្រង់ជាមួយ និងបណ្តាញដែលមិនមានគ្រឿងទូរសព្ទតូចលដោយត្រង់។ ជាទូទៅប្រព័ន្ធបណ្តាញដែល ភ្ជាប់ជាមួយគ្រឿងទូរសព្ទក្នុងតំបន់នីមួយៗគេហៅថា “ប្រព័ន្ធបណ្តាញក្នុងតំបន់” ។



រូបភាពទី២.១ ទូរសព្ទសម័យបុរាណ

### ២.២ ការអភិវឌ្ឍន៍បណ្តាញខ្សែទូរសព្ទ

ទូរសព្ទដែលបានប្រើក្នុងការទំនាក់ទំនងគ្នាបានត្រឹមតែមនុស្សពីរនាក់ប៉ុណ្ណោះ យើងនៅមិនទាន់ចាត់ទុកវាជាប្រព័ន្ធសាធារណៈនោះទេ (Public Telephone System) ដោយសារតែការនិយាយសន្ទនាគ្នាបានតែពីរនាក់ប៉ុណ្ណោះ។ប្រសិនបើយើងត្រូវការសន្ទនាជាមួយមិត្តភក្តិក្រចំនួន ៥

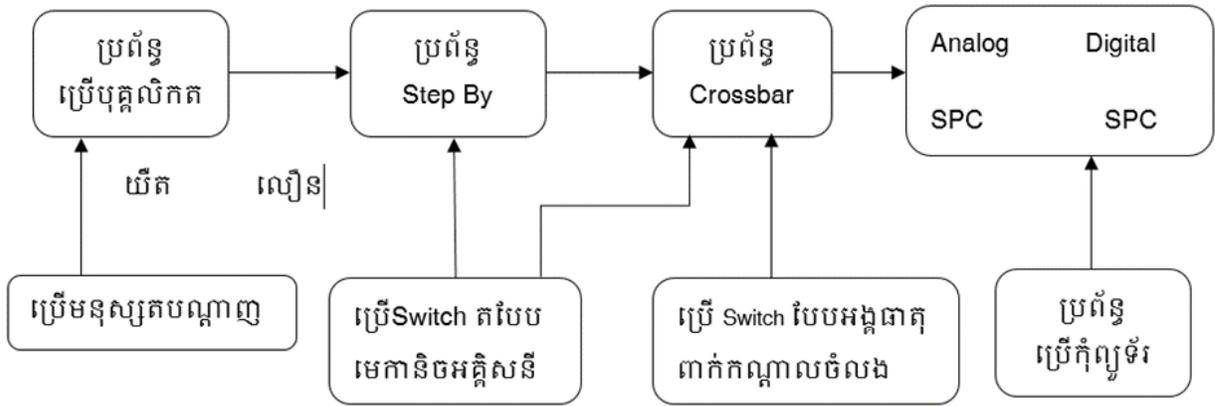
នាក់ទៀត យើងឃើញថាខ្លួនយើងម្នាក់ត្រូវមានទូរសព្ទចំនួន ៥ គ្រឿងដែរទើបអាចសន្ទនា ជាមួយមិត្តភក្តិក្រទាំង ៥ នាក់នោះបាន។ ហេតុដូច្នេះហើយទើបធ្វើឱ្យមានការចំណាយគ្រឿង ទូរសព្ទចំនួនច្រើនក្នុងគូរសន្ទនានីមួយៗ ទើបអ្នកវិទ្យាសាស្ត្របានរិះរកមធ្យោបាយស្រាវជ្រាវ ប្រព័ន្ធទូរសព្ទដែលអាចទាក់ទងជាមួយនណាក៏បានត្រឹមតែទូរសព្ទមួយគ្រឿង។ ទស្សនៈនេះមាន ន័យថា ប្រសិនបើត្រូវការទូរសព្ទសន្ទនាជាមួយមិត្តភក្តិក្រមនុស្សទី១ យើងបញ្ជូនកូដសំឡី មជ្ឈមណ្ឌលកណ្តាល ហៅគូរសន្ទនាទៅមនុស្សទី១ ឬប្រសិនបើត្រូវការទូរសព្ទសន្ទនាជាមួយ មិត្តភក្តិក្រមនុស្សទី៣ យើងបញ្ជូនកូដសំឡី មជ្ឈមណ្ឌលកណ្តាល ហៅគូរសន្ទនាទៅមនុស្សទី៣ មជ្ឈមណ្ឌលកណ្តាល ដែលហៅគូរសន្ទនានេះ គេហៅថា “ភ្ជាប់បណ្តាញ” (Exchange) ។

ការភ្ជាប់ប្រព័ន្ធទូរសព្ទបែបទី១ គឺ គេប្រើបុគ្គលិកតដោយដៃ (Manual Telephone System) ក្នុងគ្រឿងទូរសព្ទប្រើ “ម៉ាញេតូ” (Magnet) និងមានថ្មភ្ជាប់នៅជាមួយគ្រឿងគ្រប់គ្រងទូរសព្ទ គេហៅទូរសព្ទបែបនេះថា “ប្រព័ន្ធថ្មប្រចាំគ្រឿង” (Local Battery Telephone System) បន្ទាប់មក មានការអភិវឌ្ឍន៍មកប្រើ “ប្រព័ន្ធថ្មរួម” (Common Battery Telephone System) ។

ការភ្ជាប់ប្រព័ន្ធទូរសព្ទបែបទី២ គឺ (Step by Step) Switch នៅក្នុងបណ្តាញដែលប្រើសម្រាប់ តទូរសព្ទបែប ស្វ័យប្រវត្ត គេហៅថា “មេកានិចអគ្គិសនី” (Electro Mechanical) មានខ្នាតធំមិន ចាំបាច់ជួលបុគ្គលិកត ធ្វើឱ្យមានភាពងាយស្រួលឡើង។

ការភ្ជាប់ប្រព័ន្ធទូរសព្ទបែបទី៣ គឺ (Crossbar) គ្រប់គ្រងការធ្វើការដោយប្រព័ន្ធ Common Control ប្រើ Switch បែប មេកានិចអគ្គិសនីដែលអាចបង្កើនល្បឿនលឿនជាង Step By Step ដូច នេះហើយទើបឧបករណ៍អង្គធាតុពាក់កណ្តាលចម្លង (Semiconductor) មានតួនាទីក្នុងការនាំមក ធ្វើជាឧបករណ៍ Switch ភ្ជាប់បណ្តាញ។

ការភ្ជាប់ប្រព័ន្ធទូរសព្ទបែបទី៤ គឺ “SPC”(Stored Program Control) ដែលប្រើប្រព័ន្ធកុំព្យូទ័រ មកគ្រប់គ្រងនៃការភ្ជាប់បណ្តាញទូរសព្ទដែលគេហៅថា (Software) ដំបូងគេប្រើស៊ីញ៉ាល់ Analog ដើម្បីគ្រប់គ្រងប្រព័ន្ធ តែឥឡូវនេះមានការអភិវឌ្ឍន៍មកប្រើស៊ីញ៉ាល់ Digital មកគ្រប់គ្រងវិញ។



រូបភាពទី២.២ ការអភិវឌ្ឍន៍បណ្តាញខ្សែទូរសព្ទ

**២.៣ រូបបែបនៃការភ្ជាប់បណ្តាញទូរសព្ទ**

ការភ្ជាប់បណ្តាញទូរសព្ទចែកចេញជា ២ ប្រភេទធំៗ គឺ

២.៣.១ ការភ្ជាប់បណ្តាញដែលមានគ្រឿងទូរសព្ទរបស់អ្នកជួលតូចលដោយត្រង់ដូចជា ភ្ជាប់បណ្តាញទូរសព្ទក្នុងតំបន់ (Local Exchange) និងទូរសាខា (PABX) ។

២.៣.២ ភ្ជាប់បណ្តាញដែលមិនមានគ្រឿងទូរសព្ទរបស់អ្នកជួលតូចលដោយត្រង់ ដូចជា ការភ្ជាប់បណ្តាញឆ្លងកាត់តំបន់ (Tandem Exchange) និងការភ្ជាប់បណ្តាញនៅកន្លែងឆ្ងាយៗ (Transit Exchange) ភ្ជាប់បណ្តាញទូរសព្ទក្នុងតំបន់ (Local Exchange) គឺការភ្ជាប់បណ្តាញដែលមានគ្រឿងទូរសព្ទរបស់អ្នកជួលតូចលដោយត្រង់ ក្នុងទីប្រជុំជន សហគមន៍ ។ ការភ្ជាប់បណ្តាញបែបនេះមានខ្នាតតាំងតែ ១០០ លេខ ដល់ម៉ឺនលេខ ឬអាចច្រើនជាងនេះ។

ទូរសាខា (Private Automatic Branch Exchange : PABX) មានលក្ខណៈស្រដៀងភ្ជាប់បណ្តាញក្នុងតំបន់ តែ PABX ប្រើសម្រាប់ទំនាក់ទំនងតែក្នុងទីស្នាក់ការ ឬក្រុមហ៊ុន ដោយមិនត្រូវការភ្ជាប់បណ្តាញពីតំបន់ឡើយ។ ទូរសាខាមានសេវាកម្មពិសេស (Facilities) ចំពោះលេខខាងក្នុងដូចជាការបង្រួមលេខ (Abbreviator Dialing) ការហៅត្រឡប់មកវិញដោយស្វ័យប្រវត្តិ (Automatic Callback) ការផ្ទេរប្រព័ន្ធ (Transfer of Call) ។ ក្រៅពីនេះ ក្នុងករណីដែលទូរភ្ជាប់បណ្តាញបានភ្ជាប់ជាមួយបណ្តាញក្នុងតំបន់ធ្វើឱ្យលេខខាងក្នុងអាចទំនាក់ទំនងទៅលេខនៅខាងក្រៅបាន និងលេខខាងក្រៅក៏អាចហៅចូលទៅលេខខាងក្នុងបានដោយឆ្លងកាត់ទូរសាខា។

ការភ្ជាប់បណ្តាញឆ្លងកាត់ មានន័យថា ភ្ជាប់បណ្តាញទូរសព្ទដែលមិនមានលេខទូរសព្ទរបស់អ្នកជួលតូចលដោយត្រង់ តែនិងហៅរវាងបណ្តាញក្នុងតំបន់ ជាមួយបណ្តាញក្នុងតំបន់ដូចគ្នា ។

## ២.៤ គោលការណ៍មូលដ្ឋានរបស់គ្រឿងទូរសព្ទ

នៅក្នុងការហៅទៅលេខទូរសព្ទដើម្បីធ្វើការទំនាក់ទំនងគ្នា យើងត្រូវមានគ្រឿងម្យ៉ាងក្នុងការទំនាក់ទំនងលេខជាមួយបណ្តាញ (Exchange) ដែលគេហៅថា “គ្រឿងទូរសព្ទ”(Telephone) ដែលអ្នកទទួលត្រូវមានគ្រឿងទូរសព្ទមួយគ្រឿងដែរ ភាគផ្សំរបស់គ្រឿងទូរសព្ទមាន៖

២.៤.១ Transmitter ជាឧបករណ៍ដែលប្តូរស៊ីញ៉ាល់សម្លេងទៅជាស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនី ហើយបញ្ជូនទៅឱ្យអ្នកទទួលដោយប្តូរស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនីទៅជាស៊ីញ៉ាល់សម្លេង ដូចជា Microphone ជាដើម។

២.៤.២ Receiver ជាឧបករណ៍ដែលប្តូរស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនីទៅជាស៊ីញ៉ាល់សម្លេងដូចជា Speaker ជាដើម។

២.៤.៣ Ringer ជាឧបករណ៍មានតួនាទីត្រឡប់ទៅវិញបានដឹងថា មានអ្នកទូរសព្ទចូល ពីមុនគេប្រើកណ្តឹងដើម្បីផ្តល់សម្លេង តែឥឡូវគេនិយមប្រើ Speaker សម្រាប់ផ្តល់សម្លេង។

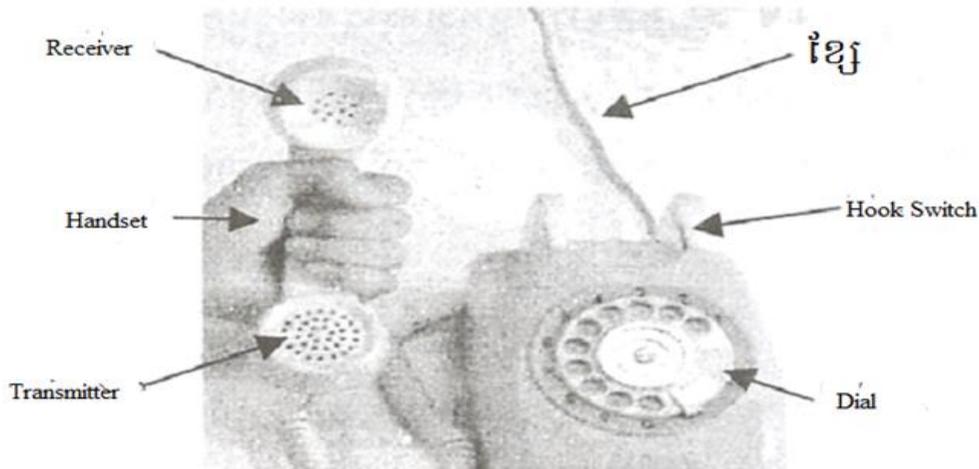
២.៤.៤ Hook Switch ជា Switch មានតួនាទីផ្តាច់ និង ភ្ជាប់សៀគ្វីទូរសព្ទរវាងគ្រឿងជាមួយបណ្តាញ នៅពេលមានអ្នកហៅចូលមកអ្នកទទួលលើក Handset ឡើង Hook Switch និងភ្ជាប់ទូរសព្ទជាមួយអ្នកហៅចូល នៅពេលដាក់ទូរសព្ទចុះ Hook Switch ទូរសព្ទត្រូវបានផ្តាច់សៀគ្វីទៅវិញ មិនអាចសន្ទនាគ្នាបានទេ។

២.៤.៥ Dial មានទាំងបែបបង្វិល (Pules) និងបែបចុចប៊ូតុង (Tone) ប្រើសម្រាប់កំណត់ស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនី ដើម្បីហៅចេញ។

នៅក្នុងផ្នែក Dial នេះជាកន្លែងដែលសំខាន់ណាស់សម្រាប់ក្នុងការហៅចេញ វាអាចបង្កើតស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនី ដែលប្រើជំនួសលេខ ដើម្បីបញ្ជូនទៅឱ្យបណ្តាញ ហើយបញ្ជាឱ្យ Switch នៅឯបណ្តាញភ្ជាប់លេខអ្នកទទួលបានយ៉ាងត្រឹមត្រូវ ស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនីដែលប្រើជំនួសលេខចែកចេញជា ២បែបគឺ៖

១. ស៊ីញ៉ាល់ Pulse (Pulse Signal) បានមកពីការបង្វិល Dial របស់គ្រឿងទូរសព្ទ ពីមុនគេនិយមប្រើបែបនេះ នៅពេលបង្វិលធ្វើឱ្យកើតស៊ីញ៉ាល់ Pulse។

២. ស៊ីញ៉ាល់ហ្វ្រេកង់សម្លេង២ហ្វ្រេកង់ (Dual Tone Multi frequency :DTMF) បានមកពីការចុចប៊ូតុង Dial និយមប្រើនាពេលបច្ចុប្បន្ននេះគេហៅថា (Tone) ។



រូបភាពទី២.៣ គោលការណ៍មូលដ្ឋានរបស់គ្រឿងទូរសព្ទ

**២.៥ គ្រឿងទូរសព្ទប្រភេទកំនើបស៊ីញ៉ាល់ដាល់ (Pules)**

នៅពេលអ្នកហៅទទួលទូរសព្ទ ធ្វើឱ្យ Hook Switch បិទសៀគ្វី ខ្សែ T (Trip) និងខ្សែ R(Ring) ធ្វើឱ្យ រំបុលូស Relay ក្នុងបណ្តាញគ្រប់សៀគ្វី។ ឧបករណ៍ Switch នៅក្នុងបណ្តាញនិងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ឱ្យបង្វិលលេខ (Dial Tone) មកគ្រឿងទូរសព្ទរបស់អ្នកហៅ នៅពេលអ្នកហៅបានលឺស៊ីញ៉ាល់នោះហើយអ្នកហៅនិងបង្វិល Dial ដោយចុចកន្លែងលេខណាមួយដូចជាលេខ ៤ ជាដើមបន្ទាប់ពីបង្វិលហើយលែងដៃចេញឱ្យ Dial វិលមករកកន្លែងដើមវិញ ពេលនោះ Dial ធ្វើឱ្យ Switch S3 បើកហើយបិទសៀគ្វីចំនួនស្មើនិងចំនួនដងនៃលេខនោះ (បិទ បើក ស្មើ ៤ដង) ធ្វើឱ្យកើតចរន្តអគ្គិសនីឆ្លង និងឈប់ឆ្លង ដោយសារតែ Switch បិទបើកសៀគ្វីលឿន ចរន្តដែលបានគេហៅថាចរន្តអ (Impulse ) ជាលក្ខណៈ Pulse ស្មើនិងចំនួនលេខនោះ ដូចជា បង្វិលលេខ ៤ បាន Pulse ៤ ដែរតែបើបង្វិល ០ បានPulse ១០ជាដើម។

លឿន DIAL របស់គ្រឿងទូរសព្ទ បានកំនត់ស្តង់ដារ រយៈពេលផ្តាច់ ភ្ជាប់ដែលមានតម្លៃ២ និង១ មានន័យថា និងផ្តាច់សៀគ្វី ២ ឯកត្តា ភ្ជាប់សៀគ្វី ១ ឯកត្តា ។ ចំណែកលឿនចរន្ត Pulse ដែលគេប្រើមាន ២ តម្លៃ គឺ ១០ IPS និង ២០ IPS (Pulse/s) ។

ក្នុងករណី ប្រើចរន្ត Pulse ១០ IPS ធ្វើឱ្យបានតម្លៃពេលមួយរបស់ Pulse ១០០MS បែងចែកដូចទៅនេះ៖

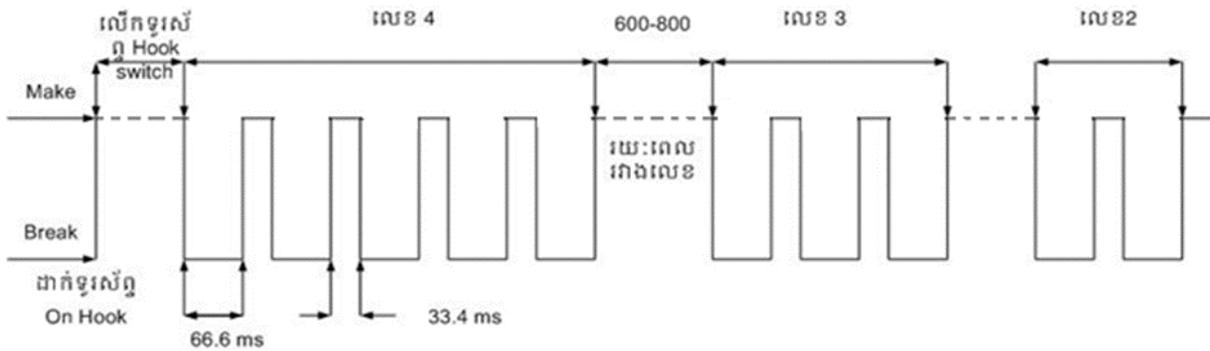
- រយៈពេលផ្តាច់សៀគ្វី (Break) =  $900MS \times 2/3 = 66.6 MS$
- រយៈពេលភ្ជាប់សៀគ្វី (Make) =  $900MS \times 1/3 = 33.3 MS$

ចំណែករយៈពេលឈប់រវាងលេខទូរសព្ទ ជាទូទៅមានតម្លៃ ៧០០ MS តែគេអាចប្រើតាំង តែ ៦០០ MS – ៨០០ MS ក៏បាន ឧទាហរណ៍ Pulse ដែលកើតពីការចុចលេខ ៤,៣,២ ដូចខាង ក្រោម៖

លេខ ៤ រយៈពេលដូចគ្នា ៦៦.៦ MS + ៣៣.៤ MS + ៦៦.៦ MS + ៣៣.៤ MS + ៦៦.៦ MS + ៣៣.៤ MS + ៦៦.៦ MS + ៣៣.៤ MS = ៤០០ MS

លេខ ៣ ប្រើរយៈពេល ( ៦៦.៦ MS × ៣ ) + ( ៣៣.៤ MS × ៣ ) = ៣០០ MS

លេខ ៤ ប្រើរយៈពេល ( ៦៦.៦ MS × ២ ) + ( ៣៣.៤ MS × ២ ) = ២០០ MS



រូបភាពទី២.៤ គ្រឿងទូរសព្ទប្រភេទកំនើតស៊ីញ៉ាល់ជាល់ (Pules)

**២.៦ គ្រឿងទូរសព្ទបង្កើតស៊ីញ៉ាល់ប្រេកង់ពីរសម្លេង**

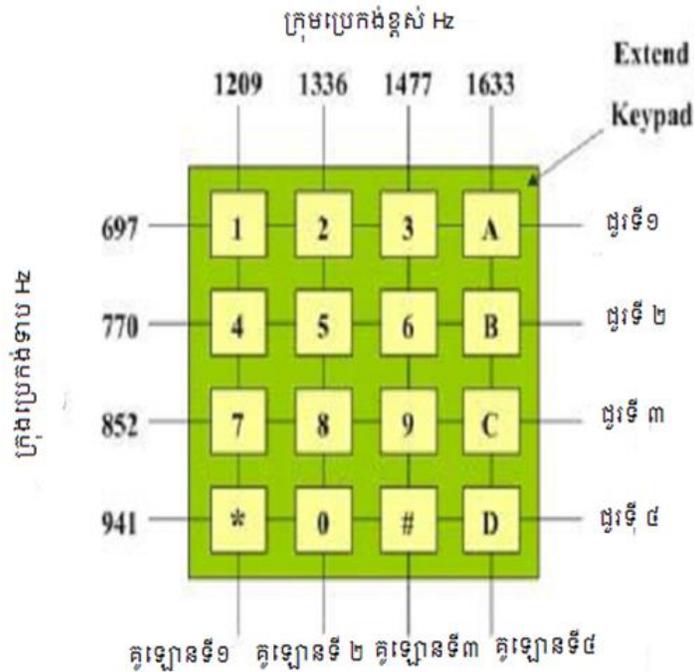
ជាទូរសព្ទ ដែលគេនិយមផលិតជាបែបមាន ប៊ូតុងចុច មានលេខ ០-៩ និងមានប៊ូតុង \* , # ទាំងអស់ ១២ ប៊ូតុងឬអាចមានប៊ូតុងពិសេស ៤ ទៀត ទាំងអស់ ១៦ ប៊ូតុង ក៏មានដែរ។ នៅពេល មានការចុចប៊ូតុងណាមួយ ធ្វើឱ្យមានប្រេកង់ ២ តម្លៃ ឬ បើបើប្រៀបធៀបហើយធ្វើឱ្យបាន ស៊ីញ៉ាល់ប្រេកង់សម្លេង ២

សម្លេង (ប្រេកង់នៅក្នុងប្រេកង់សម្លេង ទើបយើងហៅថា Tone ) ដែលប៊ូតុងនីមួយ ៗ ផលិត ប្រេកង់ ២ ឬ ១ គូរទើបយើងហៅវិធីនេះថា (Dial Tone Multi frequency ) "DTMF " លក្ខណៈប៊ូតុង ចុច និងប្រេកង់របស់ Dial គ្រឿងទូរសព្ទ ដែលបង្ហាញដូចរូបខាងក្រោម ៖

នៅក្នុងរូបខាងក្រោមនេះដែរ បានបង្ហាញឱ្យឃើញថា ប្រេកង់បែងចេញជា ២ ផ្នែក គឺ ជួរ (Row) គូរឡាន (Cullum) ជួរ និង គូរឡាននីមួយៗមានតម្លៃខុសគ្នា។ ៤ជួរបង្កើតក្រុងប្រេកង់ទាប និង ៤ជួរទៀតបង្កើតក្រុងប្រេកង់ខ្ពស់ ។ នៅពេលយើងចុចប៊ូតុងណាមួយ និងធ្វើឱ្យសៀគ្វីនៅខាង ក្នុងគ្រឿងទូរសព្ទបង្កើតប្រេកង់តាម ជួរ និង គូរឡាន ដែលនៅត្រង់លេខនោះ ។ឧទាហរណ៍ ចុច លេខ ៥ និងមានការបង្កើតប្រេកង់ ជួរ ៧៧០ Hz គូរឡាន ១៣៣៦ Hz ជាដើម ។ នៅពេលដែលប

ផ្ដើមប្រែក្លងនេះហើយ និងធ្វើឱ្យស៊ីញ៉ាល់ប្រែក្លងត្រូវបានបញ្ជូនទៅប្រព័ន្ធបណ្តាញទូរសព្ទដើម្បីឱ្យឧបករណ៍ កុងតាក់ភ្ជាប់លេខទូរសព្ទទៅឱ្យភាគីម្ខាងទៀត ។ សម្រាប់ភាពខុសឆ្គងដែលកើតឡើងរបស់ប្រែក្លងប្រហែល ១.៥ % ផ្នែកបង្កើតប្រែក្លង និង ២ % ផ្នែកទទួលលេខទូរសព្ទ។

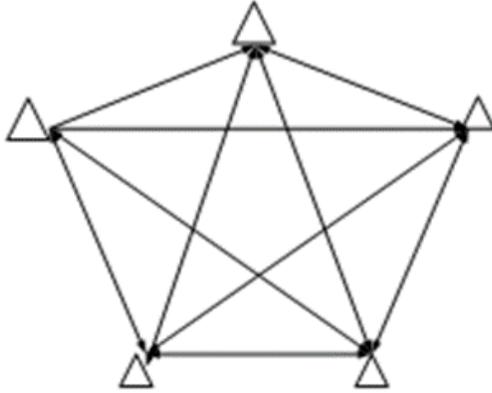
នាពេលបច្ចុប្បន្នគ្រឿងទូរសព្ទបែបប៊ូតុងចុចអាចធ្វើការបានទាំងពីរ បែប គឺ បែប Pulse និង បែប Tone ដោយក្នុងគ្រឿងទូរសព្ទមានកុងតាក់រំកិល រវាង Pulse ទៅ Tone ទាំងនេះគឺអាស្រ័យទៅលើប្រព័ន្ធបណ្តាញទូរសព្ទ។ តើអាចប្រើការរួមគ្នាបានអត់?



រូបភាពទី២.៥ បង្ហាញពី Keyboard ទូរសព្ទ

**២.៧ បណ្តាញក្នុងតំបន់**

ក្នុងសម័យដែលប្រើទូរសព្ទប្រព័ន្ធផ្ទុប្រចាំគ្រឿង បានកែច្នៃឱ្យលេខទូរសព្ទនីមួយៗដែលទាក់ទងគ្នា ដោយប្រើប្រព័ន្ធបណ្តាញទូរសព្ទបែប ក្រឡាសំណាញ់ (Mesh Shaped Network) ។



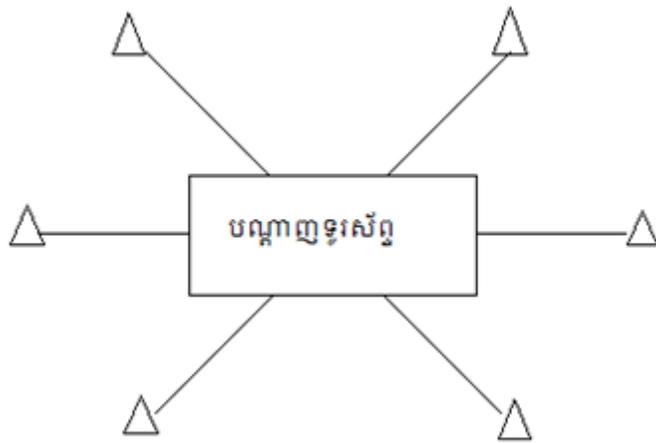
រូបភាពទី២.៦ បណ្តាញទូរសព្ទបែប ក្រឡាសំណាញ់ (Mesh Shaped Network)

បណ្តាញបែបក្រឡាសំណាញ់ MSN ជាបណ្តាញដែលមានលក្ខណៈភ្ជាប់គ្នាទាំងអស់ដូចរូបខាងលើ ។ នៅពេលទូរសព្ទរបស់អ្នកជួលត្រូវការហៅទៅលេខផ្សេងៗ គឺអាចធ្វើទៅបានដែរ ដោយការជ្រើសរើសកុងតាក់ហៅទៅលេខនោះ ។ បណ្តាញបែបនេះអាចប្រើជាមួយអាជីវកម្មខ្នាតតូច ដោយគួររៀនសូត្រនាវាបានតាមរូបមន្ត ចំនួនគូរខ្សែសន្ធិនាទាំងអស់ =  $n(n-1) / 2$  នៅពេលដែល N ជាចំនួនទូរសព្ទ នៅពេលចំនួនទូរសព្ទកាន់តែច្រើនឡើង ធ្វើឱ្យចំនួនគូរខ្សែសន្ធិមានចំនួនកាន់តែច្រើនឡើងទៅតាមចំនួនទូរសព្ទនេះដែរ ធ្វើអោយប្រយោជន៍នៃការប្រើគូរខ្សែសន្ធិថយចុះ ដូចជាប្រសិនបើមានទូរសព្ទ ១០ គ្រឿង គូរខ្សែសន្ធិស្មើ  $20(20 - 1) = 190$  គូរខ្សែសន្ធិ ។ តែការប្រើខ្ពស់បំផុតបានត្រឹមតែ ១០ គូរខ្សែសន្ធិប៉ុណ្ណោះ (ព្រោះបើមានអ្នកជួលប្រើគ្រប់គ្នាមានគូររបស់អ្នកជួលដែលសន្ធិគ្នា ១០ គូរ) ដូចនេះប្រយោជន៍នៃការប្រើប្រាស់ស្មើ  $10 \div 190 \times 100 = 5.26\%$  ។

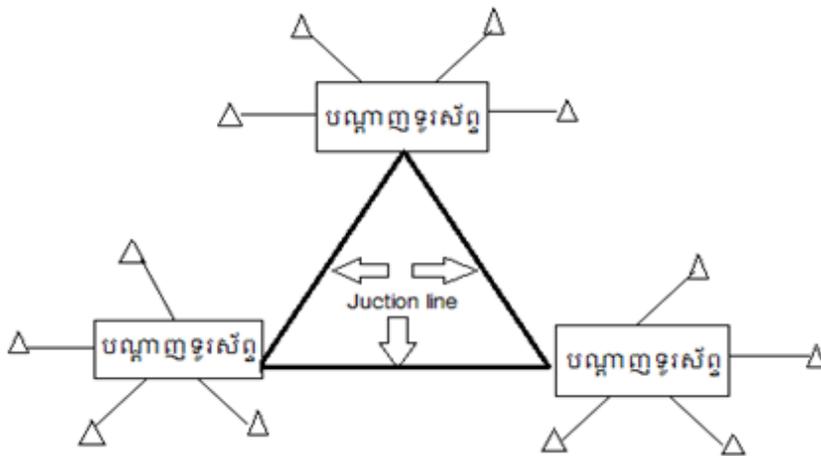
បន្ទាប់មកទៀតទើបមានអ្នកស្រាវជ្រាវរកឃើញការបណ្តុំខ្សែទូរសព្ទឡើង ដោយឱ្យទូរសព្ទគ្រឿងនីមួយៗ ប្រើ ១ គូរខ្សែសន្ធិ ហើយតូចលក្នុងបណ្តុំខ្សែទូរសព្ទ គេហៅបណ្តាញបែបនេះថា “បណ្តាញបែបរូបផ្កាយ” (Star Shared Network) ដែលបណ្តាញដូចរូបខាងក្រោមនេះ។ នៅពេលទូរសព្ទរបស់អ្នកជួលលេខត្រូវការទំនាក់ទំនងគ្នាទៅលេខផ្សេងៗ ក៏អាចឱ្យបុគ្គលិកកណ្តាល (Operator) ជាអ្នកហៅជំនួសទៅលេខផ្សេងៗនោះវិញ ។ ប្រយោជន៍នៃការប្រើប្រាស់គូរខ្សែគឺអាស្រ័យលើប្រព័ន្ធបណ្តុំទូរសព្ទថាមានកន្លែងដែលត្រូវទំនាក់ទំនងមានដល់កម្រិតណា តែនៅពេលមានអ្នកជួលលេខទូរសព្ទកាន់តែច្រើន ឬ នៅឆ្ងាយៗ ធ្វើឱ្យការទំនាក់ទំនងមានភាពពិបាក ខ្សែនាំស៊ីញ៉ាល់ក៏មានតម្លៃថ្លៃ ដោយហេតុនេះហើយទើបត្រូវការបង្កើត បណ្តាញទូរសព្ទ (Exchange) យ៉ាងច្រើនបណ្តុំគ្នាបម្រាប់ក្នុងទីក្រុងធំៗ ដោយក្នុង

បណ្តាញនីមួយៗ ត្រូវតភ្ជាប់គ្នាដោយប្រើខ្សែ (Junction Line) គេហៅបណ្តាញនេះថា “បណ្តាញក្នុងតំបន់” (Local Network) បណ្តាញនៅក្នុងរូបខាងក្រោម៖

នៅក្នុងរូបខាងក្រោម យើងឃើញថាបណ្តាញក្នុងតំបន់មានការតភ្ជាប់បែបក្រឡាសំណាញ់ចំណែកគ្រឿងទូរសព្ទនិងតភ្ជាប់គ្នាបែបបណ្តាញរូបផ្កាយ តែបើជាទីក្រុងដែលមានខ្នាតធំ ដូចជាក្រុងភ្នំពេញ ត្រូវមានបណ្តាញទូរសព្ទចំនួនច្រើនណាស់ ដូចនេះធ្វើអោយចំនួនខ្សែ Junction Line មានច្រើនទៅតាមនោះដែរ ទើបធ្វើអោយបណ្តាញក្នុងតំបន់ទីក្រុងធំៗ និងប្រើវិធីនាំបណ្តាញទូរសព្ទមកតភ្ជាប់គ្នាក្នុងតំបន់បែបក្រឡាសំណាញ់ និងនាំបណ្តាញក្នុងតំបន់តភ្ជាប់គ្នាឆ្លងកាត់បែបរូបផ្កាយ ចំណែកគ្រឿងទូរសព្ទតាមរយៈបណ្តាញក្នុងតំបន់បែបរូបផ្កាយដូចគ្នា។



រូបភាពទី២.៧ បណ្តាញក្នុងបណ្តាញបែបផ្កាយ



រូបភាពទី២.៨ បណ្តាញក្នុងតំបន់

## ២.៨ ប្រព័ន្ធបណ្តាញទូរសព្ទ SPC

ប្រព័ន្ធបណ្តាញទូរសព្ទ SPC (Stored Program Control) និយមន័យកមកប្រើប្រាស់យ៉ាងច្រើន ដោយសារមានចំណុចល្អដែលនាំយកមកប្រព័ន្ធកុំព្យូទ័រសម័យថ្មីមកប្រជាប្រយោជន៍នៃការឆ្លើយប្រឆាំងប្រព័ន្ធគ្រប់គ្រង។ ទាំងការផ្លាស់ប្តូរទិន្នន័យរបស់បណ្តាញទូរសព្ទ ក្រៅពីនេះបណ្តាញ SPC មានបម្រើសេវាកម្មពិសេសច្រើន ចំណុចល្អរបស់ SPC មានដូចខាងក្រោម៖

ជួយសន្សំសំចៃទឹកនៃឯកសម្រាប់តំឡើងបណ្តាញទូរសព្ទ ដោយសារតែគ្រឿងរបស់បណ្តាញភាគច្រើនជា IC ធ្វើឱ្យបណ្តាញប្រភេទនេះមានទំហំតូច ការធ្វើការរបស់ឧបករណ៍ក្នុងតាក់ និងប្រព័ន្ធគ្រប់គ្រងក្នុងបណ្តាញទូរសព្ទ មានភាពឆាប់រហ័សជាងប្រព័ន្ធបណ្តាញបែបចាស់អាចផ្តល់សេវាកម្មពិសេសផ្សេងៗ ជាមួយអ្នកប្រើសេវាកម្មបានកាន់តែច្រើនឡើង ងាយចំពោះការផ្លាស់ប្តូរតួនាទីការធ្វើការរបស់គ្រឿង ដោយសារតែការផ្លាស់ប្តូរ កម្មវិធីក្នុងគ្រឿងកុំព្យូទ័របាន ងាយចំពោះការផ្លាស់ប្តូរលេខ និងប្រព័ន្ធគិតលុយងាយក្នុងការគ្រប់គ្រងការធ្វើការ និងជួសជុលរួមទាំងការរក្សារមើលថែ ចំណុចល្អដែលបានពោលខាងលើនេះមានកន្លែងដែលល្អៗ ជាច្រើនតែ SPC ក៏មានចំណុចខ្វះខាតខ្លះដែរ គឺឧបករណ៍អេឡិចត្រូនិកនៅខាងក្នុងគ្រឿងធ្វើឱ្យកើតកម្ដៅខ្ពស់ ដូចនេះត្រូវមានប្រព័ន្ធម៉ាស៊ីនត្រជាក់ក្នុងបន្ទប់គ្រឿងគ្រប់គ្រងបណ្តាញនេះ។ ប្រព័ន្ធបណ្តាញទូរសព្ទ SPC ចែកចេញជា ២ បែប ៖

- បណ្តាញទូរសព្ទ ប្រព័ន្ធ SPC បែប អាណាឡូក
- បណ្តាញទូរសព្ទ ប្រព័ន្ធ SPC បែប ឌីជីថល

### ២.៨.១ បណ្តាញទូរសព្ទ ប្រព័ន្ធ SPC បែប អាណាឡូក

ជាបណ្តាញទូរសព្ទ SPC ដែលជាឧបករណ៍សៀគ្វីក្នុងតាក់ ធ្វើការដោយប្រព័ន្ធមេដែកអគ្គិសនី ដូចជា រឺលេ (Relay) ទើបមិនចាត់ទុកថាជាប្រព័ន្ធឌីជីថលពេញលេញទេ។ បណ្តាញ SPC បែបអាណាឡូក ដែលគេហៅថា "Analog SPC" មានសមត្ថភាពតភ្ជាប់ ជាមួយបណ្តាញប្រព័ន្ធដើម ដូចជា Crossbar ដែលមានស្រាប់បានយ៉ាងងាយ។ បណ្តាញទូរសព្ទប្រព័ន្ធ SPC បែបអាណាឡូកមាន ៣ ផ្នែកគឺ

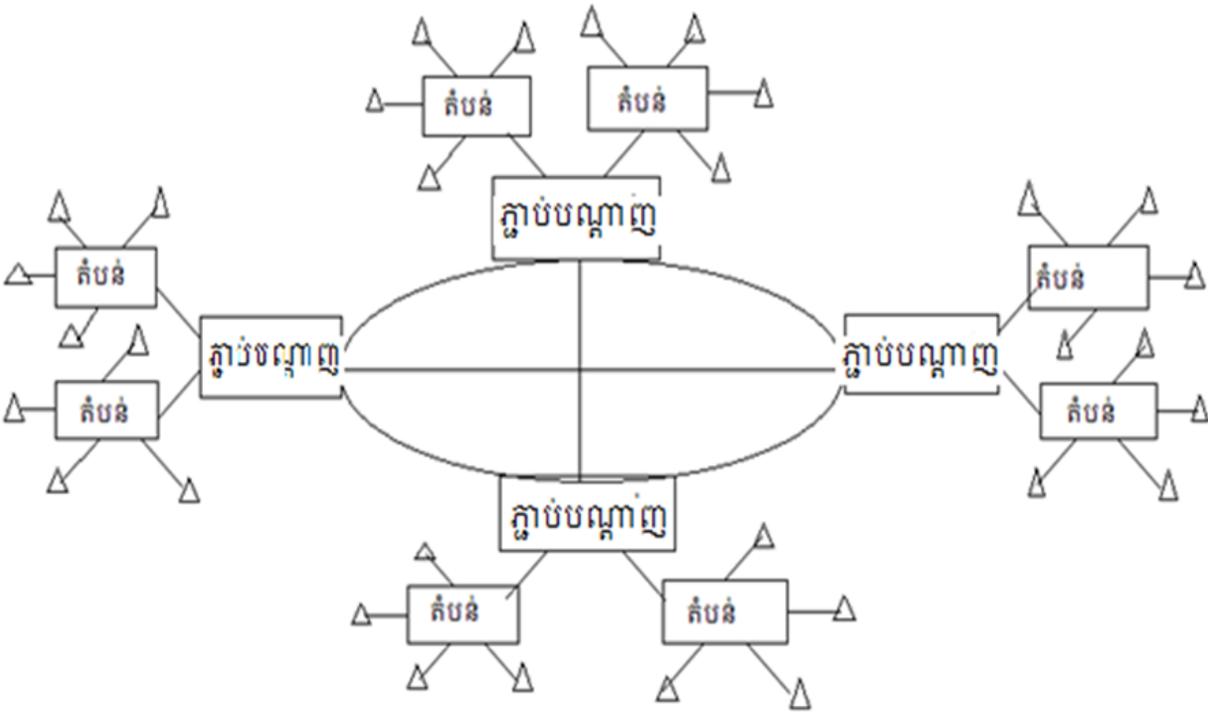
១. ផ្នែកខ្សែបន្ទាត់សន្ទនា (Speed Path Subsystem) ជាផ្នែករបស់ប្លុកបណ្តាញក្នុងតាក់ (Switching Network) មានតួនាទី តភ្ជាប់សៀគ្វីនៃការសន្ទនារវាងអ្នកប្រើសេវាកម្មភ្ជាប់បណ្តាញទៅអ្នកផ្សេងៗទៀត ដោយសៀគ្វី តភ្ជាប់ជាមួយឧបករណ៍ក្នុងផ្នែកនេះជាឧបករណ៍មេដែកអគ្គិសនី។

២. ផ្នែកប្រមូលផលកណ្តាល (Central Processor Subsystem) ជាផ្នែកដែលគ្រប់គ្រងការធ្វើការទាំងអស់របស់គ្រឿងបណ្តាញទូរសព្ទ ដោយមានគ្រឿងគ្រប់គ្រងកណ្តាលរង់ចាំអានកម្មវិធី និងទិន្នន័យពីអង្គចងចាំ មកប្រើគ្រប់គ្រងផ្នែកខ្សែបន្ទាត់សន្ទនា និងផ្នែក ច្រកចេញច្រកចូល ឧបករណ៍ដែលប្រើក្នុងផ្នែកនេះជាឌីជីថលអេឡិចត្រូនិក។

៣. ផ្នែកច្រកចេញ និងច្រកចូល (Input/output Subsystem) ជាផ្នែកដែលសម្រាប់ជាងជួលជុលទាក់ទង និងបណ្តាញទូរសព្ទ ដូចជា ប្តូរកម្មវិធី រកកំហូចរបស់បណ្តាញជាដើម ឧបករណ៍ក្នុងផ្នែកនេះជាបែបមេកានិច និងឧបករណ៍រក្សាទុកទិន្នន័យដោយមេដៃកអគ្គិសនី។

**២.៨.២ បណ្តាញទូរសព្ទ ប្រព័ន្ធ SPC បែប ឌីជីថល**

ជាបណ្តាញ SPC ដែលមានឧបករណ៍សៀគ្វីកុងតាក់ ធ្វើការបែបឌីជីថលទាំងអស់ដោយនាំមកប្រើក្នុងប្តូរកម្មវិធីបណ្តាញកុងតាក់។ បណ្តាញទូរសព្ទបែបនេះគេហៅថា “ប្រព័ន្ធកុងតាក់អេឡិចត្រូនិកបែបបែងពេលវេលា” (Time Division Type Electronics Switching) ។ ផ្នែកស៊ីញ៉ាល់សន្ទនា ប្រសិនបើនៅក្នុងប្រព័ន្ធ អាណាឡូក SPC និងតភ្ជាប់ដោយគ្រង់ តែថាបើជាប្រព័ន្ធឌីជីថល SPC ស៊ីញ៉ាល់ការសន្ទនាត្រូវបានបម្លែងពីស៊ីញ៉ាល់អាណាឡូកទៅជាស៊ីញ៉ាល់ឌីជីថលសិនរួចទើបបញ្ជូនទៅ ឌីជីថលកុងតាក់ ។



រូបភាពទី២.៩ ប្រព័ន្ធបណ្តាញទូរសព្ទ SPC

# មេរៀនទី ៣ ទូរលេខ (Telegraph)

## ៣.១ សេចក្តីផ្តើម

ទូរលេខជាប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងទូរគមនាគមន៍ដោយចាប់ផ្តើមពីមនុស្សជាអ្នកបានរកឃើញ អាចធ្វើការដោយស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនីដោយចាប់ផ្តើមរបស់លោក សាមូអែល ម៉ស់ (Samuel Morse) គឺជាអ្នកបានស្រាវជ្រាវរកឃើញ និងបានប្រឌិតគ្រឿងបញ្ជូននិងគ្រឿងទទួល អ្វីដែលសំខាន់នោះ គឺកូដម៉ស់ (Code Morse) ដែលប្រើក្នុងការទំនាក់ទំនងរបស់ទូរលេខ។ នៅក្នុងគ្រឿងបញ្ជូន សម័យមុនគេប្រើគ្រឿងគោរកូដម៉ស់ដើម្បីបង្កើតកូដដែលជំនួសឱ្យតួអក្សរ តួលេខ និងនិមិត្តសញ្ញាផ្សេងៗ ខាងផ្នែកគ្រឿងទទួលវិញក៏ប្រើ សម្លេង (Sounder) ក្នុងការបង្កើតសម្លេងគោរកូដ ហើយទើបឱ្យបុគ្គលិកសរសេរចំណាំតាមសម្លេងដែលបានលឺ ហើយទើបនាំមកប្រែជាអក្សរ តួលេខ និងនិមិត្តសញ្ញាផ្សេងៗម្តងទៀត។ ប្រព័ន្ធទូរលេខមានការអភិវឌ្ឍកូដទូរលេខជំនួសកូដ ម៉ស់ដែលមានបែបច្បាស់លាស់។ ក្រៅពីនេះមានការអភិវឌ្ឍគ្រឿងទទួលដោយមានការបង្កើត គ្រឿងសរសេរដោយភ្ជាប់មីកបោះពុម្ពជំនួសឱ្យសម្លេង ព្រោះអាចរក្សាទុកកូដបានដោយ ស្វ័យប្រវត្តិ។ តែក្នុងការបញ្ជូនកូដទូរលេខក៏នៅមានកំហុសជាបន្តបន្ទាប់ដោយសារតែការបញ្ជូន ដែលមានផ្លូវឆ្ងាយ ទើបត្រូវកែតម្រូវឱ្យកាន់តែល្អឡើង សម្រាប់ការវាស់អត្រាល្បឿននៃការបញ្ជូន ទូរលេខយើងប្រើ ឬកត្តា “បូត” (Baud) ដែលប្រៀបធៀបជាប៊ីត (Bit) ក្នុងមួយនាទីនោះឯង។

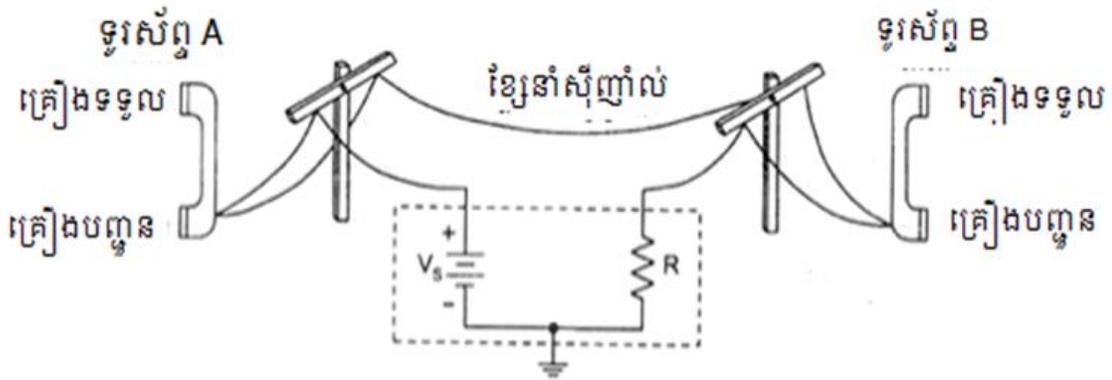
## ៣.២ ប្រវត្តិនៃទូរលេខ

ទូរលេខជាប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងទូរគមនាគមន៍មួយដែលផ្លាស់ប្តូរ តួអក្សរ តួលេខ និងនិមិត្តសញ្ញា ផ្សេងៗដែលអ្នកបញ្ជូនត្រូវការទំនាក់ទំនងអគ្គិសនីឱ្យអ្នកទទួលដែលនៅឆ្ងាយៗដោយកូដស៊ីញ៉ាល់ អគ្គិសនីទៅតាមខ្សែនាំស៊ីញ៉ាល់ រហូតទៅដល់អ្នកទទួល។ បន្ទាប់មកកូដស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនីទៅ ជាតួអក្សរ តួលេខ និងនិមិត្តសញ្ញាហើយត្រូវបានរក្សាទុក។ អ្នកដែលរកឃើញទូរលេខដំបូងគេគឺ Samuel Morse ដែលបានបង្កើតគ្រឿងបញ្ជូនកូដម៉ស់ធ្វើការដោយចរន្តអគ្គិសនីនិងឈប់ធ្វើការ ដោយចរន្តអគ្គិសនី និងគ្រឿងទទួលក៏ជាគ្រឿងដែលរក្សាទុកកូដម៉ស់ ជាមួយគ្នានោះដែរក៏បាន បង្កើតខ្សែទូរលេខដែលមានប្រវែង 64Km ឡើងថែមទៀត ទើបយើងចាត់ទុកថាចំនុចនេះហើយ ជាចំនុចចាប់ផ្តើមរបស់ការទំនាក់ទំនងទូរលេខយ៉ាងពិតប្រាកដ បន្ទាប់មកទៀតបង្កើតបានជាប ណ្តាញទូរលេខក៏មានការអភិវឌ្ឍទាំងឧបករណ៍ និងបច្ចេកវិទ្យាសម័យថ្មី នៃការទំនាក់ទំនង ទូរគមនាគមន៍បន្ថែមជាបន្តបន្ទាប់។



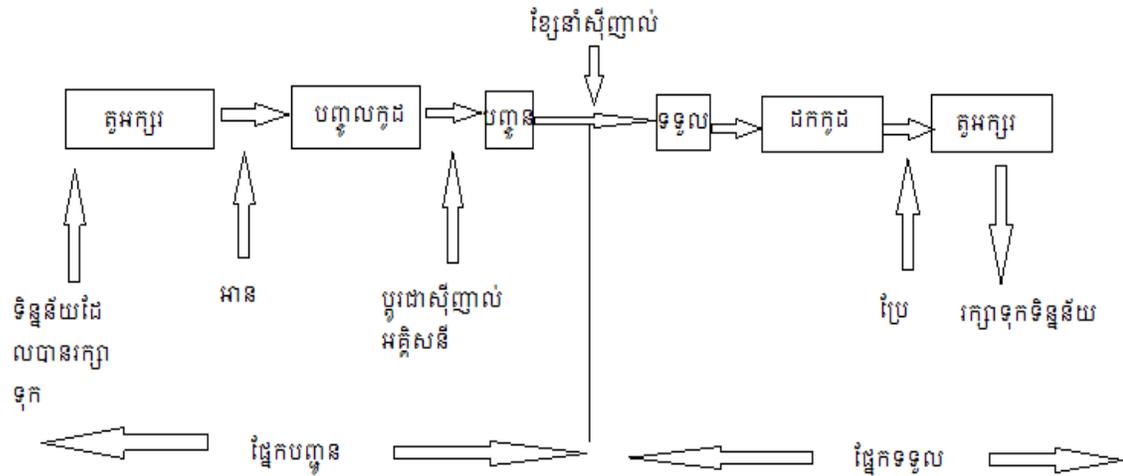
រូបភាពទី៣.១ បង្ហាញពីគ្រឿងទូរលេខ

៣.៣ គោលការណ៍ដំបូងរបស់ទូរលេខ (Fundamental of Telegraph )

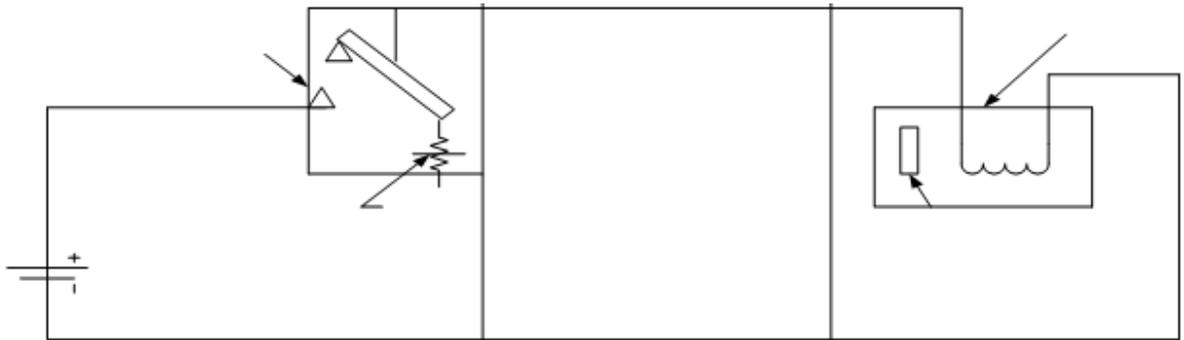


រូបភាពទី៣.២ សៀគ្វីទូរសព្ទដំបូង

នៅក្នុងរូបខាងក្រោមនេះបានបង្ហាញពីគោលការណ៍ទូទៅរបស់ប្រព័ន្ធទូរលេខ តួអក្សរដែលត្រូវការបញ្ជូនចូលទៅក្នុងកូដដែលជាស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនីអាចប្រើគ្រឿង គោះកូដ រួចហើយបញ្ជូនបន្តទៅគ្រឿងបញ្ជូន បន្ទាប់មកកូដទូរលេខនិងត្រូវបញ្ជូនទៅតាមខ្សែ។ នៅពេលបញ្ជូនទៅដល់គោលដៅហើយខាងផ្នែកទទួលកូដស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនីនិងត្រូវគ្រឿងទទួលបញ្ជូនទៅដកកូដឱ្យត្រលប់មកជាតួអក្សរវិញ។ លក្ខណៈការធ្វើការរបស់ទូរលេខដែលប្រើស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនីនោះចាត់ទុកថាជាស៊ីញ៉ាល់ឌីជីថលដោយការធ្វើការដោយចរន្តអគ្គិសនីដែលឈប់ជាចន្លោះ។។

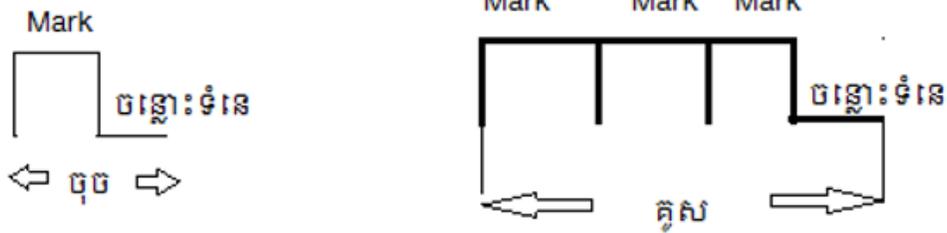


រូបភាពទី៣.៣ បង្ហាញពីគោលការណ៍ទូទៅរបស់ប្រព័ន្ធទូរលេខ



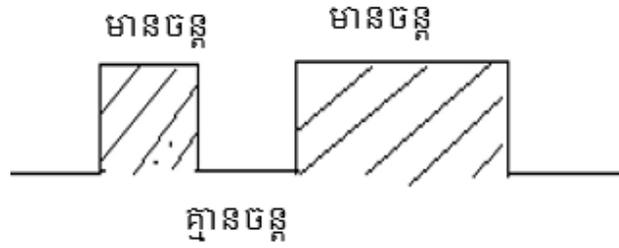
រូបភាពទី៣.៤ ការធ្វើការរបស់សៀគ្វីជាមូលដ្ឋាន របស់ទូរលេខ

៣.៣.១ ការគោរកូដម៉ស់



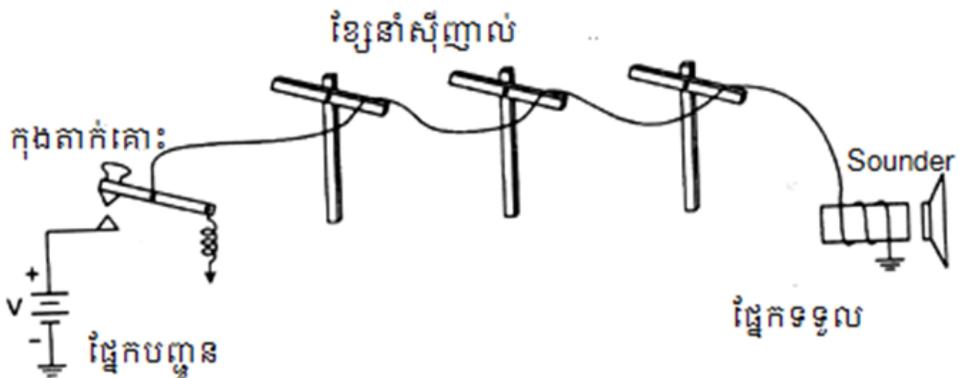
រូបភាពទី៣.៥ ការគោរកូដម៉ស់

៣.៣.១ ចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ Sounder



រូបភាពទី៣.៦ ចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ Sounder

តាមរូបភាពទី៣.៥ ជាសៀគ្វីទូរលេខតាមសភាពដែលប្រើការពិតប្រាកដ និងប្រើខ្សែនាំស៊ីញ៉ាល់ត្រឹមតែ ១ខ្សែ និងប្រើផ្ទៃជាស៊ីញ៉ាល់នាំស៊ីញ៉ាល់ត្រឡប់មកវិញ (Return Line) ។ ចំណែកផ្នែកទទួល និងប្រើ Polarized Relay ប្រកបទៅដោយ Sounder ដោយ Polarized Relayមានភាគផ្សំគឺ អណ្តាត T និងត្រូវទាញក្នុងទិសដៅរបស់កម្លាំងមេដែកដែលត្រូវចម្លងនាំដោយមេដែកក្នុង (Relay) រឺលេ ហើយនិងផ្លាស់ប្តូរទិសដៅតាមចរន្តដែលឆ្លងកាត់រំលូសមេដែក។ ប៉ូល១-៣ និង ២-៤ ខណៈពេលដែល M និង S ជាចំនុចភ្ជាប់រវាង T នៅពេលមិនមានចរន្តឆ្លងកាត់ រឺលេ T និងភ្ជាប់ជាមួយ S តែបើមានចរន្តឆ្លងកាត់ រឺលេ T និងភ្ជាប់ជាមួយ M បង្កឱ្យជនិតាចែកចាយចរន្តឆ្លងកាត់ Sounder ។ ហេតុនេះទើបខាងផ្នែកបច្ចេកទេស ខាងបញ្ជូនមិនត្រូវការឱ្យចរន្តដែលរត់ក្នុងខ្សែមានតម្លៃច្រើនពេកទេ ទើបមានការកាត់បន្ថយតម្លៃរបស់ចរន្តដោយប្រើ Polarized Relay ក្រៅពីនេះការប្រើអ្នកដែលរក្សាទុក កូដដោយស្តាប់សម្លេងពី Sounder គឺមិនមានភាពងាយស្រួលទេ ទើបមានការនាំគ្រឿងសរសេរដោយភ្ជាប់មីក (Ink Write) មកប្រើប្រាស់ជំនួស Sounder ដើម្បីរក្សាទុកឯកសារដោយស្វ័យប្រវត្ត។



រូបភាពទី៣.៧ សៀគ្វីទូរលេខ

**៣.៤ កូដម៉ស់(Morse Code)**

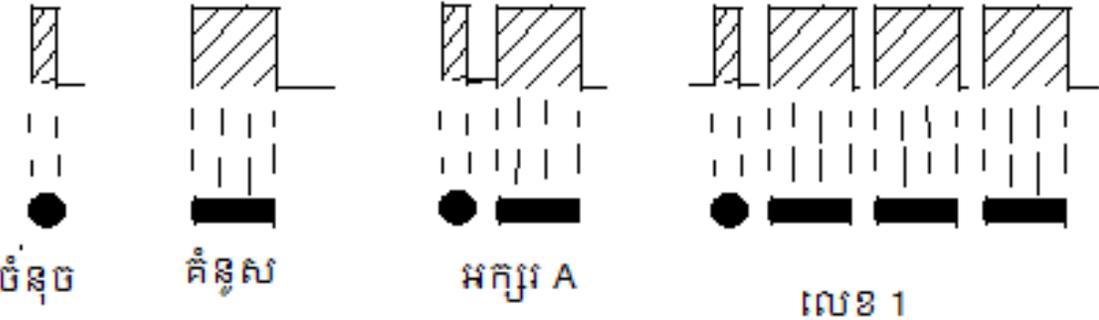
នៅក្នុងសម័យដំបូងរបស់ទូរលេខ ការបញ្ជូនកូដដើម្បីទំនាក់ទំនងទៅភាគីម្ខាងទៀត និងមប្រើកូដម៉ស់ដែលបានរកឃើញដោយ Samuel Morse ។ ដោយសារតែកូដម៉ស់ការទំនាក់ទំនងរវាងដែនម៉ាញេទិច និង ចរន្តអគ្គិសនីដែលកើតឡើងក្នុងសៀគ្វីធ្វើឱ្យកើតសម្លេងការ ឆក់ចូល- ចេញរបស់ Sounderបង្កើតឱ្យជាស៊ីញ៉ាល់សម្លេងឡើង។ បាតុភូតការ ឆក់ចូល - ចេញ មានន័យថាមានចរន្តរត់ឆ្លងកាត់ និង មិនរត់ឆ្លងកាត់តាមលំដាប់ បង្កឱ្យកើតបាតុភូត ២យ៉ាង គឺ៖

- ម៉ាក (Mark) ជាបាតុភូតមានចរន្តឆ្លងកាត់ក្នុងសៀគ្វី Sounder ។
- ស្បែក (Space) ឬ ចន្លោះទំណេរ ជាបាតុភូតមិនមានចរន្តឆ្លងកាត់ Sounder ។

សម្រាប់កូដម៉ស់បានមានការកំណត់ប្រើបាតុភូតទាំងពីរនេះ ដែលបង្កើតជាកូដម៉ស់ដោយប្រើគំនូស (Dash) និងចំនុច (Dot) មានដូចតទៅនេះ៖

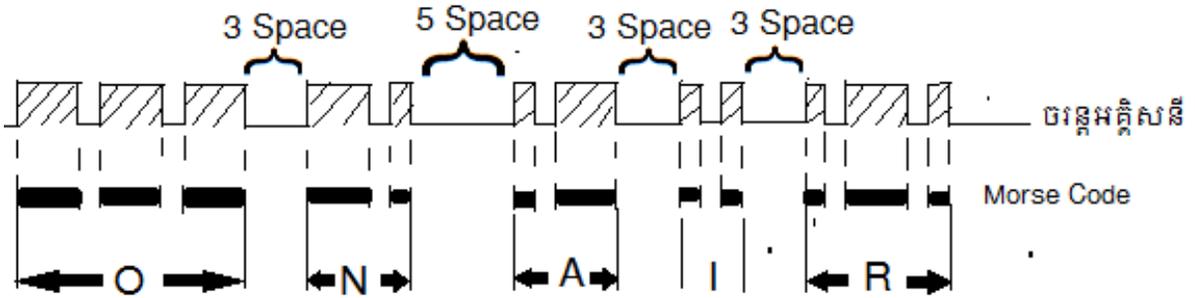
- គំនូស (Dash) កើតឡើងពី ម៉ាក(Mark) ៣ ឯកត្តា និង Space ១ឯកត្តា
- ចំនុច (Dot) កើតឡើងពី ម៉ាក (Mark) ១ឯកត្តា និង Space ១ឯកត្តា

យើងដឹងហើយថាកូដម៉ស់ គឺការប្រើគំនូស និងចំនុចជាកូដស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនី តែថាមិនមានការកំណត់ប្រភេទរបស់ គំនូស និង ចំនុចដើម្បីឱ្យបានដឹងជាទូទៅ ឬជាសាកលទេនោះ និងធ្វើឱ្យការទំនាក់ទំនងតាមទូរលេខប្រែកូដមិនចេញទេ ទើបមានការកំណត់ឱ្យតួអក្សរ តួលេខ និងនិមិត្តសញ្ញារបស់ភាសា(ប្រើជាភាសាអង់គ្លេស) ជាការរួមគំនូស និងចំនុចបញ្ចូលគ្នា ដោយអក្សរតួលេខ និងនិមិត្តសញ្ញានីមួយៗ មានចំនួនចំនុច និងគំនូសខុសគ្នា ដូចជាតួក្សរ A ប្រើ ១ចំនុច ១គំនូស ឬ លេខ ១ចំនុច និង ៣គំនូស ដើម្បីឱ្យកាត់តែយល់ពន្យល់ដោយរូបភាពខាងក្រោម៖



រូបភាពទី៣.៤ បង្ហាញលក្ខណៈការបង្កើតកូដម៉ស់

ពាក្យថា "ON AIR " ការសរសេរត្រូវ "គម្លាតគ្នារវាងអក្សរត្រូវចុច Space ៣ដង បើគម្លាតគ្នារវាងពាក្យត្រូវចុច Space ៥ដង" ។



រូបភាពទី៣.៩ បង្ហាញការផ្សព្វការរបស់កូដម៉ស់

ការជំនួសកូដម៉ស់ជាមួយ តួអក្សរ តួលេខ និងនិមិត្តសញ្ញាផ្សេងៗបង្ហាញដូចរូបខាងក្រោម

A	••—	1	•••••
B	—••••	2	•••••
C	—••••	3	•••••
D	—••••	4	•••••
E	•	5	•••••
F	•••••	6	•••••
G	—••••	7	•••••
H	•••••	8	•••••
I	••	9	•••••
J	•••••	10	•••••
K	—••••	.	•••••
L	•••••	.	•••••
M	—••••	?	•••••
N	—••••	:	•••••
O	—••••	:	•••••
P	•••••	( )	•••••
Q	—••••	AS	•••••
R	•••••	BREAK	•••••
S	•••••	ERASE SIGN	•••••
T	—••••	/	•••••
U	•••••	AR	•••••
V	•••••	SK	•••••
W	•••••	SOS	•••••
X	—••••		
Y	—••••		
Z	—••••		

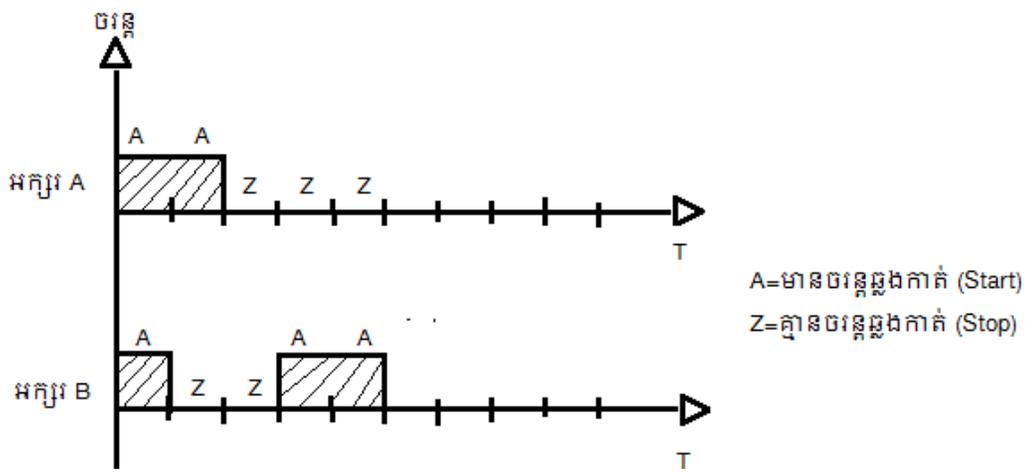
រូបភាពទី៣.១០ បង្ហាញពីការជំនួសកូដម៉ស់ជាមួយតួអក្សរ តួលេខ និងនិមិត្តសញ្ញាផ្សេងៗ

### ៣.៥ កូដទូរលេខ (Telegraph Code)

ដោយសារតែកន្លងមកការប្រើកូដម៉ស់ដើម្បីធ្វើការទំនាក់ទំនងតាមទូរលេខចាត់ទុកជាចំនុចចាប់ផ្តើមនៃការទំនាក់ទំនងខាងទូរគមនាគមន៍ដែលមានផែនការយ៉ាងច្បាស់លាស់។ ប៉ុន្តែក៏មានចំនុចខ្លះខាតច្រើនដែរ គឺប្រវែងរបស់តួអក្សរ តួលេខនីមួយៗមានកូដមិនស្មើគ្នា តួខ្លះមាន ១ ចំនុច ១ គំនូស តួខ្លះមាន ២ ចំនុច ៤ គំនូស ទើបពេលខ្លះការប្រែកូដអាចមានភាពខុសឆ្គងបាន និងការបង្កើតគ្រឿងទទួល និងគ្រឿងបញ្ជូនរបស់ទូរលេខមានភាពលំបាក។ ដើម្បីឱ្យសមស្របជាមួយគ្រឿងឧបករណ៍ទទួល និងបញ្ជូនរបស់ទូរលេខបែបថ្មី ។ កូដទូរលេខបែបថ្មីមានស្តង់ដារប្រវែងរបស់កូដដែលប្រើជំនួសឱ្យតួអក្សរ តួលេខនិងនិមិត្តសញ្ញាស្មើគ្នា ដូចជា កូដ ៥ ឯកត្តា កូដ ៦ ឯកត្តា (គេនិយមហៅថា ៥ Bit និង ៦ Bit) ជាដើម។ នៅក្នុងកូដបែបថ្មីនេះមិនប្រើពាក្យចំនុច និងគំនូសដូចកូដម៉ស់ទៀតហើយ គេប្រើ ម៉ាក (Mark) និង ស្បែក (Space) ប៉ុណ្ណោះ ឬអាចហៅបានច្រើនឈ្មោះទៀតតាមប្រទេសនីមួយៗ ដែលបង្ហាញក្នុងតារាងខាងក្រោម៖

USA and English		CCITT		Germany		France	
ឈ្មោះ	អក្សរកាត់	ឈ្មោះ	អក្សរកាត់	ឈ្មោះ	អក្សរកាត់	ឈ្មោះ	អក្សរកាត់
Space	S	Start	A	<u>Zeichen</u>	Z	Travail	T
Mark	M	Stop	Z	<u>Trenn</u>	T	Repos	R

តារាងទី ៣.១ បង្ហាញពីប្រទេសនីមួយៗប្រើ Space & Mark



រូបភាពទី៣.១១ បង្ហាញពីរលកស៊ីញ៉ាល់ Digital មានចរន្ត និងគ្មានចរន្ត

៣.៥.១ កូដទូរលេខបែប ៥ Bit និយមប្រើជាមួយគ្រឿង Tele printer និងគ្រឿង Telex លក្ខណៈកូដដែលបញ្ជូន និងទទួលជាស៊ីញ៉ាល់ដាស់ (Pulse) ឧទាហរណ៍ កូដទូរលេខ ៥ Bit របស់ CCITT No.2 បង្ហាញដូចរូបខាងក្រោម៖

Lower case	Upper case	Sequence of ARQ code				
		1	2	3	4	5
-	A	*	*			
?	B	*			*	*
:	C		*	*	*	
Who are you?	D	*			*	
3	E	*				
%	F	*		*	*	
@	G		*		*	*
f	H			*		*
8	I		*	*		
Bell	J	*	*		*	
(	K	*	*	*	*	
)	L		*			*
.	M			*	*	*
,	N			*	*	
9	O				*	*
0	P		*	*		*
1	Q	*	*	*		*
4	R		*		*	
`	S	*		*		
5	T					*
7	U	*	*	*		

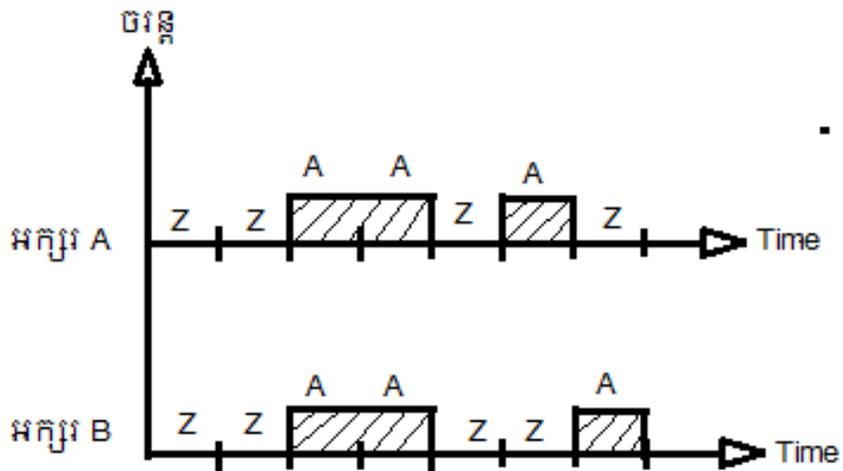
=	V		*	*	*	*
2	W	*	*			*
/	X	*		*	*	*
6	Y	*		*		*
+	Z	*				*
Carriage return				*		
Line feed		*				
Figures shift	*	*		*	*	
Letters shift	*	*	*	*	*	
Space			*			
Unperforated tape						

តារាងទី៣.២ តារាង បង្ហាញកូដទូរលេខ ៥ bit របស់ CCITT No.2

៣.៥.២ កូដទូរលេខបែប 6 Bit តួអក្សរ តួលេខ និងនិមិត្តសញ្ញានីមួយៗ ប្រកបទៅដោយ 6 Bit គឺ កូដ CCITT.No.4 ។

៣.៥.៣ កូដទូរលេខបែប 7 Bit តួអក្សរ តួលេខ និងនិមិត្តសញ្ញានីមួយៗ ប្រកបទៅ ដោយ 7 Bit ស្មើគ្នាដែលចែកចេញជា ២ បែបគឺ បែប ARQ និង ASCII ៖

កូដ ARQ (Automatic Request for Repetition) ដែលបម្លែងមកពីកូដ 5 Bit ដែលអាចត្រួតពិនិត្យ ភាពខុសឆ្គងរបស់កូដនេះបាន ដោយការធ្វើឱ្យប្រើការនៅក្នុងប្រព័ន្ធវិទ្យុទូរលេខ ដោយសារតែ រលកកើតការខ្សោយទៅៗ ធ្វើឱ្យការត្រួតពិនិត្យភាពខុសឆ្គងរបស់កូដបានគ្រប់ពេលវេលា កូ ដបែប ARQ និងបង្ហាញដូចរូបខាងក្រោម៖



រូបភាពទី៣.១២ បង្ហាញពីរលកស៊ីញ៉ាល់ Digital មានចរន្ត និងគ្មានចរន្ត

Lower case	Upper case	Sequence of ARQ code						
		1	2	3	4	5	6	7
-	A			*	*		*	
?	B			*	*			*
:	C	*			*	*		
Who are you?	D			*	*	*		
3	E		*	*	*			
%	F			*			*	*
@	G	*	*					*
£	H	*		*			*	
8	I	*	*	*				
Bell	J		*				*	*
(	K				*		*	*
)	L	*	*				*	
.	M	*		*				*
,	N	*		*		*		

9	O	*				*	*	
0	P	*			*		*	
1	Q				*	*		*
4	R	*	*			*		
,	S		*		*		*	
5	T	*				*		*
7	U		*	*			*	
=	V	*			*			*
2	W		*			*		*
/	X			*		*	*	
6	Y			*		*		*
+	Z		*	*				*
Carriage return	*					*	*	
Line feed	*		*	*				
Figures shift		*			*	*		
Letters shift				*	*	*		
Space	*	*		*				
Imperforated tape					*	*	*	

តារាងទី៣.៣ កូដទូរលេខ 7 Bit បែប ARQ ដែលមានសមភាព Mark Space 3:4

កូដ ASCII (American Standards Code For Information Interchange) ជាកូដស្តង់ដារនៃការបញ្ជូនទិន្នន័យរបស់កុំព្យូទ័រនិងទូរលេខ ដែលបង្ហាញដូចរូបខាងក្រោម៖

## ဇယား

NUL = Blank

DC3 = Device control #3

				B7	0	0	0	0	1	1	1	1
				B6	0	0	1	1	0	0	1	1
				B5	0	1	0	1	0	1	0	1
B1	B2	B3	B4	HEX	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	NUL	DLE	SP	0	@	P	'	p
1	0	0	0	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	A	q
0	1	0	0	2	STX	DC2	"	2	B	R	B	r
1	1	0	0	3	ETX	DC3	#	3	C	S	C	s
0	0	1	0	4	EQT	DC4	\$	4	D	T	D	t
1	0	1	0	5	ENQ	NAK	%	5	E	U	E	u
0	1	1	0	6	ACK	SYN	&	6	F	V	F	V
1	1	1	0	7	BEL	ETB	'	7	G	W	G	W
0	0	0	1	8	BS	CAN	(	8	H	X	H	X
1	0	0	1	9	HT	EM	)	9	I	Y	I	Y
0	1	0	1	A	LF	SUB	*	:	J	Z	J	Z
1	1	0	1	B	VT	ESC	+	;	K	[	K	{
0	0	1	1	C	FF	FS	,	<	L	\	L	
1	0	1	1	D	CR	GS	-	=	M	]	M	}
0	1	1	1	E	SO	RS	.	>	N	^	N	~
1	1	1	1	F	SI	US	/	?	O	_	O	Del

SOT = Star of header

DC4 = Device control #4

STX = Start of text

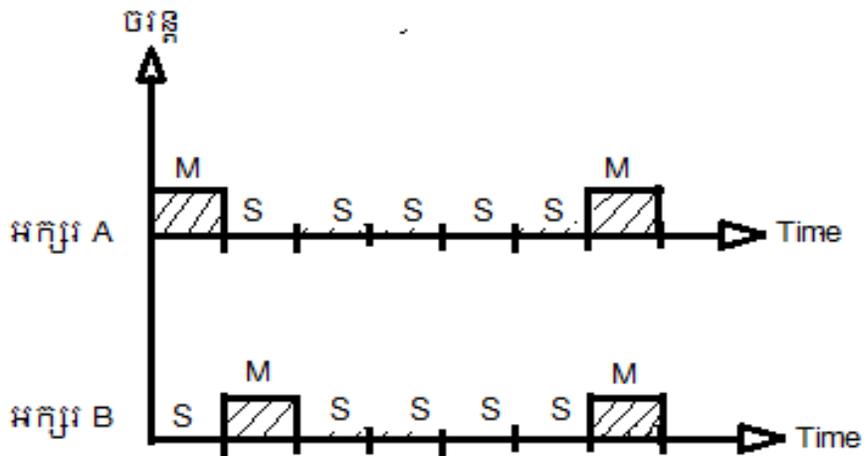
NAK = Negative acknowledgment

ETX = End of text

SYN = Synchronous idle

- |                           |                              |
|---------------------------|------------------------------|
| EQT = End of transmission | ETB = End transmitted block  |
| ENQ = Inquiry             | CAN = Cancel                 |
| AKC = Acknowledgment      | EM = End of medium           |
| BEL = Bell                | SUB = Start special sequence |
| BS = Back space           | ESC = Escape or break        |
| HT = Horizontal tab       | FS = File separator          |
| LF = Line feed            | GS = Group separator         |
| VT = Vertical tab         | RS = Record separator        |
| FF = Form feed            | US = Unit separator          |
| CR = Carriage return      | SP = Space                   |
| SO = Shift out            | DEL = Delete                 |
| SI = Shift in             |                              |
| DLE = Data-link escape    |                              |
| DC1 = Device control #1   |                              |
| DC2 = Device control #2   |                              |

តារាងទី៣.៤ កូដ ASCII ការបញ្ជូនទិន្នន័យរបស់កុំព្យូទ័រនិងទូរលេខ



រូបភាពទី៣.១៣ បង្ហាញពីរលកស៊ីញ៉ាល់ Digital មានចរន្ត និងគ្មានចរន្ត

### ៣.៦ ភាពខុសឆ្គងក្នុងការបញ្ជូនកូដទូរលេខ (Transmission Error of Code)

ក្នុងការបញ្ជូនកូដទូរលេខ ត្រូវឆ្លងកាត់ខ្សែនាំស៊ីញ៉ាល់ដែលមានរយៈពេលវែងៗ បញ្ហានោះគឺ

ស៊ីញ៉ាល់ទូរលេខ (ក្នុងរូបភាពចរន្ត) និងកើតការផ្លាស់ប្តូររូបរាងជាបន្តបន្ទាប់ ដោយសារតែខ្សែនាំស៊ីញ៉ាល់ដែលប្រកបទៅដោយ L និង C ធ្វើឱ្យខាងផ្នែកទទួលមានការបម្លែងក្នុងមានភាពខុសឆ្គង។ រូបរាងរបស់ស៊ីញ៉ាល់ក្នុងទូរលេខដែលខុសពីរូបដើមគេហៅថា “ដំណើរខុសពីភាពដើម” (Distortion) ។ ក្នុងដំណើរខុសពីភាពដើម ដែលកើតពីការផ្ទុក និងផ្ទេរបន្តករបស់កុងដង់សាទ័រ C ក្នុងខ្សែនាំស៊ីញ៉ាល់ធ្វើឱ្យរូបរាងរបស់ក្នុងទូរលេខមានការផ្លាស់ប្តូរគេហៅថា “លក្ខណៈនៃដំណើរខុសពីភាពដើម” (Characteristic Distortion) ។ លក្ខណៈពិសេសនៃដំណើរការខុសពីរូបដើមនេះ គឺមិនមានការផ្លាស់ប្តូរតាមទិសដៅចរន្ត តែមានការផ្លាស់ប្តូរជាមួយ Mark និង Space ។

**៣.៧ ល្បឿននៃការបញ្ជូនទូរលេខ**

ក្នុងការបញ្ជូនទូរលេខ គឺការបញ្ជូនព័ត៌មានដែលស្ទើរតែមានល្បឿន ទើបយើងមានវិធីវាស់ល្បឿននៅក្នុងការបញ្ជូនទូរលេខ ដោយមាន ២ លក្ខណៈ:

៣.៧.១ គិតពីចំនួនពាក្យក្នុងមួយវិនាទី (Word per Minute) ជាវិធីដែលមិនសូវនិយមប្រើទេ ដោយសារតែល្បឿនរបស់កុងដង់សាទ័រទៅលើស្តង់ដាររបស់ប្រព័ន្ធនីមួយៗ ធ្វើឱ្យកើតភាពមិនច្បាស់លាស់ក្នុងការប្រៀបធៀប។

៣.៧.២ គិតពីចំនួនBit ក្នុងមួយវិនាទី (Bit per Minute) និងបង្ហាញតម្លៃដោយការត្រឡប់របស់រយៈពេលវេលា ដែលប្រើក្នុងការបញ្ជូនក្នុង ១ Bit ទើបយើងហៅអត្រានេះថា “បូត” (Baud) យកតាមឈ្មោះអ្នកវិទ្យាសាស្ត្រជនជាតិបារាំងឈ្មោះ (Bardot) នៅពេលរយៈពេលរបស់ Bit សម្រាប់ក្នុងទូរលេខជំនួសដោយ រយៈពេល(T0) ល្បឿន (B) មានតម្លៃ  $B = \frac{1}{T_0}$

B = គិតជា Bit/s

T0 = គិតជា S

**ឧទាហរណ៍(1)** T0 = 10s នាំឱ្យ  $B = \frac{1}{10}$

B= 0.1 bit/s

B = 0.1 Baud

**ឧទាហរណ៍(2)** គ្រឿងបោះពុម្ពភាសាអង់គ្លេសមួយ ដែលមានកូដភាសា 5bitប្រភេទ

50Baud តើគេត្រូវការវេលាប៉ុន្មានដើម្បីបោះពុម្ពខ្នាត 50 baud នេះបាន?

វិធីដោះស្រាយ ៖

តាមរូបមន្ត  $B = \frac{1}{T_0}$  នាំឱ្យ  $T_0 = \frac{1}{B} = \frac{1}{50} = 0.02 \text{ s}$

បើចង់ដឹងថាសរសេរបានប៉ុន្មានអក្សរក្នុងមួយនាទី

**ដូចនេះ** អក្សរ/នាទី =  $50 \text{ Baud} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ mn}} \times \frac{1}{5 \text{ bit}} = 600 \text{ អក្សរ/s}$

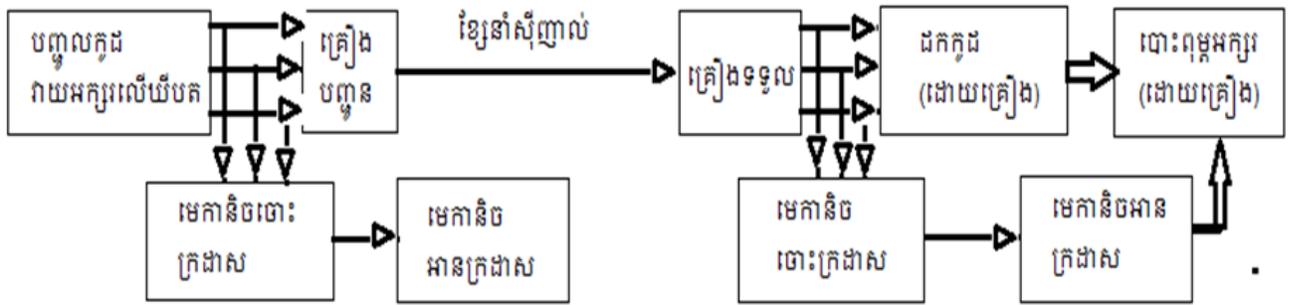
**៣.៨ ទូរលេខប្រភេទបោះពុម្ព (Telepointer)**

ជាប្រព័ន្ធការបញ្ជូន និងទទួលរបស់ទូរលេខដោយខាងផ្នែកបញ្ជូន និងប្រើកូដទូរលេខប្រភេទដែលមានប្រវែងស្មើគ្នា (តាមដែលពេលត្រង់ចំនុច ៥ ធំ)។ នៅពេលកូដទូរលេខទៅដល់គ្រឿងទទួល ពេលនោះគ្រឿងទទួលនិងបម្លែងកូដដែលជាស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនីឱ្យទៅជាតួអក្សរតួលេខនិងនិមិត្តសញ្ញាដោយការបោះពុម្ពរបស់គ្រឿងបោះពុម្ពលើក្រដាស។ ម្យ៉ាងទៀតក៏នាំស៊ីញ៉ាល់ទូរលេខទៅឱ្យគ្រឿងគោះកូដ ទូរលេខប្រភេទបោះពុម្ពត្រូវបាននាំទៅប្រើប្រាស់ក្នុងសេវាកម្មទូរលេខសាធារណៈមានការពេញនិយមយ៉ាងខ្លាំងនិងត្រូវបានអភិវឌ្ឍទៅជា Telex ដើម្បីបម្រើសេវាកម្មក្នុងបណ្តាញទូរលេខប្រភេទបោះពុម្ព គោលការណ៍ធ្វើការរបស់ទូរលេខប្រភេទបោះពុម្ពបង្ហាញដូចរូបខាងក្រោម៖



រូបភាពទី៣.១៤ គ្រឿងទូរលេខប្រភេទបោះពុម្ពបាន

ក្នុងរូបភាពខាងក្រោមនេះ ជា Block diagram របស់ទូរលេខប្រភេទបោះពុម្ពបាន ។ នៅពេលខាងផ្នែកបញ្ជូនត្រូវការបញ្ជូនព័ត៌មានទៅឱ្យអ្នកទទួល អ្នកបញ្ជូនត្រូវវាយចេញលទ្ធផលទិន្នន័យព័ត៌មានតាមរយៈយីបត (Key board) បន្ទាប់មកត្រូវបម្លែងទិន្នន័យទាំងនោះទៅជាកូដស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនីបញ្ជូនទៅឱ្យគ្រឿងបញ្ជូន ។ គ្រឿងបញ្ជូននិងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់កូដអគ្គិសនីនេះទៅឱ្យគ្រឿងទទួលបន្ទាប់មកគ្រឿងទទួលនិងដកកូដហើយបោះពុម្ពចេញមកតាមគ្រឿងបោះពុម្ពនៃផ្នែកទទួល។ ជួននេះផ្នែកទទួលនិង ផ្នែកបញ្ជូនក៏មានគ្រឿងគោះកូដលើក្រដាសដែរ ដើម្បីកំណត់ត្រាទុកទិន្នន័យទាំងនោះ ឬអាចនាំកូដនៅលើក្រដាសនោះទៅឱ្យគ្រឿងអានកូដ រួចហើយធ្វើការបញ្ជូន ឬបោះពុម្ពម្តងទៀត។

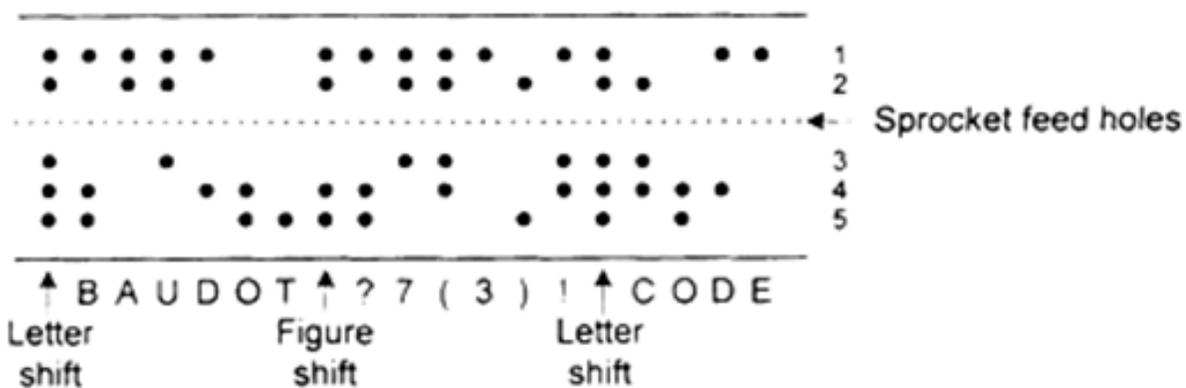


រូបភាពទី៣.១៥ ជា Block diagram របស់ទូរលេខប្រភេទបោះពុម្ពបាន

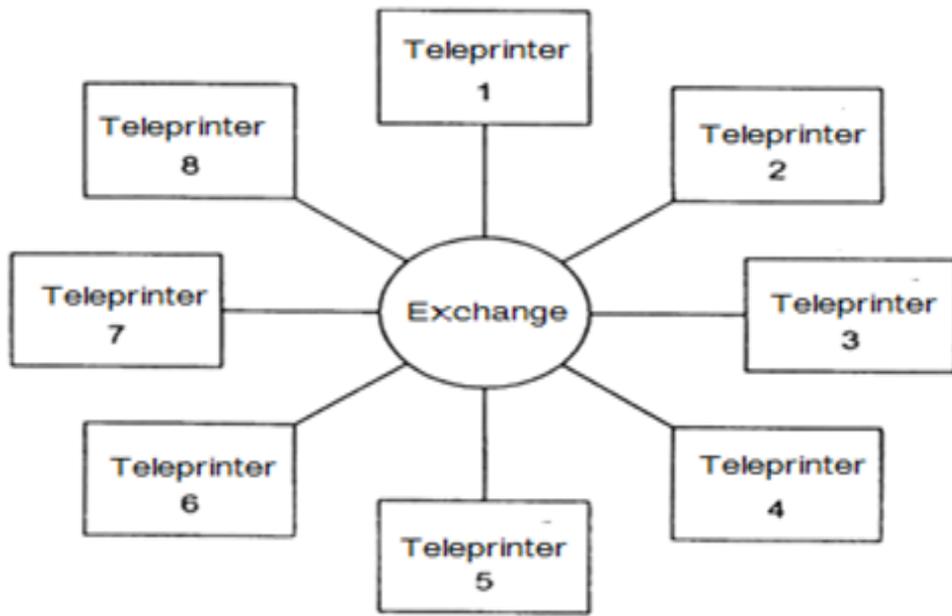
**៣.៩ សេវាកម្មថេលេក (Telex service)**

ពាក្យថា “Telex” មកពីពាក្យថា បណ្តុំទូរលេខប្រភេទបោះពុម្ពបាន (Telepointer Exchange) ធ្វើការដោយយកទូរលេខប្រភេទបោះពុម្ពយ៉ាងច្រើនមករួមគ្នា ដើម្បីធ្វើឱ្យគ្រឿងទាំងនោះអាចធ្វើការទំនាក់ទំនងគ្នាបាន។ វិធីការទំនាក់ទំនងគ្នាត្រូវធ្វើការភ្ជាប់លេខអ្នកទទួលរបស់គ្រឿងនោះ ដែលនិងត្រូវទំនាក់ទំនង នៅពេលភ្ជាប់លេខបានហើយពេលនោះអាចបញ្ជូនព័ត៌មានទាក់ទងគ្នាបាន។

គុណសម្បត្តិរបស់ Telex មានច្រើនដូចជា អាចទទួល និង បញ្ជូនព័ត៌មានពីអ្នកជួល (អ្នកប្រើប្រាស់សេវាកម្ម មានន័យថាអ្នកដែលសំប្រើសេវាកម្មរបស់ Telex ពេលនោះនិងទទួលបានលេខរបស់គ្រឿងទូរលេខប្រភេទបោះពុម្ពមួយដើម្បីប្រើក្នុងការទំនាក់ទំនង) បានយ៉ាងច្រើន ។ ឧបករណ៍ខាងផ្នែកទទួល Telex ធ្វើការដោយស្វ័យប្រវត្ត នៅពេលដែលគ្រឿងបានទទួលព័ត៌មាន ឬ ព័ត៌មានត្រូវការកំណត់ត្រាដោយក្រដាសទាំងផ្នែកទទួល និងបញ្ជូន។ លក្ខណៈក្រដាសដែលប្រើក្នុងការកត់ត្រាកូដទូរលេខរបស់ទូរលេខប្រភេទបោះពុម្ពបាន និង Telex បង្ហាញដូចរូបខាងក្រោម៖



រូបភាពទី៣.១៦ កូដស៊ីញ៉ាល់ដែលរក្សាទុកលើក្រដាស



រូបភាពទី៣.១៧ បណ្តុំ Telex

# មេរៀនទី ៤ ទំនាក់ទំនងតាមវិទ្យុ

## ៤.១ សេចក្តីផ្តើម

រលកវិទ្យុ គឺជារលកប្រេងកង់ដែលនៅក្នុងស្បៀងរលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច ដែលមានសមត្ថភាពធ្វើដំណើរទៅក្នុងអាកាសបានយ៉ាងឆ្ងាយទើបយើងអាចធ្វើព័ត៌មានទៅជាមួយរលកមួយនេះបាន។ ការធ្វើដំណើររបស់រលកវិទ្យុបែងចែកជា រលកអាកាស រលកលើផ្ទៃដី រលកលើផ្ទៃមេឃ និងរលកប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងផ្កាយរណប ។ នៅពេលវាធ្វើដំណើរទៅក្នុងអាកាសទើបយើងអាចយកមកប្រើធ្វើជាប្រយោជន៍យ៉ាងច្រើន ។ ទាំងនេះហើយគឺជាការធ្វើព័ត៌មានទៅជាមួយរលកវិទ្យុដែលគេត្រូវប្រើកម្មវិធីហៅថា ការម៉ូឌុលេត (Modulation) ដែលមានទាំង AM , FM , PM បច្ចេកទេសដែលពេលវាមានសារៈសំខាន់ណាស់ជាមួយនិងប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងជាមូលដ្ឋានដែលប្រើក្នុងការបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ព័ត៌មានទៅក្នុងអាកាស។ ក្រៅពីនេះក៏មានឧបករណ៍សំខាន់មួយទៀតដែលជួយឱ្យស៊ីញ៉ាល់ម៉ូឌុលេតបន្សាយទៅជាមួយអាកាសនោះគឺ “អង់តែន” (Antenna) ដែលជាឧបករណ៍បង្កើតរលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចឱ្យបន្សាយពាសពេញអាកាសក៏ជាឧបករណ៍ទទួលរលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចដែរដើម្បីនិងបម្លែងជាព័ត៌មានថែមទៀត ទើបយើងចាត់ទុកថាការទាញយកប្រយោជន៍ពីរលកវិទ្យុក្នុងការទំនាក់ទំនងទូរគមនាគមន៍មានភាពចាំបាច់ណាស់មិនថាជាការបន្សាយវិទ្យុតាមរលកធាតុអាកាសទូរទស្សន៍ ឬទូរសព្ទគឺមានប្រយោជន៍ណាស់នាពេលបច្ចុប្បន្ននេះ។

## ៤.២ អំពីការទំនាក់ទំនងតាមវិទ្យុ

ការទំនាក់ទំនងតាមទូរគមនាគមន៍ ក្រៅពីការបញ្ជូនរលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចតាមខ្សែនាំស៊ីញ៉ាល់ ហើយក៏មានការបញ្ជូនរលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចទៅក្នុងអាកាសចាត់ទុកថាជាវិធីមួយដែលត្រូវនាំយកមកប្រើនៅក្នុងការងារទូរគមនាគមន៍យ៉ាងច្រើនផងដែរ។ ព្រោះវាអាចបញ្ជូនព័ត៌មានទៅទីកន្លែងឆ្ងាយបាន ដោយមិនចាំបាច់ត្រូវការខ្សែនៃស៊ីញ៉ាល់ទេ និងជួយឱ្យមានការទំនាក់ទំនងគ្នានៅក្នុងបរិវេណដែលមិនមានខ្សែបាន ។ អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រដែលបានរកឃើញវិធីការទំនាក់ទំនងតាមវិទ្យុគឺ ម៉ាក្លីនី ជនជាតិអ៊ីតាលី ព្រោះគាត់អាចទទួល និងបញ្ជូនរលកវិទ្យុដំបូងគេរហូតដល់បច្ចុប្បន្នមានការអភិវឌ្ឍន៍បច្ចេកទេសនៃផ្នែកទំនាក់ទំនងវិទ្យុជាបន្តបន្ទាប់។ តែនៅលើកដំបូងការបញ្ជូនរលកវិទ្យុទៅក្នុងអាកាសធ្វើឱ្យកើតមានថាមពលមិនបានការច្រើនណាស់ដោយសារតែមានការរំខានពីរលករំខានពីធម្មជាតិ បង្កឱ្យផ្នែកទទួលបានគុណភាពស៊ីញ៉ាល់មិន

ល្អ ទើបមានការអភិវឌ្ឍន៍បច្ចេកទេសការរួមរលកឱ្យមានភាពល្អប្រសើរឡើង ទាំងបែប Analog និង Digital ។

### ៤.៣ រលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច (Electromagnetic Wave)

ដោយសារតែព័ត៌មានដែលនៅក្នុងរូបភាពស៊ីញ៉ាលអគ្គិសនី ជាចំណែកមួយដ៏សំខាន់ក្នុងការឱ្យយល់ពីទំនាក់ទំនងគ្នាទៅវិញទៅមកនោះ ។ រលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចនេះនៅក្នុងរូបភាពស៊ីញ៉ាលរូបភាព ស៊ីញ៉ាលសម្លេង និងស៊ីញ៉ាលទិន្នន័យផ្សេងៗ ដើម្បីឱ្យការទំនាក់ទំនងទៅកន្លែងឆ្ងាយៗទៅបាននោះ រលកស៊ីញ៉ាលអគ្គិសនីដែលជាព័ត៌មានត្រូវនាំទៅយ៉ាងឆ្ងាយដោយ Carrier ។ Carrier វានៅក្នុងរូបភាពរបស់រលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចដែលមានប្រេកង់ខ្ពស់ (10 KHz – 300KHz) យើងហៅវិធីផ្ញើព័ត៌មានទៅជាមួយរលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចនេះថា “ការម៉ូឌុលេត” (Modulation) ។ រលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចត្រូវបានរកឃើញដោយ Maxwell ដោយចន្លោះនៃការរៀបចំប្រេកង់ក្នុងប្រេកង់វិទ្យុនិងមានតម្លៃ

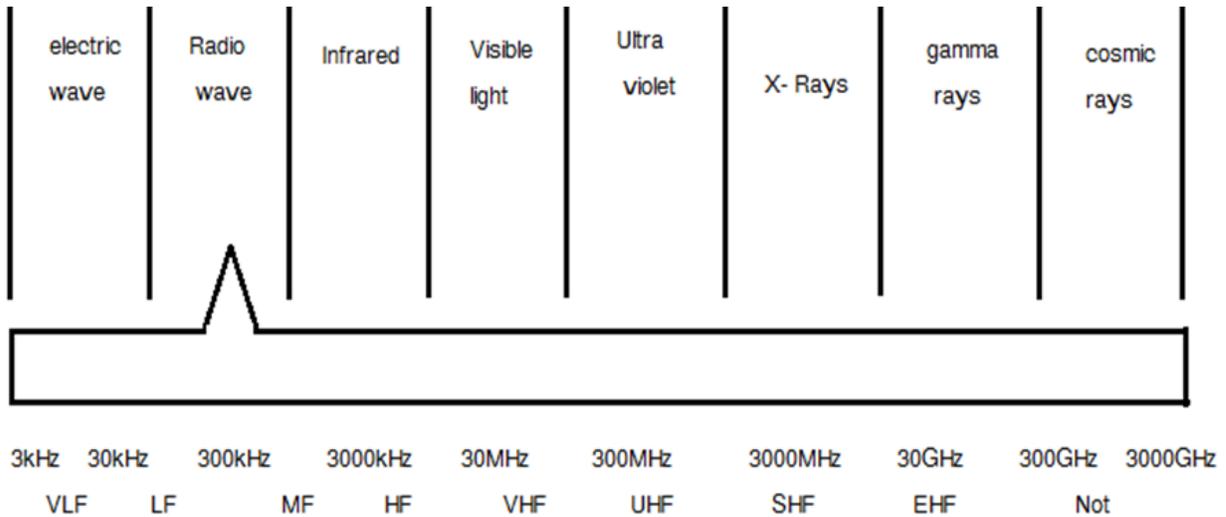
ប្រេកង់ប្រហែល 10 KHz – 300KHz។ ប្រេកង់ ហៅថា “ស្ព្រិចអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច” (Radio Frequency Spectrum) ដែលស្ព្រិចអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចនេះត្រូវរៀបចំក្នុងស្ព្រិចប្រេកង់រលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចដែលមានប្រេកង់តាំងពី 10Hz – 10x10<sup>24</sup>Hz ការចាត់លំដាប់ប្រេកង់របស់រលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចបង្ហាញដូចរូបខាងក្រោម៖

VLF=Very Low Frequency, LF=Low Frequency, MF=Medium Frequency, HF=High Frequency

VHF=Very High Frequency, UHF=Ultra High Frequency, SHF=Super High Frequency EHF=Extremely High Frequency

ពីរូបភាពខាងក្រោមនេះប្រេកង់ទាបពី 10Hz ដល់ 30kHz គឺជាប្រេកង់សម្លេង ដូចជា សម្លេងនិយាយ សម្លេងតន្ត្រី ជាដើម ប្រេកង់នេះមិនបញ្ជូនទៅកន្លែងឆ្ងាយៗបានទេ ដោយសារតែមានភាពខ្សោយទៅៗ។ បន្ទាប់នកទៀតប្រេកង់ពី 30KHz ដល់ 300kHz គេហៅថា “ប្រេកង់វិទ្យុ” អាចធ្វើដំណើរទៅកន្លែងឆ្ងាយៗបាន ត្រូវបានគេនាំយកទៅប្រើជាប្រយោជន៍នៃផ្នែកទូរគមនាគមន៍បានច្រើនបែប ដូចជា វិទ្យុ AM FM ទូរទស្សន៍ វិទ្យុទាក់ទង ទូរសព្ទចល័ត ជាដើម អាចបែងចន្លោះប្រេកង់ដែលមានឈ្មោះហៅក្នុងរូបភាពខាងលើ។ បន្ទាប់មកទៀតប្រេកង់របស់ពន្លឺដែលបែងចេញជា ៣ ចន្លោះគឺ ក្រហមអ៊ីនហ្វ្រេដ (Infrared) , ពន្លឺមើលឃើញ (Visible Light) ស្វាយអ៊ុលត្រា (Ultraviolet) ទាំង ៣ ប្រេកង់នេះរៀងគ្នាគឺ 3x10<sup>11</sup>Hz ដល់ 4x10<sup>14</sup>Hz , 4x10<sup>14</sup>Hz ដល់ 8x10<sup>14</sup>Hz, 8x10<sup>14</sup>Hz ដល់ 3x10<sup>16</sup>Hz ។ ចុងក្រោយនេះប្រេកង់របស់កាំរស្មី គឺ

កាំរស្មី X-Rays , កាំរស្មី Gamma Rays , កាំរស្មី Cosmic Raye ដែលមានប្រេកង់ពី  $3 \times 10^{16} \text{Hz}$  ដល់  $10 \times 10^{19} \text{Hz}$  ,  $10 \times 10^{19} \text{Hz}$  ដល់  $10 \times 10^{21} \text{Hz}$  ,  $10 \times 10^{21} \text{Hz}$  ដល់  $10 \times 10^{24} \text{Hz}$  រៀងតាមលំដាប់។



រូបភាពទី៤.១ លំដាប់ប្រេកង់របស់រលកអេឡិចត្រូម៉ាញ៉េទិច

ប្រេកង់	ឈ្មោះហៅ	អក្សរកាត់
3 kHz – 30kHz	Very low frequency	VLF
30 kHz - 300kHz	Low Frequency	LF
300 kHz- 3000kHz	Medium Frequency	MF
3 MHz – 30 MHz	High Frequency	HF
30 MHz - 300MHz	Very High Frequency	VHF
300 MHz – 3000MHz	Ultra High Frequency	UHF
3GHz - 30 GHz	Super High Frequency	SHF

30 GHz – 300GHz	Extremely High Frequency	EHF
-----------------	--------------------------	-----

**តារាងទី៤.១ បង្ហាញឈ្មោះ និងការចាត់រៀងប្រេកង់វិទ្យុ**

រលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច គឺជារលកដែលកើតពីការរួមគ្នារវាងចរន្តដែលឆ្លងកាត់អង់តែន និងតង់ស្យុងដែលផ្ទុកក្នុងអង់តែន ដោយចរន្តធ្វើឱ្យកើតដែនម៉ាញេទិច (Magnetic Field) និងតង់ស្យុងធ្វើឱ្យកើតដែនអគ្គិសនី (Electric Field) នៅពេលដែនទាំងពីររួមគ្នាធ្វើឱ្យកើតបានរលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច។ ការធ្វើដំណើររបស់រលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចមានល្បឿនប្រហែល 186 mile/s ឬ  $3 \times 10^8 m/s$  បន្ទាយពាសពេញក្នុងអាកាស (Free-Space) ផ្នែកដែលសំខាន់ក្នុងការបន្តបន្ទាយរបស់រលកវិទ្យុគឺ អង់តែន (Antenna) ព្រោះគេចាត់ទុកថាអង់តែនជាកន្លែងផលិតរលកវិទ្យុ។

**៤.៤ ការបន្តបន្ទាយរលកវិទ្យុ (Propagation of Radio Wave)**

នៅពេលចរន្តឆ្លងកាត់អង់តែនធ្វើឱ្យកើតមានតង់ស្យុងលើអង់តែននៃផ្នែកបញ្ជូននោះរបស់រលកវិទ្យុនិងបន្តបន្ទាយក្នុងអាកាសដែលមានច្រើនទិសដៅអាស្រ័យទៅលើការបន្តបន្ទាយរបស់អាកាស។ អនុភាពដែលបន្តបន្ទាយចេញទៅនោះនិងត្រូវបានទទួលដោយអង់តែនខាងផ្នែកទទួល។ ការបន្តបន្ទាយរលកវិទ្យុចែកចេញជា ៤ បែបធំៗ គឺ៖

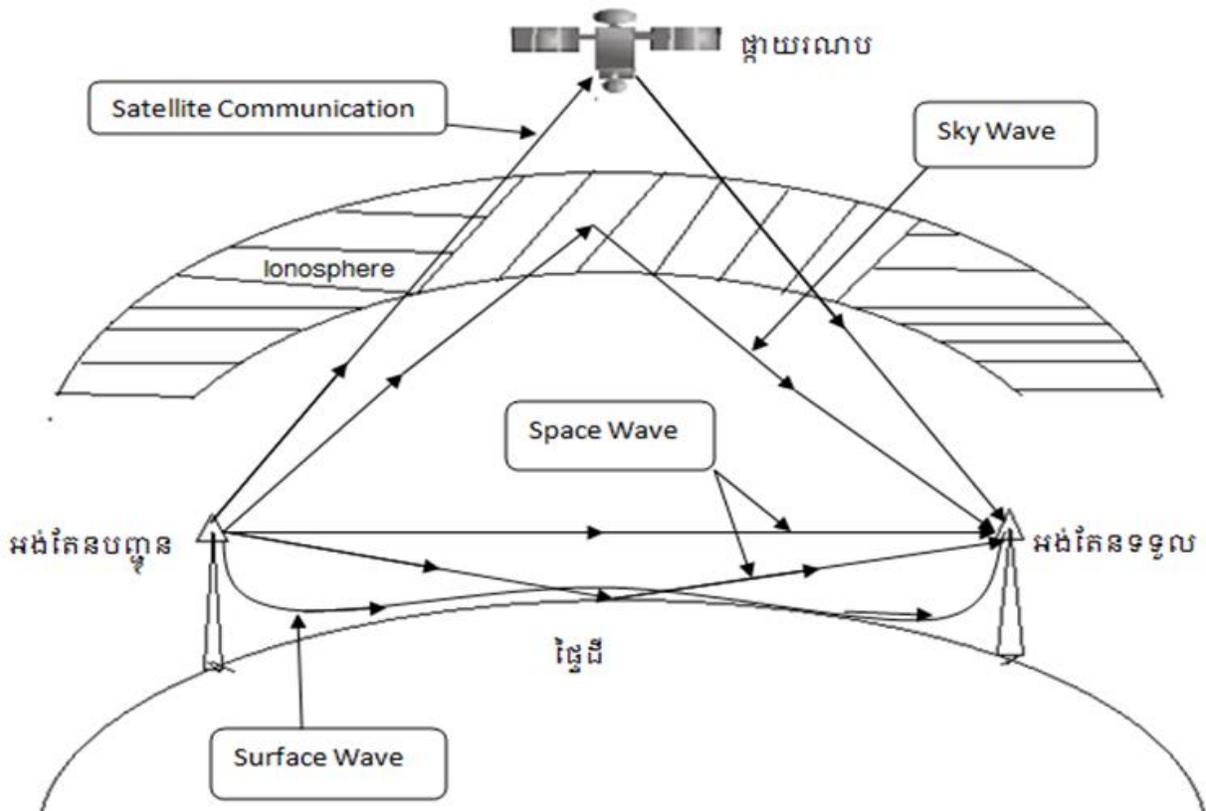
៤.៤.១ រលកលើផ្ទៃដី (Surface wave) និងធ្វើដំណើរតាមកន្លងលើផ្ទៃផែនដី ដោយអាស្រ័យលើផែនដីជាអ្នកនាំ។ កម្លាំងរបស់ស៊ីញ៉ាល់ និងថយចុះនៅពេលចំងាយកាន់តែឆ្ងាយ ព្រោះអស៊ីន្តង់របស់ផែនដី។ តែបើផ្ទៃដីមានសភាពសើម ឬផ្ទៃទឹក រលកនេះនឹងទៅបានកាន់តែឆ្ងាយឡើង។ មានការនិយមប្រើយ៉ាងច្រើនសម្រាប់ប្រេកង់ VLF និង VF និងការបន្តបន្ទាយសម្លេងប្រេកង់ MF ។

៤.៤.២ រលកលំហអាកាស (Space wave) ជារលកដែលធ្វើដំណើរបាន ២ លក្ខណៈ គឺ រលកដែលធ្វើដំណើរជាបន្ទាត់ផ្តេកត្រង់រវាងអង់តែនផ្នែកបញ្ជូន និងទទួល គេហៅថា “រលកត្រង់” (Direct wave) ចំណែករលកដែលធ្វើដំណើរឆ្ពោះមកផែនដីហើយចំណាំងផ្លាតទៅអង់តែនផ្នែកទទួល គេហៅថា “រលកចំណាំងផ្លាត” (Reflected wave) រលកទាំងនេះនិយមប្រើប្រាស់ក្នុងផ្នែកការបន្តបន្ទាយសម្លេង វិទ្យុ និងទូរទស្សន៍ (Sound and Television Broadcasting) ប្រព័ន្ធទូរសព្ទ និងប្រព័ន្ធទូរសព្ទចល័ត ជាដើមដែលនៅក្នុងកម្រិតប្រេកង់VHF,UHF,SHF ។

៤.៤.៣ រលកលើផ្ទៃមេឃ (Sky wave) ជារលកដែលមានទិសដៅឡើងលើពីផ្ទៃផែនដី ឆ្ពោះទៅស្រទាប់ (Ionosphere) រហូតដល់កម្ពស់មួយដែលខ្ពស់និងត្រឡប់ឆ្ពោះមកផែនដីវិញ។ ចំងាយនៃការធ្វើដំណើររបស់រលកគឺអាស្រ័យទៅលើមុំនៃការបញ្ជូន ប្រេកង់ដែលបញ្ជូន និងអនុភាពរបស់គ្រឿងបញ្ជូន។ គេនិយមប្រើក្នុងកម្រិតប្រេកង់ HF ដែលប្រកបទៅដោយវិទ្យុ ទូរសព្ទ ដែលមានរយៈពេលៗ។

៤.៤.៤ រលកប្រព័ន្ធផ្កាយរណបទំនាក់ទំនង (Use of Communication Satellite) ជាបច្ចេកទេសនៃការបញ្ជូនរលកទៅឱ្យផ្កាយរណបដើម្បីទទួលស៊ីញ៉ាល់ និងពង្រីកស៊ីញ៉ាល់បញ្ជូនត្រឡប់មកផែនដីវិញដែលមានប្រេកង់ខុសគ្នារវាងការបញ្ជូនឆ្ពោះឡើងពីផែនដី។ គេនិយមប្រើក្នុងប្រព័ន្ធទូរសព្ទឆ្លងប្រទេស និងការបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ទូរទស្សន៍ឆ្លងកាត់ផ្កាយរណប ។ មានកម្រិតប្រេកង់ SHF ដូចជា បញ្ជូនឡើង

4 GHz និង បញ្ជូនចុះ 6 GHz (ឬ ប្រេកង់ C-Band), បញ្ជូនឡើង 14GHz និងបញ្ជូនចុះ 12GHz (ឬ ប្រេកង់ Ku-Band) ។



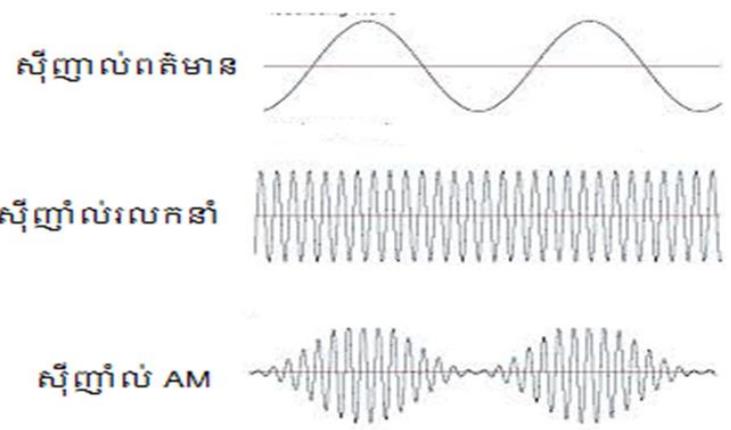
រូបភាពទី៤.២ បង្ហាញពីការបណ្តាញរលកវិទ្យុ (Propagation of Radio Wave)

### ៤.៥ បច្ចេកទេសនៃការម៉ូឌុលេត (Modulation Technique)

នៅក្នុងការបញ្ជូនព័ត៌មានទៅជាមួយរលកវិទ្យុនោះ គឺដើម្បីឱ្យព័ត៌មានអាចបញ្ជូនទៅទីកន្លែងដែលឆ្ងាយៗបាន ។ ក្នុងប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងទូរគមនាគមន៍យើងហៅរលកវិទ្យុដែលប្រើក្នុងការផ្ញើសារព័ត៌មាននេះថា “រលកនាំ” (Carrier Wave) ។ ចំណែកបច្ចេកទេសនៃការផ្ញើសារព័ត៌មានទៅជាមួយរលកវិទ្យុ គេហៅថា “ការម៉ូឌុលេត” (Modulation) វិធីនេះអាចធ្វើបានទាំងបែប Analog (បែបពីមុន) និងបែប Digital (កំពង់និយមប្រើនាពេលបច្ចុប្បន្ន) ។ ដូចនេះបច្ចេកទេសការម៉ូឌុលេតស៊ីញ៉ាល់ចែកចេញជា ២ បែប ៖

៤.៥.១ ការម៉ូឌុលេតបែបអាណាឡូក (Analog Modulation) គឺជាការនាំយកស៊ីញ៉ាល់ព័ត៌មាននៅក្នុងរូបភាពស៊ីញ៉ាល់អាណាឡូកទៅធ្វើជាមួយរលកវិទ្យុប្រេកង់ខ្ពស់ដែលមានលក្ខណៈជាស៊ីនុយសូអ៊ីត (Sine Wave) លទ្ធផលដែលបានពីការម៉ូឌុលេត គឺស៊ីញ៉ាល់ព័ត៌មានប្រេកង់ទាប និងត្រូវបានរួមគ្នាជាមួយរលកនាំប្រេកង់ខ្ពស់ ដែលមាន ៣លក្ខណៈ គឺ៖

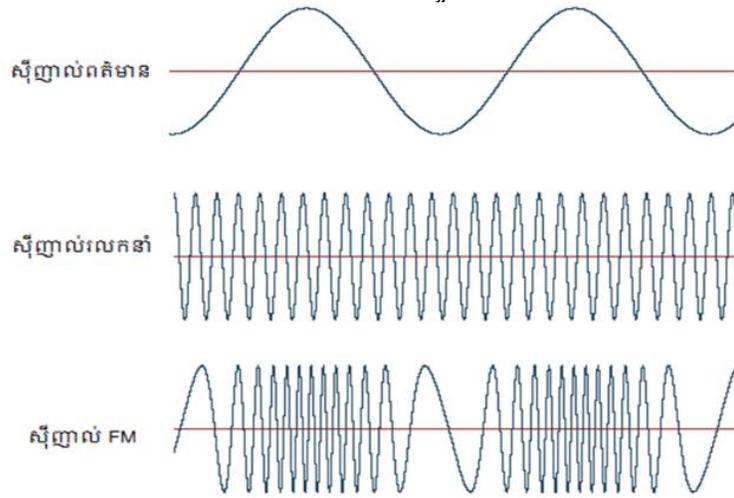
១. ការម៉ូឌុលេតតាមខ្នាត (Amplitude Modulation) ឬគេហៅថា (AM) នៅពេលព័ត៌មានត្រូវបានផ្ញើទៅជាមួយរលកនាំហើយ ខ្នាតកម្ពស់របស់ស៊ីញ៉ាល់ព័ត៌មាននិងត្រូវគ្រប់គ្រងខ្នាតកម្ពស់របស់រលកនាំឱ្យផ្លាស់ប្តូរទៅតាមខ្នាតកម្ពស់ដែលកើនឡើងឬ ថយចុះរបស់ស៊ីញ៉ាល់ព័ត៌មាន ដោយប្រេកង់របស់រលកនាំនៅដដែល បង្ហាញដូចរូបខាងក្រោម៖



រូបភាពទី៤.៣ ការបង្ហាញស៊ីញ៉ាល់ការម៉ូឌុលេតតាមខ្នាត AM (Amplitude Modulation)

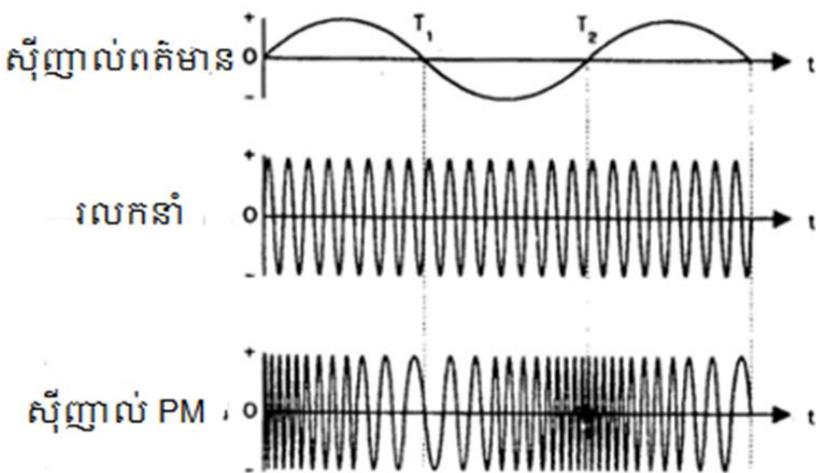
២. ការម៉ូឌុលេតតាមប្រេកង់ (Frequency Modulation) គេនិយមហៅថា (FM) នៅពេលព័ត៌មានត្រូវបានផ្ញើជាមួយរលកនាំហើយ ខ្នាតកម្ពស់របស់ស៊ីញ៉ាល់ព័ត៌មាននិងទៅ

គ្រប់គ្រងប្រេកង់រលកនាំឱ្យផ្លាស់ប្តូរទៅតាមខ្នាតកម្ពស់របស់ស៊ីញ៉ាល់ពត៌មានក្នុងខណៈពេលដែលខ្នាតកម្ពស់របស់រលកនាំមានតម្លៃថេរមិនផ្លាស់ប្តូរ បង្ហាញដូចរូបខាងក្រោម ៖



រូបភាពទី៤.៤ ការបង្ហាញស៊ីញ៉ាល់ការម៉ូឌុលេតតាមប្រកង់ FM (Frequency Modulation)

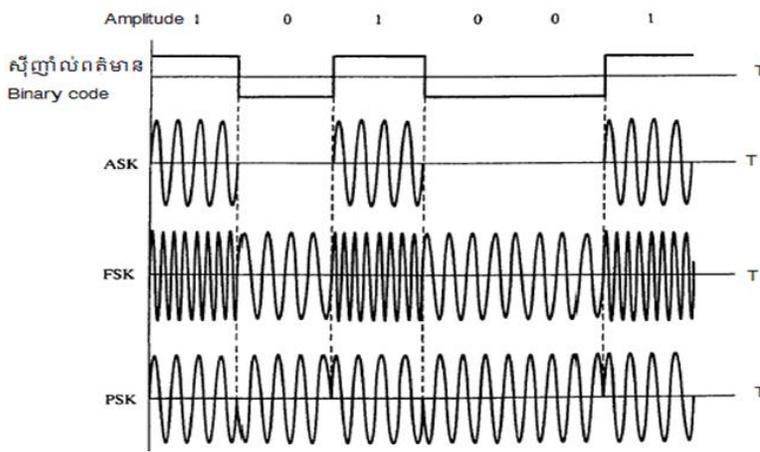
ការម៉ូឌុលេតតាមហ្វា (Phase Modulation) ឬគេហៅថា (PM) មានលក្ខណៈការម៉ូឌុលេតស្រដៀងនិង FM ដែរ ខុសគ្នាគ្រង់ថា ការម៉ូឌុលេតបែបPhaseនិងប្រើការផ្លាស់ប្តូរចន្លោះ Phase ទៅគ្រប់គ្រងប្រេកង់របស់រលកនាំឱ្យផ្លាស់ប្តូរ ។ បើPhaseប្តូរពីរលកខាងដកទៅខាងបូក ប្រេកង់របស់រលកនាំនិងផ្តើមពីប្រេកង់ខ្ពស់ទៅទាប តែបើPhaseប្តូរពីខាងបូកទៅដក ប្រេកង់របស់រលកនាំ និងចាប់ផ្តើមពីប្រេកង់ទាបទៅប្រេកង់ខ្ពស់ទើបយើងហៅការម៉ូឌុលេតរលកបែប PM នេះថា “ការម៉ូឌុលេតរលកបែប FM ដោយប្រយោល” (Indirect FM) ។



រូបភាពទី៤.៥ ការបង្ហាញស៊ីញ៉ាល់ការម៉ូឌុលេតតាមហ្វា(Phase Modulation)

៤.៥.២ ការម៉ូឌុលេតស៊ីញ៉ាល់បែបឌីជីថល (Digital Modulation) គឺជាការនាំយកព័ត៌មាន ក្នុងរូបបែបស៊ីញ៉ាល់ឌីជីថលទៅធ្វើការផ្ញើ និងរលកវិទ្យុប្រែក្លាស់ខ្ពស់ដែលមានលក្ខណៈជារូប ស៊ីនុស្សស្មើគ្នា លទ្ធផលដែលទទួលបានពីការម៉ូឌុលេតស៊ីញ៉ាល់ព័ត៌មានប្រែក្លាស់ទាបនិងត្រូវរួម ជាមួយរលកនាំប្រែក្លាស់ខ្ពស់ ។ ការម៉ូឌុលេតបែបឌីជីថលនិយមប្រើក្នុងការទំនាក់ទំនងទិន្នន័យ ដោយចែកចេញជា ៤បែបតូចៗ

- ១. ការម៉ូឌុលេតតាមខ្នាត (Amplitude Shift Keying) :ASK
- ២. ការម៉ូឌុលេតតាមប្រែក្លាស់ (Frequency Shift Keying) :FSK
- ៣. ការម៉ូឌុលេតតាមហ្វាស (Phase Shift Keying) :PSK
- ៤. ការម៉ូឌុលេតតាមខ្នាត និងហ្វាស (Quadrature Amplitude Modulation) :QAM



រូបភាពទី៤.៦ ការបង្ហាញស៊ីញ៉ាល់ការម៉ូឌុលេតស៊ីញ៉ាល់បែបឌីជីថល (Digital Modulation)

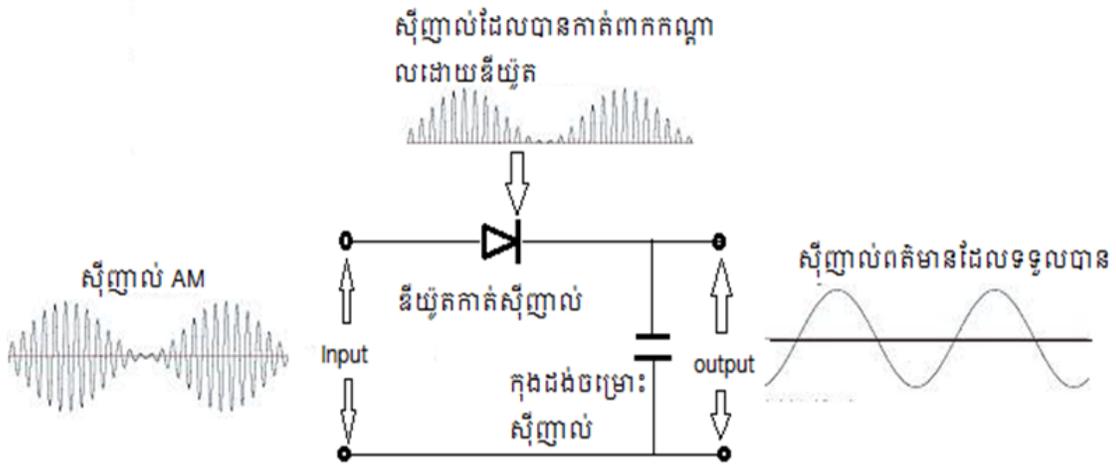
**៤.៦ វិធីការដំឡើងម៉ូឌុលេត (Demodulation)**

នៅពេលដែលព័ត៌មានត្រូវបានម៉ូឌុលេតជាមួយនិងរលកនាំនៃបែបផ្សេងៗរួចហើយ ខាង ផ្នែកទទួលត្រូវការវិញករលកស៊ីញ៉ាល់ព័ត៌មានចេញពីរលកនាំ ដើម្បីនិងធ្វើឱ្យដឹងពីព័ត៌មានដែល បញ្ជូនមកគេហៅការវិញករលកស៊ីញ៉ាល់ព័ត៌មាន ចេញពីរលកនាំនេះ ថា “ការម៉ូឌុលេត” (Demodulation) ឬអាចហៅម្យ៉ាងទៀតថា “ឌីធីកទ័រ” (Detector) ។



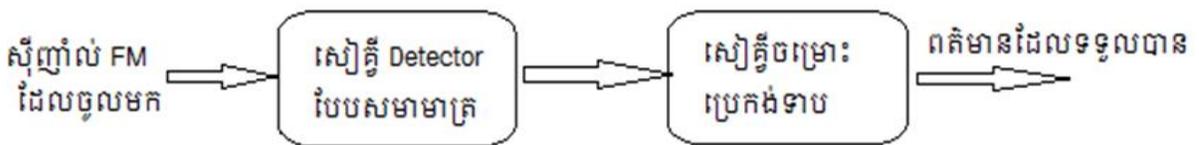
រូបភាពទី៤.៧ បង្ហាញពីវិធីការម៉ូឌុលេត (Demodulation)

៤.៦.១ ការដំឡើងលេខរលក AM (AM Demodulation) នៅពេលស៊ីញ៉ាល់ AM ចូលមកដល់ ប្រកបទទួលស៊ីញ៉ាល់និងឆ្លងកាត់ Detector ដើម្បីកាត់ស៊ីញ៉ាល់ចេញពាក់កណ្តាលខាងអវិជ្ជមាន រួច ហើយបញ្ជូនទៅឱ្យសៀគ្វីចម្រោះប្រេកង់ទាប (Low pass Filter) ដើម្បីវិញកស៊ីញ៉ាល់ប្រេកង់ ទាបចេញពីស៊ីញ៉ាល់ប្រេកង់ខ្ពស់ ។ វិធីកាត់ស៊ីញ៉ាល់អាចប្រើឌីយ៉ូតត្រីមតែមួយគ្រាប់ ហើយប្រើ កុងដង់សាទ័រកំចាត់រលកនាំចេញ ឱ្យនៅសល់តែរលកស៊ីញ៉ាល់ពត៌មានប៉ុណ្ណោះ ។



រូបភាពទី៤.៨ ការដំឡើងលេខរលក AM (AM Demodulation)

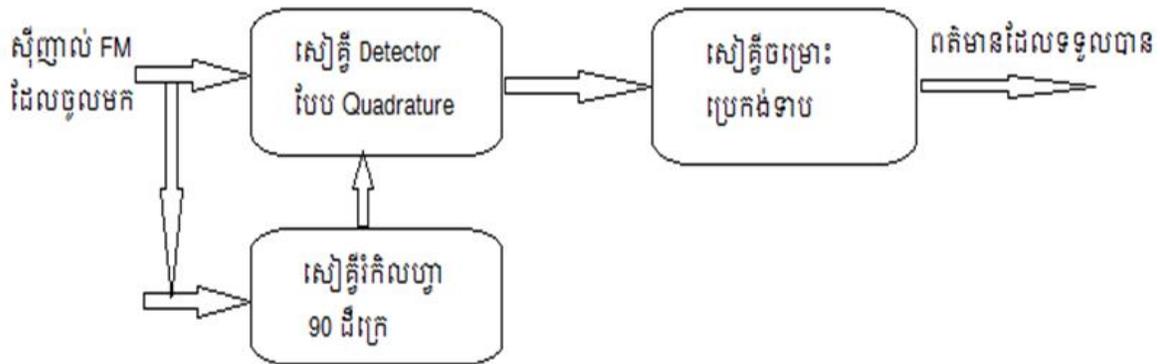
៤.៦.២ ការដំឡើងលេខរលក FM និង PM មានច្រើនវិធីគឺប្រើ Detector បែបសមាមាត្រ បែប Quadrature ឌីជីតទ័រ បែបសមាមាត្រ (Ratio Detector) ប្រើវិធីការប្រៀបធៀបប្រេកង់ និង ប្រៀបធៀប Plus រវាងស៊ីញ៉ាល់បែប FM ជាមួយប្រេកង់របស់រលកនាំ ។ បើស៊ីញ៉ាល់ដែលចូល មកមានប្រេកង់ស្មើគ្នាជាមួយ និងប្រេកង់រលកនាំរបស់ FM នោះនិងធ្វើឱ្យមិនមានស៊ីញ៉ាល់ពត៌ មានទេ ។ តែបើស៊ីញ៉ាល់មានប្រេកង់ច្រើនជាងប្រេកង់រលកនាំ នោះនិងបង្ហាញទិន្នន័យខាង វិជ្ជមាន បើស៊ីញ៉ាល់មានប្រេកង់ទាបប្រេកង់រលកនាំ និងបង្ហាញទិន្នន័យខាងអវិជ្ជមាន ។



រូបភាពទី៤.៩ ការដំឡើងលេខរលក FM និង PM

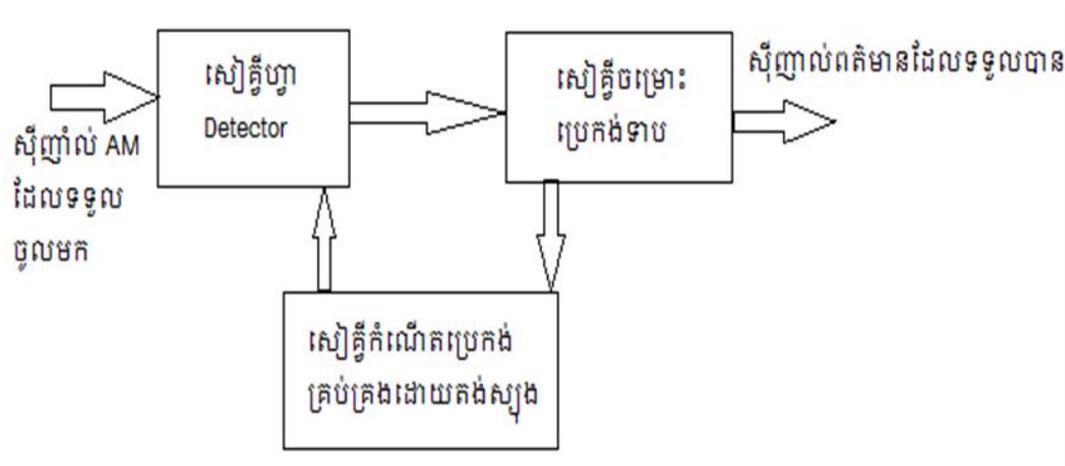
៤.៦.៣ ឌីជីតទ័រ បែប Quadrature (Quadrature Detector) ជាវិធីការវិញកស៊ីញ៉ាល់រលក ពត៌មានចេញពីរលក FM ដោយមានសៀគ្វីប្រៀបធៀបហ្វា (phase) របស់ស៊ីញ៉ាល់ FM ស៊ីញ៉ាល់

ដែលមានហ្វ្រេកង់ 90 ដឺក្រេ ដោយឆ្លងកាត់សៀគ្វី Resonance បែបខ្ពែង បន្ទាប់ពីប្រៀបធៀបគ្នាហើយនិងបានតម្លៃខ្នាតរបស់ស៊ីញ៉ាល់ជាមធ្យម ។ ដោយតម្លៃជាមធ្យមដែលបាននិងផ្លាស់ប្តូរតាមពតិមាន បន្ទាប់មកនិងបញ្ជូនទៅសៀគ្វីចម្រោះប្រេកង់ទាបដែលបានពតិមានដើម។



រូបភាពទី៤.១០ វិធីការព្រែកស៊ីញ៉ាល់រលកពតិមានចេញពីរលក FM

៤.៦.៤ ហ្វ្រេកង់បិទ (Phase Locked Loop : PLL) ជាវិធីព្រែកស៊ីញ៉ាល់ពតិមានចេញពីរលកនាំដោយប្រៀបធៀប Phase រវាងប្រេកង់ FM ដែលចូលមកជាមួយប្រេកង់កណ្តាលរបស់ FM ដែលមានកំណើតពីសៀគ្វី VCO (Voltage Controlled Oscillator) ដែលគ្រប់គ្រងដោយតង់ស្យុង Output រហូតដល់ប្រេកង់ដែលបាមមកពី VCO មានមុំជាប់ចូលជាមួយមុំរបស់រលកនាំប្រេកង់ដែលចូលមកក្នុងប្រព័ន្ធ។



រូបភាពទី៤.១១ ការព្រែកស៊ីញ៉ាល់ពតិមានចេញពីរលកនាំដោយប្រៀបធៀប Phase រវាងប្រេកង់ FM

### ៤.៧ អង់តែន (Antenna)

អង់តែន មានតួនាទីក្នុងការបន្តរលកទៅក្នុងលំហអាកាស ហើយទទួលរលកពីលំហអាកាសឆ្ពោះមកអង់តែនហើយអង់តែនមានច្រើនប្រភេទ ដូចជា អង់តែនវិទ្យុ FM , AM វិទ្យុទាក់ទង ទូរទស្សន៍ Microwave យន្តហោះ និងបានផ្កាយរណប ជាដើម។ អង់តែនមានលក្ខណៈខាងអគ្គិសនីដែលជា ខ្សែរចម្លង L និងកុងដង់សាទ័រ C ។ ភាគច្រើនធ្វើអំពីលូសចម្លង ដែលមានលក្ខណៈជាប្រហោង ឬតាន់ ។ អាចនិងជាលក្ខណៈត្រង់ ឬកោងហើយប្រភេទនីមួយៗរបស់អង់តែនជាទូទៅតែងតែមានទំហំប្រហោងប្រហែលជាមួយនិងជំហ៊ានរលកដែលត្រូវការទទួល និងបញ្ជូន ។ ដូចជាអង់តែន ឌីប៉ូល (Dipole) ពាក់កណ្តាលរលក ( $\lambda/2$ ) បានន័យថាបើយើងនាំទៅប្រើជាមួយការងារដែលមានប្រេកង់ 100MHz ដែលមានជំហ៊ានរលក ( $\lambda$ )ស្មើនិង 3 m ត្រូវការធ្វើអង់តែនដែលមានប្រវែង  $\lambda/2$  ឬ ស្មើនិង  $3/2= 1.5$  m ជាដើម។ការបង្កើតអង់តែនត្រូវពិញ្ញកខាងចុងក្រោយតូចម្តងរបស់អង់តែនឱ្យឆ្ងាយពីគ្នាដើម្បីឱ្យរលកអាចបន្តរលកទៅបានឆ្ងាយ។

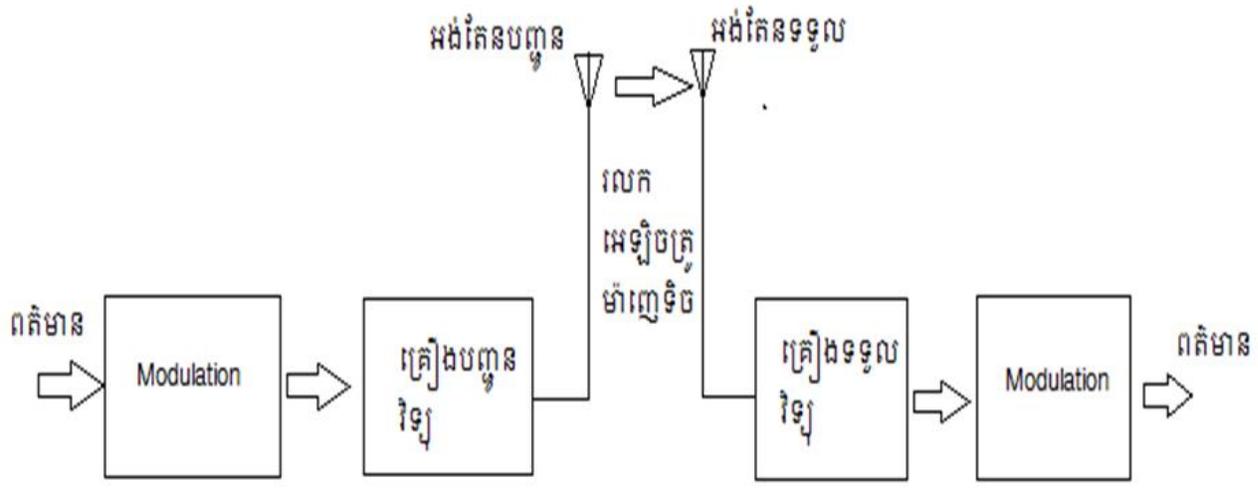
អង់តែន Dipole  $\lambda/2$  ជាអង់តែនដែលងាយបំផុត និងជាផ្នែកនៃមូលដ្ឋានរបស់ប្រព័ន្ធអង់តែនផ្សេងៗ។ អង់តែនបែប Dipole ប្រៀបដូចជាខ្សែនាំស៊ីញ៉ាល់ នៅពេលតូចជាមួយឧបករណ៍កំណើតស៊ីញ៉ាល់រលកវិទ្យុនោះនិងកើត Resonance ធ្វើឱ្យកើតដែនម៉ាញ៉េទិច និងដែនអគ្គិសនីជុំវិញខ្លួនយ៉ាងច្រើន នេះហើយទើបមានការបន្តរលកទៅក្នុងលំហអាកាស ។ លក្ខណៈរូបរាងរបស់ការបន្តរលកអេឡិចត្រូម៉ាញ៉េទិចមានច្រើនបែបខុសៗគ្នា គេហៅថា “បែបការបន្តរលករលក” (Radiation Patter ) ។



រូបភាពទី៤.១២ អង់តែន (Antenna)

**៤. ៨ ប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងតាមវិទ្យុ (Radio Communication System)**

ប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងតាមវិទ្យុត្រូវបាននាំប្រើជាប្រយោជន៍ជាច្រើន ស្ថានីយ៍បញ្ជូន និងស្ថានីយ៍ទទួលអាចនៅឆ្ងាយពីគ្នាបានដោយមិនចាំបាច់ភ្ជាប់ខ្សែនាំ ស៊ីញ៉ាល់ ។ លក្ខណៈការបញ្ជូនរលកវិទ្យុដើម្បីទំនាក់ទំនងខាងទូរគមនាគមន៍ចែកចេញជា ២ប្រភេទ គឺវិទ្យុផ្សាយសម្លេងទូទៅ (Broadcasting) និងវិទ្យុតភ្ជាប់ (Radio Link) ។ វិទ្យុផ្សាយសម្លេងទូទៅ ជាវិទ្យុផ្សាយព័ត៌មានការសិក្សា ឬជាការផ្សាយតាមទូរលេខវិទ្យុ ។ ការបន្សាយរលកវិទ្យុដើម្បីផ្សាយសម្លេងឱ្យគ្រប់កន្លែងដែលបម្រើសេវាកម្ម ត្រូវបង្កើតស្ថានីយ៍វិទ្យុផ្សាយសម្លេងច្រើនកន្លែង ដែលនិយមប្រើជាងគេនាពេលបច្ចុប្បន្នគឺ វិទ្យុផ្សាយសម្លេងបែប AM ប្រើកម្រិតប្រេកង់ MF550 kHz – 1600 kHz វិទ្យុផ្សាយសម្លេង FM ប្រើប្រេកង់ VHF 88 MHz - 108 MHz ។ ក្រៅពីវិទ្យុផ្សាយសម្លេង AM , FM នៅមានវិទ្យុផ្សាយសម្លេង និងរូបភាពដែលគេហៅថា “ទូរទស្សន៍” (Television) ប្រើកម្រិតប្រេកង់ 47MHz – 68 MHz និង 174 MHz – 223 MHz សម្រាប់ប្រេកង់ VHF និង កម្រិតប្រេកង់ 470 MHz – 861 MHz សម្រាប់ប្រេកង់ UHF ។ វិទ្យុតភ្ជាប់ គឺជាការទំនាក់ទំនងតាមវិទ្យុដែលមានការតភ្ជាប់ខាងផ្នែកភាគីម្ខាងទៀត ដើម្បី អ្នកដែលទទួលនោះអាចទំនាក់ទំនងគ្នាបាន ។ មានច្រើនប្រេកង់ ដូចជា HF ,VHF ,UFH ,SHF ជាដើម ។ ព័ត៌មានដែលទទួលនៅក្នុងការទំនាក់ទំនង ដូចជា សារជាអក្សរ រូបថត និងសម្លេងនិយាយ ។ ការទំនាក់ទំនងក្នុងប្រព័ន្ធនេះមានទាំងប្រភេទនៅនិងកន្លែង និងប្រភេទចល័តបាន ដូចជា វិទ្យុជាប់និងខ្លួន (Payer) វិទ្យុទូរសព្ទ (Radiotelephone) វិទ្យុចល័តសម្រាប់ទាហ៊ានជើងទឹក (Maritime mobile radio) វិទ្យុចល័តសម្រាប់អាកាសចរ(Aero-nautical radio ) វិទ្យុចល័តសម្រាប់ទាហ៊ានជើងគោក (Land mobile radio) ជាដើម ។



រូបភាពទី៤.១៣ ប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងតាមវិទ្យុ (Radio Communication System)

## មេរៀនទី ៥ ទូរសព្ទចល័ត ( Mobile Telephone )

### ៥.១ សេចក្តីផ្តើម

ប្រព័ន្ធទូរសព្ទចល័តមានភាពរីកចម្រើនយ៉ាងឆាប់រហ័ស និងជាការពេញនិយមប្រើប្រាស់យ៉ាងច្រើននាពេលបច្ចុប្បន្ននេះ ដែលគេតែងតែហៅថា “ ប្រព័ន្ធទូរសព្ទចល័តស៊ីលលូឡា ” ។ ពាក្យស៊ីលលូឡា (Cellular) មានន័យថា ការរៀបចំទឹកដីដោយឡែកដើម្បីផ្តល់សេវាកម្ម ។ ដោយនៅខាងក្នុង ស៊ីល (Cell) ប្រកបទៅដោយគ្រឿងទូរសព្ទចល័ត ឬម៉ូបាយ (Mobile) ស្ថានីយ៍គោលប្រព័ន្ធអង់តែនទំហំរបស់ស៊ីលនិងផ្លាស់ប្តូរទៅតាមចំនុះនៃច្រកស៊ីញ៉ាល់ដែលត្រូវការផ្តល់សេវាកម្មនៅកន្លែងនោះ ។ ការធ្វើការរបស់ប្រព័ន្ធទូរសព្ទចល័តនៅកន្លែងស៊ីល (Cell) ឬប្រព័ន្ធស៊ីលលូឡា (Cellular) ក៏មាន ៥ ដំណាក់កាល គឺ នៅពេលទូរសព្ទចល័តបើកគ្រឿង នៅពេលទូរសព្ទចល័តហៅចេញ នៅពេល Land Line ហៅចូលទូរសព្ទចល័ត និងនៅពេលចុងបញ្ចប់នៃការសន្ទនា ។ ក្រៅពីនេះនៅពេលគ្រឿងទូរសព្ទឆ្លងតំបន់ដែលស៊ីលមានការធ្វើ Hand off ដើម្បីផ្ទេរស៊ីញ៉ាល់ពីស៊ីលមួយទៅស៊ីលមួយទៀត ។ ក្នុងផ្នែកប្រព័ន្ធស៊ីលលូឡាដែលនិយមប្រើប្រាស់មានដូចជាប្រព័ន្ធ NMT 900 ប្រព័ន្ធ AMPS 800 ប្រព័ន្ធ GMS 900 ប្រព័ន្ធ DCS 1800 ប្រព័ន្ធ CDMA និងប្រព័ន្ធ IMT 2000 ជាដើម ដើម្បីឱ្យការធ្វើការរបស់ប្រព័ន្ធមានប្រសិទ្ធភាពនិងមានការបែងចែកតំបន់ផ្តល់សេវាកម្មដែលមានរូបរាងស្រដៀងគ្រឹកោណ រៀបចំឱ្យមានចំនួនក្រុមស៊ីលដែលមានចំនួនសមរម្យ ។ កាផ្តល់សេវាកម្មរបស់ប្រព័ន្ធស៊ីលលូឡាចាត់ទុកថាជាការរៀបចំទុកដាក់ឱ្យអ្នកប្រើប្រាស់សេវាកម្មមានភាពងាយស្រួល តែប្រព័ន្ធស៊ីលលូឡាក៏មានបញ្ហាខ្លះដែរនៅក្នុងការទទួលនិងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ដែលធ្វើឱ្យកើតការរំខានកើតឡើង ។

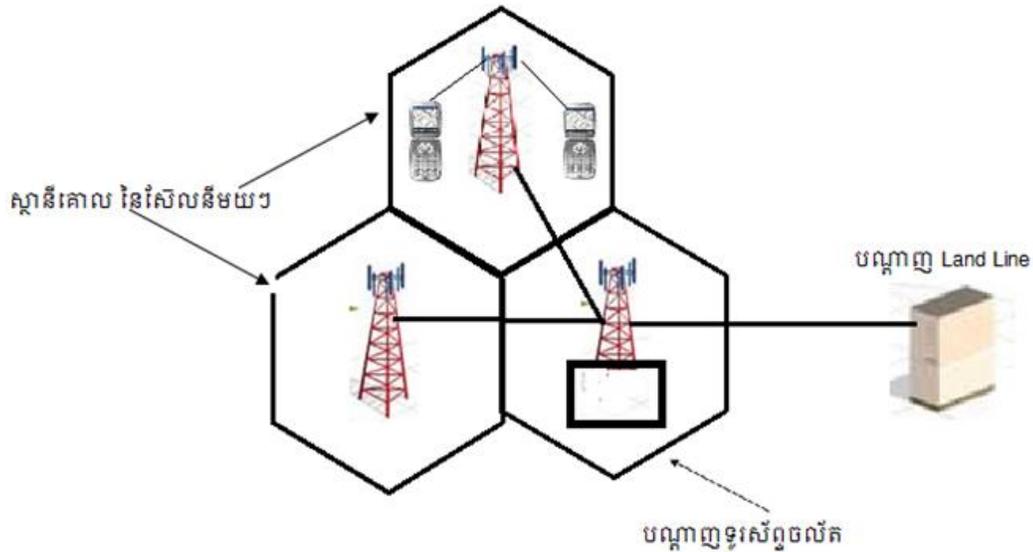
### ៥.២ វិវឌ្ឍនាការរបស់ទូរសព្ទចល័ត

ក្នុងខណៈពេលដែលទូរសព្ទមានការតភ្ជាប់គ្នាដោយបណ្តាញក្នុងតំបន់ នោះកំពង់តែទទួលបានការចាប់អារម្មណ៍ពីអ្នកដទៃទាំងឡាយយ៉ាងច្រើន ។ លទ្ធផលនៃការសាកល្បងការទំនាក់ទំនងគ្នាតាមខ្សែក៏ប្រកបទៅដោយបានសម្រេចជាស្ថាពរ ។ នៅពេលលោក ម៉ា ខូនី អាចទទួលនិងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ដោយរលកវិទ្យុឆ្លងកាត់ច្រកចង្អៀតរបស់ប្រទេសអង់គ្លេសហើយ បន្ទាប់មកទៀតអ្នកដែលផ្តើមបញ្ជូនសម្លេងនិយាយ និង Violet ឆ្លងកាត់រលកវិទ្យុគឺ លោក ហ្វេស ស៊ីដេន គឺជាការបើកឱកាសឱ្យប្រព័ន្ធទូរសព្ទចល័តក្នុងពេលនោះ ហ្វេស ស៊ីដេន បានប្រើគ្រឿងវិទ្យុទូរសព្ទដែលបញ្ជាដោយគ្រឿងបង្កើតកម្លាំងបញ្ជូន 0.5 KW = 500W បញ្ជូនរលកបានឆ្ងាយដល់ទៅ

20 Km ។ កន្លងមកយើងចាត់ទុកថាប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងដោយរលកវិទ្យុ បែងចេញជា ២ផ្នែកគឺ ប្រព័ន្ធវិទ្យុផ្សាយសម្លេង និងប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងពីចំនុចមួយទៅចំនុចមួយ ក្នុងផ្នែកទី១ មានការ និយមប្រើច្រើនណាស់ តែផ្នែកទី២ មិនសូវមានការនិយមប្រើទេ ហើយមានភាពរីកចម្រើនយឺត ណាស់ព្រោះប្រើចំពោះការទំនាក់ទំនងនៃការធ្វើដំណើរតាមដើងទឹក និងដើងកោតប៉ុណ្ណោះ ។ តែ ការទំនាក់ទំនងបែបចំនុចមួយទៅចំនុចមួយនេះមានការនិយមប្រើកាន់តែច្រើនឡើង ដោយការ អភិវឌ្ឍន៍ឧបករណ៍ម៉ូឌុលេតប្រេកង់ និងអភិវឌ្ឍន៍ស្ព៊ីចប្រេកង់ដែលត្រូវរៀបចំឱ្យប្រើជា ប្រយោជន៍បានច្រើន ។ ដោយវិធីការឱ្យគ្រឿងទូរសព្ទប្រើក្នុងកម្រិតប្រេកង់ដូចគ្នានៅឆ្ងាយពីគ្នា និងមិនធ្វើឱ្យកើតការរំខានរបស់ស៊ីញ៉ាល់ និងកាត់បន្ថយទំហំរបស់ប្រព័ន្ធឱ្យកាន់តែតូច ក៏និងជួយ បន្ថែមចំនុះរបស់ប្រព័ន្ធបាន ចាត់ទុកថាជាចំនុចចាប់ផ្តើមរបស់ទូរសព្ទចល័តស៊ីលលូឡា (Cellular Telephone) ។

**៥.៣ ការធ្វើការរបស់ទូរសព្ទចល័តស៊ីលលូឡា**

ទូរសព្ទចល័តស៊ីលលូឡា អាចយកមកប្រើប្រាស់បានគ្រប់ទីកន្លែងដែលផ្តល់សេវាកម្មបាន យ៉ាងធំទូលាយ ពង្រីកអត្រាការឱ្យសេវាកម្ម (Traffic) ឱ្យកាន់តែកើនឡើងទៀតបាន ។ ប្រើប្រេក កង់ជាន់គ្នាបានក្នុងផ្នែករបស់ស៊ីល (Cell) ដែលនៅឆ្ងាយពីគ្នា ឬ (Frequency Reuse) ដោយមិន មានកើតការជ្រៀតជ្រែកពីស៊ីញ៉ាល់ខាងក្រៅ និងបាត់បង់ស៊ីញ៉ាល់ឡើយ ។ ផ្នែកដែលសំខាន់ របស់ប្រព័ន្ធទូរសព្ទស៊ីលលូឡា គឺ " ស៊ីល " (Cell) គឺជាការរៀបចំប្រេកង់ដែលប្រើជាន់គ្នាច្រើន ៗ ឈុត ក្នុងបរិវេណឱ្យសេវាកម្ម ដែលស៊ីលអាចជាបរិវេណតូច ដូចជា ក្នុងអគារ តារាងកីឡា ឬ អាចបរិវេណដែលមានអង្កត់ផ្ចិត 17km ក៏បាន ។ ទំហំរបស់ស៊ីលអាស្រ័យទៅលើបរិមាណដង់ស៊ី តេរបស់អ្នកប្រើប្រាស់សេវាកម្មក្នុងបរិវេណនោះ។ បើជាទីប្រជុំជនដែលមានដង់ស៊ីតេប្រជាជន ច្រើន ត្រូវបង្កើតស៊ីលដែលមានខ្នាតតូចជាច្រើនស៊ីលដើម្បីបន្ថែមច្រកស៊ីញ៉ាល់ឱ្យបានកាន់តែ ច្រើនដែរ ។ នៅក្នុងស៊ីលមានស្ថានីយ៍គោលប្រើគ្រប់គ្រងការតភ្ជាប់ និងឆ្លាស់ខ្សែសន្ទនាគ្នា ដោយទទួលស៊ីញ៉ាល់ពីគ្រឿងទូរសព្ទចល័តស៊ីលលូឡាដោយ អង់តែន លក្ខណៈរបស់ការរៀបចំ ស៊ីល និងស្ថានីយ៍គោលរបស់ប្រព័ន្ធទូរសព្ទស៊ីលលូឡាបង្ហាញដូចរូបខាងក្រោម ៖



រូបភាពទី៥.១ ការធ្វើការរបស់ទូរសព្ទចល័តសេវាសម័យ

ដើម្បីឱ្យកាន់តែយល់ច្បាស់ នៃការធ្វើការរបស់ប្រព័ន្ធសេវាសម័យស្របច្បាប់នៃពាក្យបច្ចេកទេសខ្លះៗនៅក្នុងប្រព័ន្ធសេវាសម័យស្របច្បាប់ខាងក្រោម ៖

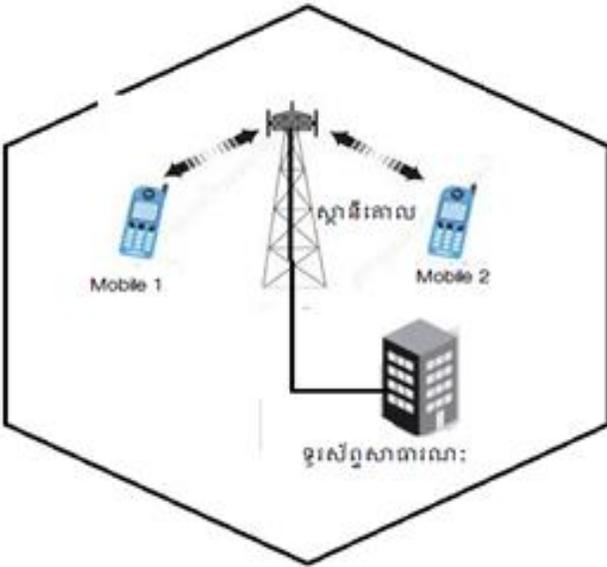
ប្រព័ន្ធសេវាសម័យ (Cellular System) មានន័យថា ប្រព័ន្ធទូរសព្ទចល័តសេវាសម័យ ឬ PLMN (Public Land Mobile Network)

- Mobile មានន័យថាគូគ្រឿងទូរសព្ទចល័ត
- Land Line មានន័យថាគ្រឿងទូរសព្ទសាធារណៈឬគ្រឿងទូរសព្ទនៅតាមផ្ទះតាមការិយាល័យធ្វើការផ្សេងៗ។
- Land Line = PSTN (Public Switching Telephone Network)
- Hand off មានន័យថា ដំណាក់កាលការផ្ទេរស៊ីញ៉ាល់ការសន្ទនារវាង Mobile ពីសេវាមួយទៅសេវាមួយទៀត Handoff = Handover។
- Roaming មានន័យថា ទូរសព្ទចល័ត (Mobile) ដែលនៅក្រៅតំបន់សេវានៅក្នុងតំបន់សេវាផ្សេងទៀតប្រើការបានព្រោះតំបន់ដែលមានសេវាផ្សេងនោះមានស្ថានីយ៍គោលនៅជិត។
- Cell Site មានន័យថា ស្ថានីយ៍គោល ឬកន្លែងទីតាំងរបស់សេវា ដែលប្រើជាមជ្ឈមណ្ឌល

កណ្តាលក្នុងការទំនាក់ទំនងរវាង Mobile របស់អ្នកប្រើសេវាកម្ម ។

ការធ្វើការរបស់ប្រព័ន្ធសេវាសម័យស្របច្បាប់ បែងចេញជា ៤ដំណាក់កាលដូចតទៅនេះ ៖

នៅពេល Mobile ចាប់ផ្តើមបើកគ្រឿង ត្រូវរស់គ្រឿង Mobile និងធ្វើការត្រួតពិនិត្យរកស៊ីញ៉ាល់ (សេវា) ពីច្រកស៊ីញ៉ាល់ដែលមាននៅក្នុងលំហអាកាសដោយស្វ័យប្រវត្ត។ ដោយអាស្រ័យ និងស៊ីញ៉ាល់ដែលមានកម្លាំងខ្លាំង ឬ ស្វែងរកគ្រឿង Mobile ដែលនៅជិតស្ថានីយ៍គោលរបស់ស៊ីលណាដែលជិតជាងគេបំផុត ។ នៅពេលជួបស៊ីញ៉ាល់ដែលខ្លាំងជាងគេហើយនោះ បន្ទាប់មកនឹង Lock ប្រូក្រង់នោះទុករហូតដល់ Mobile និងរំកិលចូលទៅរកស៊ីលណាផ្សេងទៀត ។ ដំណាក់កាលនេះគេហៅថា " ការស្វែងរកតំណែងរបស់ Mobile " (Self-Location Scheme) ។ លក្ខណៈពិសេសរបស់ដំណាក់កាលនេះ គឺជួយកាត់បន្ថយ Load លើខ្សែនាំស៊ីញ៉ាល់របស់ស៊ីលណាផ្សេង ៗ តែមានចំណុចខ្លះខាតខ្លះដែរ គឺធ្វើឱ្យប្រព័ន្ធមិនអាចដឹងពីតំណែងរបស់ Mobile ដែលបើកប្រើប្រាស់នៅក្នុងស៊ីលណានីមួយៗ ។ ការហៅចូលរវាង Mobile ជាមួយនិង Mobile ដូចគ្នាប្រើពេលវេលាតិចជាងការហៅពី Land Line ចូលទៅ Mobile ។



រូបភាពទី៥.២ ការធ្វើការរបស់ប្រព័ន្ធស៊ីលណា

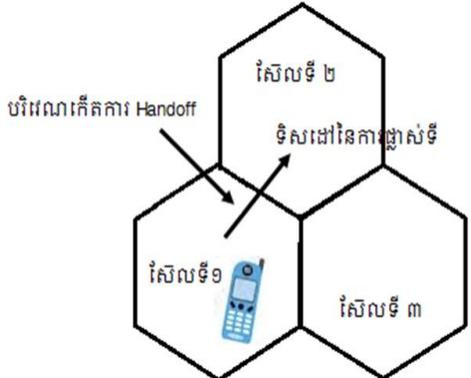
នៅពេលអ្នកប្រើ Mobile ធ្វើការហៅចេញ ចែកចេញជា ២ករណីគឺ Mobile ហៅចូល Land line និង Mobile ហៅចូល Mobile ដូចគ្នា ។ ក្រោយពីអ្នកប្រើប្រាស់សេវាកម្ម Mobile ចុចលើប៉ូតុងហៅចេញហើយ ស៊ីញ៉ាល់សំប្រើប្រាស់សេវាកម្ម ត្រូវបានបញ្ជូនទៅក្នុងច្រកស៊ីញ៉ាល់កន្លែងគ្រឿង Mobile គេហៅច្រកស៊ីញ៉ាល់នេះថា (Set-up Channel) បន្ទាប់មកទៀតនិងស្វែងរកតំណែងរបស់ស្ថានីយ៍គោល ហើយស្ថានីយ៍គោលនិងធ្វើការជ្រើសរើសច្រកស៊ីញ៉ាល់ដែលប្រើក្នុងការសន្ទនា។ ខណៈពេលដូចគ្នានេះដែរស្ថានីយ៍គោលនិងធ្វើការទំនាក់ទំនងជាមួយបណ្តាញទូរសព្ទចល័តដើម្បីតភ្ជាប់ស៊ីញ៉ាល់ពីត្រូវរស់ Mobile ដែលហៅចេញ ចូលមកលេខរបស់ Mobile ផ្នែកទទួល ។

នៅពេល Land Line ហៅចូល Mobile នោះគឺអ្នកប្រើទូរសព្ទសាធារណៈធ្វើការចុចលេខ ដើម្បីហៅចូលទៅ Mobile ដូចជាលេខ ០១២ ៤៤៤ ៥៥៥ បណ្តាញរបស់ទូរសព្ទ Land Line និង ត្រួតពិនិត្យរកលេខនោះ ហើយភ្ជាប់ស៊ីញ៉ាល់ចូលមករកបណ្តាញទូរសព្ទចល័ត បន្ទាប់មកទៀត បណ្តាញនិង Paging ទិន្នន័យខ្លីៗ ចូលមកក្នុង Mobile ដើម្បីឱ្យដឹងអាស័យដ្ឋានរបស់បណ្តាញនៃ លេខ ០១២ ៤៤៤ ៥៥៥ ។

នៅពេលបញ្ចប់ការសន្ទនា ក្រោយពេលសន្ទនាចប់ហើយនោះ គួរសន្ទនានិងដាក់ទូរសព្ទចុះ (មានន័យថាផ្តាច់ការទំនាក់ទំនងគ្នា) ដោយចុចប៊ូតុងបិទដោយចាត់ទុកផ្តាច់ការសន្ទនាគ្នា ។ និង មានស៊ីញ៉ាល់ឈប់សន្ទនាទៅឱ្យស្ថានីយ៍គោល និងបញ្ជូនឆ្លងកាត់ស៊ីញ៉ាល់ទៅឱ្យបណ្តាញទូរសព្ទ ដើម្បីបញ្ឈប់ការប្រើប្រាស់ច្រកស៊ីញ៉ាល់ ។ ត្រូវគ្រឿង Mobile ក៏ត្រឡប់ទៅវាស់លំដាប់ស៊ីញ៉ាល់ តាមដំណាក់កាលទីមួយម្តងទៀត ។

ការធ្វើការប្រព័ន្ធសើលលូឡាតាមធម្មតា ក្នុងករណីដែលទូរសព្ទមានការចល័តនៅក្រៅ បរិវេណតំបន់សេវា ឬក្នុងករណីផ្សេងៗ និងយកឧទាហរណ៍ដូចជា ការ Handoff ខណៈពេលដែល Mobile នៅក្នុងសើលទី ១ ហើយផ្លាស់ទីចូលជិតតំបន់សើលទី ២ ប្រព័ន្ធសើលលូឡា និងអាច ត្រួតពិនិត្យជួបលំដាប់កម្លាំងរបស់ស៊ីញ៉ាល់របស់សើលទី១ ថាមានលំដាប់កម្លាំងថយចុះរហូតដល់ តម្លៃដែលកំណត់ទុក ។ ប្រព័ន្ធនឹងរៀបចំផ្ទេរស៊ីញ៉ាល់ការសន្ទនារបស់គ្រឿង Mobile ទៅឱ្យសើល ទី២ ដោយស្វ័យប្រវត្ត ។ បច្ចេកទេសដូចដែលបាននិយាយនេះគេអាចហៅមួយទៀតថា (Handover) ។ ការ Handoff ដើម្បីធ្វើឱ្យគ្រឿង Mobile អាចសន្ទនាបានជាបន្តបន្ទាប់ ទោះបីជាគូ Mobile ផ្លាស់ទីទៅសើលផ្សេងៗ យ៉ាងណាក៏ដោយ ។

ការ Roaming ប្រសិនបើគ្រឿង Mobile ផ្លាស់ទីចេញទៅនៅក្រៅកន្លែងដែលផ្តល់សេវាក៏ ដោយ តែគ្រឿង Mobile ក៏អាចហៅចេញបានដែរ បើបរិវេណនោះមានស្ថានីយ៍គោលតាំងនៅ ដើម្បីផ្តល់សេវាកម្ម ទើបចាត់ទុកថាគ្រឿង Mobile ធ្វើដំណើរទៅតំបន់ផ្សេងៗ ។



រូបភាពទី៥.៣ បង្ហាញពីការបន្ថែមឧបករណ៍ជំនួយកនៅចល័តក្រៅតំបន់សេវា

#### ៥.៤ ភាគផ្សំរបស់ប្រព័ន្ធទូរសព្ទចល័តស៊ីលលូឡា

នៅក្នុងចំណុចនេះនិងប្រាប់អំពីភាគផ្សំរបស់ប្រព័ន្ធទូរសព្ទស៊ីលលូឡា ដែលជាភាគផ្សំមូលដ្ឋាន និងមានសារៈសំខាន់ណាស់ចំពោះការធ្វើការរបស់ប្រព័ន្ធស៊ីលលូឡា ។



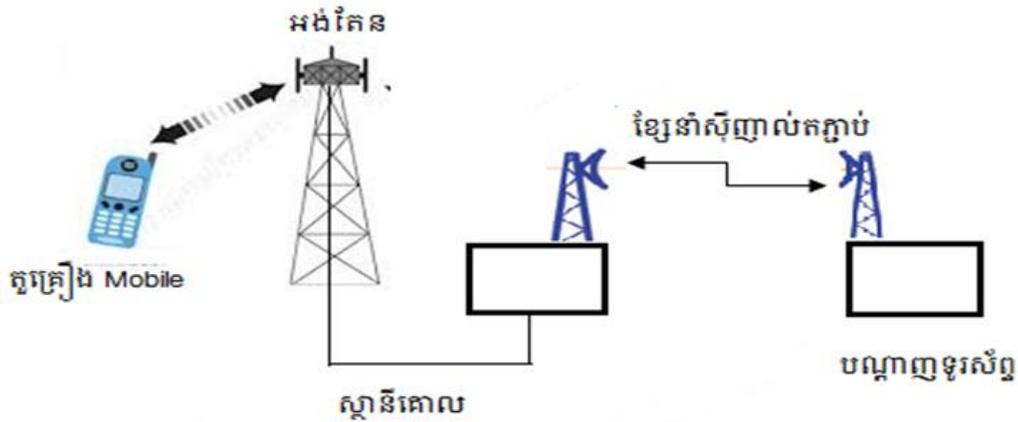
រូបភាពទី៥.៤ អង្គតែនបែប Sector ស្ថានីយ៍គោល និងបង្គោលអង្គតែន

តួគ្រឿង Mobile (Mobile Unit) នៅក្នុងគ្រឿងទូរសព្ទប្រកបទៅដោយសៀគ្វីគ្រប់គ្រង ការទទួល និងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់រលកវិទ្យុ (Transceiver) និងប្រព័ន្ធអង្គតែន (Antenna System) ដែលចាត់ទុកថាមានភាពខុសគ្នាពីគ្រឿងទូរសព្ទទូទៅ ។ តួគ្រឿង Mobile មានសមត្ថភាពត្រួតចាប់ស៊ីញ៉ាល់ក្នុងបរិវេណជុំវិញខ្លួនបានមានកម្មវិធី (Program) គ្រប់គ្រងការទំនាក់ទំនងជាមួយស្ថានីយ៍គោល និង បណ្តាញទូរសព្ទចល័ត មានសៀគ្វីម៉ូឌុលេត មានប្រភពចែកចាយថាមពលដោយមានថ្មខ្នាតតូចៗប្រព័ន្ធអង្គតែន (Antenna System) មានន័យថាអង្គតែនដែលតំឡើងនៅលើបង្គោលអង្គតែនក្នុងបរិវេណស្ថានីយ៍គោលប្រើក្នុងការតភ្ជាប់ស៊ីញ៉ាល់រវាងតួគ្រឿងជាមួយស្ថានីយ៍គោល។ ប្រភេទអង្គតែនយើងបែងតាមប្រភេទនៃទិសដៅការទទួល និងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់គេអាចបែងបានជា ២ បែប ៖

- អង្គតែនស្ថានីយ៍គោលបែបបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ជុំវិញខ្លួន ឬ (Omni Directional)
- អង្គតែនស្ថានីយ៍គោលបែបបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់បែងចែកតំបន់ ឬ (Satirize directional)

ក្នុងបែបទី១ អង្គតែន និងបន្សាយស៊ីញ៉ាល់ជុំវិញខ្លួនវា (360ដឺក្រេ) គ្រប់គ្រងក្នុងតំបន់ដែលផ្តល់សេវាសកម្ម ។ ចំណែកបែបទី២ និងមានការរៀបចំអង្គតែន 3 ឈុតបន្សាយស៊ីញ៉ាល់ក្នុងទិសដៅតែមួយនៅក្នុងឈុតនីមួយៗ ហើយរៀបចំរូបបែបស៊ីលឡិឌ្រគ្រប់គ្រងទាំង 3ស៊ីល លើស្ថានីយ៍គោលដូចតែមួយ។ ការរៀបចំប្រព័ន្ធអង្គតែនអាចរៀបចំបានទាំងបែប បញ្ជូន បែបផ្តេក បែបឱនចុះ

ក្រោម បែបដើមឡើងលើ ដើម្បីធ្វើឱ្យកើតលទ្ធផលនៃការទទួល និង បញ្ជូនរបស់គ្រឿង Mobile បើចង់ឱ្យឱនចុះក្រោមត្រូវបន្ថយខ្នាតរបស់សីល ព្រោះដើម្បីកាត់បន្ថយការរំខានពីសីលផ្សេង ទៀត ។ ក្រៅពីនេះកំពស់របស់បង្គោលដែលប្រើតំឡើងអង់តែនត្រូវតំឡើងឱ្យខ្ពស់ និងជួយឱ្យការ ទទួល និងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់បានទូលាយឡើងដែរ ។



**រូបភាពទី៥.៥ ការតភ្ជាប់ស៊ីញ៉ាល់រវាងគូគ្រឿងជាមួយស្ថានីយ៍គោល**

ស្ថានីយ៍គោល (Cell Site) មានតួនាទីតភ្ជាប់ស៊ីញ៉ាល់រវាងបណ្តាញទូរសព្ទចល័តជាមួយ គ្រឿងទូរសព្ទចល័ត ដោយមានការគ្រប់គ្រងជាផ្នែក ដោយសៀគ្វីអេឡិចត្រូនិក សម្រាប់ធ្វើការ ប្រមូលផល (Process) ស៊ីញ៉ាល់រលកវិទ្យុ ។ មានប្រព័ន្ធអង់តែនតេឡេពីផ្នែកគ្រប់គ្រងរលកវិទ្យុ មានច្រកនៅខាងក្នុង ដើម្បីប្រើក្នុងការគ្រប់គ្រង និងកែតម្រូវការតំឡើងរបស់ឧបករណ៍ មានដូច ជា ប្តូកចែកចាយភ្លើង (Power supply) មាន ២ប្រព័ន្ធ គឺ ប្រព័ន្ធអគ្គិសនីពី EDC និងប្រព័ន្ធផ្ទុស្តុប ភ្លើងក្នុងករណីមានអាសន្ន។ ខ្សែនាំស៊ីញ៉ាល់សម្រាប់តភ្ជាប់ (Transmission Link) ការតភ្ជាប់រវាង Mobile ជាមួយស្ថានីយ៍គោលគេប្រើរលកវិទ្យុតែបើស្ថានីយ៍គោលតភ្ជាប់ជាមួយបណ្តាញទូរសព្ទ ចល័ត គេប្រើវិធីដូចជា ការឆ្លងកាត់តាមរយៈ Microwave ការឆ្លងកាត់តាមរយៈខ្សែអប់ទិច និង តាមរយៈផ្កាយរណប។ ខ្សែនាំស៊ីញ៉ាល់សម្រាប់តភ្ជាប់ត្រូវអត្រាការបញ្ជូនទិន្នន័យដែលមាន ល្បឿនលឿន នៅខាងក្នុងខ្សែនាំស៊ីញ៉ាល់មួយ Link និងមានចំនួនស៊ីញ៉ាល់របស់គូសន្ទនាជា ច្រើនច្រកស៊ីញ៉ាល់ ។

បណ្តាញទូរសព្ទចល័ត (Mobile Telephone Switching Office) គឺជាមជ្ឈមណ្ឌលកណ្តាល សម្រាប់គ្រប់គ្រង និងទំនាក់ទំនងការងាររបស់ស្ថានីយ៍គោល ។ មានប្រព័ន្ធប្រមូលផល (Process) និងឧបករណ៍ Switching សម្រាប់តភ្ជាប់គូសន្ទនា ហើយថែមទាំងប្រើដើម្បីតភ្ជាប់ ជាមួយប្រព័ន្ធទូរសព្ទសាធារណៈទៀតផង។ ក្នុងប្រព័ន្ធខ្លះអាចមានទិន្នន័យ (Database) របស់

គ្រឿង Mobile ទុកក្នុងបណ្តាញ ដើម្បីគ្រប់គ្រងប្រព័ន្ធទាំងមូលរបស់ទូរសព្ទ និងប្រមូលទិន្នន័យ ទាក់ទងទៅនឹងទូរសព្ទ ធ្វើឱ្យមានភាពងាយស្រួលក្នុងការហៅមកប្រមូលតម្លៃនៃការចំណាយ ។

**៥.៥ ប្រព័ន្ធទូរសព្ទចល័តស៊ីលលូឡា**

ការទំនាក់ទំនងដោយទូរសព្ទចល័ត ឬ Mobile ធ្វើឱ្យមានភាពងាយស្រួលដល់មនុស្សយ៉ាងច្រើន ព្រោះយើងអាចដាក់ជាប់និងខ្លួនទៅទីណាក៏បាន ហើយអាចទំនាក់ទំនងគ្នាបានយ៉ាងមានប្រសិទ្ធភាពទៀតផង ។ ការអភិវឌ្ឍន៍ប្រព័ន្ធទូរសព្ទស៊ីលលូឡាកាន់តែមានភាពចំបាច់ណាស់ដោយក្រុមហ៊ុនផ្សេងៗ នៅក្នុងពិភពលោកបានព្យាយាមធ្វើឱ្យប្រព័ន្ធស៊ីលលូឡាមានស្តង់ដារដូចគ្នា ដោយអាស្រ័យទៅលើបច្ចេកវិទ្យាសម័យថ្មី តែនាពេលបច្ចុប្បន្ននេះក៏នៅមានស្តង់ដារខុសពីគ្នានៅឡើយ ។ បើគិតពីរឿងស្តង់ដាររបស់ប្រព័ន្ធទូរសព្ទស៊ីលលូឡាវិញ យើងឃើញថាមានច្រើនប្រព័ន្ធណាស់ដែលគេនិយមប្រើ គឺប្រព័ន្ធ NMT 900 ប្រព័ន្ធ AMPS 800 ប្រព័ន្ធ GSM 900 ប្រព័ន្ធ DCS 1800 និងប្រព័ន្ធបង្កើតថ្មី ដូចជា ប្រព័ន្ធ CDMA និងប្រព័ន្ធ IMT 2000 ។

ការអភិវឌ្ឍន៍ការទំនាក់ទំនងតាមប្រព័ន្ធទូរសព្ទចល័តវាជារឿងចាំបាច់ណាស់ ដោយតម្រូវការប្រើប្រាស់ទិន្នន័យកាន់តែកើនឡើង ។ កាលពីមុន Mobile បានឱ្យសេវាកម្មចំពោះតែសម្លេង (Voice) ប៉ុណ្ណោះ ទើបយើងយុគសម័យកាលនោះថា យុគទី ១ (1st Generation : 1G) បន្ទាប់មកទៀតមានការអភិវឌ្ឍន៍ប្រព័ន្ធឡើងដែលអាចបញ្ជូន ទិន្នន័យ សម្លេង រូបភាព (SMS MMS DATA ) ដែលមានបរិមាណខ្ពស់ជាងមុន គេហៅយុគសម័យកាលនេះថា យុគទី២ (2st Generation : 2 G) និងប្រព័ន្ធថ្មីដែលទើបតែបង្កើតដែលមានការនិយមប្រើក្នុងប្រទេសដែលអភិវឌ្ឍន៍ហើយគឺ យុគទី ៣ (3st Generation : 3G) ដែលឱ្យសេវាកម្មផ្នែក សម្លេង ទិន្នន័យ ក្រាហ្វិក វីឌីអូ។ ប្រព័ន្ធ NMT (Nordic Mobile Telephone) ត្រូវបានអភិវឌ្ឍន៍ និងចាប់ផ្តើមផ្តល់សេវាកម្មប្រព័ន្ធ Mobile បែបស្វ័យប្រវត្តពេញលក្ខណៈក្នុងក្រុមប្រទេស Nordic មានដូចជា ណរវេ ស្វីដេន ដេនម៉ាក ហ្វីនលែន ដែលប្រើប្រព័ន្ធកម្រិតហ្វ្រេកង់ 450 MHz និង 900 MHz មានស្តីចម្រើនប្រហែល 10MHz អាចផ្ទុកស៊ីញ៉ាល់បាន ២០០ច្រក ដោយច្រកនីមួយៗ មានហ្វ្រេកង់ 25 kHz បញ្ជូនទិន្នន័យក្នុងអត្រាល្បឿន 1200 b/s ។

ប្រព័ន្ធ AMPS (Advance Mobile Phone System) ត្រូវបានអភិវឌ្ឍន៍ដោយក្រុមហ៊ុន (AT&T) ដើម្បីឱ្យមានអនុភាពរបស់ស៊ីញ៉ាល់កាន់តែច្រើនឡើង ។ ដំបូងប្រព័ន្ធ AMPS ជាទូរសព្ទបែបអាណាឡូក (Analog) ដែលមានហ្វ្រេកង់ 800 MHz ត្រូវបានគេអភិវឌ្ឍន៍ឡើងទៅជាប្រព័ន្ធ (TDMA) និងប្រព័ន្ធ (CDMA) ដែលមានហ្វ្រេកង់ 1800 MHz -2200 MHz ដែលគេប្រើក្នុងប្រទេស USA and CANADA ប៉ុណ្ណោះ ។ ប្រព័ន្ធ GSM (Global System of Mobile communication) ត្រូវ

បានអភិវឌ្ឍន៍ និង Design ឡើងដោយក្រុមហ៊ុន និងអង្គការខាងផ្នែកទូរសព្ទសាធារណៈរបស់ប្រទេសអឺរ៉ុប មានគោលបំណងដើម្បីត្រូវការឱ្យជាស្តង់ដារសម្រាប់ប្រទេសអឺរ៉ុបទាំងអស់ ធ្វើឱ្យប្រព័ន្ធនេះពង្រីកខ្លួនទៅទាំងពិភពលោកនាពេលបច្ចុប្បន្ននេះ ។ គោលដៅរបស់ប្រព័ន្ធ គឺត្រូវការ Design តាមប្រព័ន្ធស្តង់ដារបែបឌីជីថល ដែលបម្រើសេវាកម្មប្រព័ន្ធទូរសព្ទចល័តដែលមានចំនុះច្រកស៊ីញ៉ាល់កាន់តែច្រើនឡើង ។ មានសុវត្ថិភាពខ្ពស់ចំពោះព័ត៌មាន មានភាពច្បាស់ល្អអាច Roaming រវាងប្រទេសបានស្ថិតនៅក្រោមប្រព័ន្ធ GSM ទូទាំងពិភពលោក ។ បង្ហាញឱ្យឃើញថាអ្នកប្រើសេវាកម្មអាចនាំគ្រឿងទូរសព្ទចល័តក្នុងប្រព័ន្ធ GSM ទៅប្រើក្នុងបណ្តាញ GSM ក្នុងប្រទេសណាក៏បាន ។ ហ្វ្រេកង់ដែលប្រើគឺ 900 MHz ស្តីច្រកកង់ 200 kHz ផ្ទុកច្រកស៊ីញ៉ាល់បាន 124 Chanel /Cell ។ នៅក្នុងបច្ចេកទេសនៃការទទួល និងបញ្ជូនទិន្នន័យដោយការ Multiplex ខាងពេល (Time Division Multiple Access : TDMA) អាចប្រើហ្វ្រេកង់ជាន់គ្នាបាន (Frequency Reuse) បានកាន់តែជិតឡើង ក្រៅពីនេះថែមទាំងបន្ថែមការភ្ជាប់ ម៉ូដឹម និងគ្រឿងកុំព្យូទ័រ (Laptop) ចូលជាមួយគ្រឿងទូរសព្ទចល័តដើម្បីបញ្ជូនទិន្នន័យបានទៀតផង ។ ប្រព័ន្ធ GSM មានប្រទេសចូលរួមក្នុងឆ្នាំ១៩៩២ ក្នុងលក្ខណៈជាអ្នកសង្កេតការណ៍ និងនាំបច្ចេកវិទ្យាទៅប្រើប្រាស់ដូចជាប្រទេស ម៉ូឡាវី ហង់ហ្គារី រូស្ស៊ី សែប្រះ សាធារណៈរដ្ឋឆែក អ៊ីស្រាអែល អ៊ុយក្រែន ណាមីបៀ ជប៉ុន ម៉ូណាកូ ណែដឺរ៉េ ហ្វីលីពីន បារាំង អូម៉ាន សាឧទិអាភ័បៀ អ៊ីរ៉ាក់ ចិន ឥណ្ឌា តៃវ៉ាន់ ហ្វីលីពីន និង ថៃ ។

ប្រព័ន្ធ DCS -1800 (Digital Cellular System -1800 MHz) ជាប្រព័ន្ធឌីជីថលទាំងអស់ មានភាពខុសគ្នាពីប្រព័ន្ធ GSM ត្រង់ថា DCS ប្រើកម្រិតហ្វ្រេកង់ 1800 MHz ចំណែកលក្ខណៈផ្សេងទៀតដូចគ្នាទាំងអស់តែវាអាចបន្ថែមច្រកស៊ីញ៉ាល់បានច្រើនជាងដល់ទៅ ៣៧២ ច្រក ។ ប្រព័ន្ធ CDMA (Code Division Multiple Access) ជាប្រព័ន្ធទូរសព្ទចល័តបែបឌីជីថលដែលកំណត់ឡើងដោយ TIA (Telecommunication Industry Association ) ដំបូងប្រើកូដរបស់ប្រព័ន្ធ IS-95 ដែលគេហៅថា IS-95 CDMA អ្នកប្រើប្រាស់សេវាកម្មអាចប្រើការបានក្នុងពេលដូចតែមួយបានច្រើនគ្នា ។ មានភាពក្នុងជ្រើសរើសប្រើច្រកស៊ីញ៉ាល់ ដោយមិនចាំបាច់ត្រូវប្រើច្រកសេវាកម្ម ដើមគ្រប់ពេលនោះទេ។ ក្នុងមួយច្រកស៊ីញ៉ាល់អ្នកប្រើប្រាស់ប្រើហ្វ្រេកង់ដូចគ្នាតែមួយ តែបែងចែកអ្នកប្រើប្រើប្រាស់សេវាកម្មដោយកំណត់កូដ ហ្វ្រេកង់ប្រើការដូចគ្នានិងប្រព័ន្ធ AMPS 800 MHz មានស្តីច្រកកង់ 1.25 MHz ច្រកស៊ីញ៉ាល់នីមួយៗឃ្លាតគ្នា 25KHz បញ្ជូនទិន្នន័យដោយល្បឿន 9.6 kb/s។ ក្រៅពីនេះប្រព័ន្ធ CDMA បានអភិវឌ្ឍន៍ទៅជា 3G Mobile ដោយភ្ជាប់ស្តង់ដារ CDMA 2000អាចបញ្ជូនទិន្នន័យបាន 144 kb/s – 2 Mb/s ដែលមានកម្រិតខ្ពស់ណាស់។ប្រព័ន្ធ IMT -2000 ជាប្រព័ន្ធ

ស្តង់ដាររបស់ ITU ដោយក្រុមអ្នកអភិវឌ្ឍន៍ និងស្នើសុំស្តង់ដារនេះ មានដូចជា ក្រុមរបស់អឺរ៉ុប (ETSI /SMG) ក្រុមសហរដ្ឋអាមេរិក (ANSI/TIA) និងក្រុមប្រទេសជប៉ុន (ARIB/TTC) ដើម្បីឱ្យមាន ស្តង់ដារដូចគ្នាទូទាំងសាកលលោក ។ ប្រព័ន្ធ IMT -2000 និងប្រើប្រៀបក្នុងប្រហែល 2GHz ដែល អាចបញ្ជូនទិន្នន័យដោយល្បឿន 144 kb/s – 2 Mb/s ។

**៥.៦ ការបែងតំបន់ដើម្បីផ្តល់សេវាកម្មរបស់ប្រព័ន្ធសីលលូឡា**

ដោយសារតែប្រព័ន្ធទូរសព្ទចល័តសីលលូឡា មានការកំណត់ក្នុងការប្រើស្បៀងប្រៀបក្នុង ធ្វើ ឱ្យត្រូវការពិចារណាពីសារៈប្រយោជន៍ផ្សេងៗ ដែលនិងប្រើក្នុង Design តំបន់ដែលសម្រាប់ផ្តល់ សេវាកម្មយ៉ាងសមរម្យ ដែលមុននិង Design គួរមានទិន្នន័យផ្សេងៗ ដូចជា ៖

- ដង់ស៊ីតេនៃការប្រើប្រាស់របស់ Mobile ត្រូវមើលថាមានចំនួន Mobile ប៉ុន្មានដែលប្រើ ប្រាស់សេវាកម្មនេះ និងចាំបាច់ត្រូវប្រើច្រកស៊ីញ៉ាល់ប៉ុន្មាន ។
- ចំនួនការហៅចេញខ្ពស់បំផុតក្នុង ១ម៉ោងក្នុង ១សីល ដឹងបានពីទំហំរបស់សីលដង់ ស៊ីតេដែលប្រើប្រាស់ក្នុងសីល និងប៉ាន់ស្មានចំនួនអ្នកប្រើបានហើយ ។
- ចំនួនច្រកស៊ីញ៉ាល់ខ្ពស់បំផុតក្នុង ១សីលមានការទំនាក់ទំនងជាមួយតម្លៃមធ្យមនៃរ យៈក្នុងការហៅចេញក្នុងប្រព័ន្ធ ។
- នៅពេលដឹងទិន្នន័យទាំងអស់នេះហើយ និងត្រូវធ្វើការបែងតំបន់សម្រាប់បម្រើសេវា កម្ម យើងបែងតំបន់សម្រាប់បម្រើសេវាកម្ម បែប ៦ជ្រុង (ដូចសំបុកឃ្នុំ) ព្រោះវាអាច គ្រប់គ្រងតំបន់សម្រាប់បម្រើសេវាកម្មបានទូលាយជាងដោយមាន Rជាកាំ ទាំងនេះ រូបបែប ៦ ជ្រុងមានភាពស្រដៀងនិងរូបរង្វង់ និង សមស្របជាមួយនិងការបន្សាយ លក់ ។
- នៅពេលតំបន់បានជាសីលតូច ៗ អស់ហើយ បន្ទាប់មកទៀតគឺពិចារណាលើការប្រើ ប្រៀបក្នុងឱ្យសមស្របដោយអនុញ្ញាតឱ្យប្រើប្រៀបក្នុងជាន់គ្នា (Frequency Reuse) បាន ដោយការរៀបចំបែងឱ្យមានចំនួនសីលដែលប្រើប្រៀបក្នុងខុសគ្នា (N) ជាលុតៗ ឬ ក្រុមសីល ដោយឱ្យក្រុមសីលដូចគ្នាប្រៀបក្នុងត្រូវបែងជា N ផ្នែកដូចរូបខាងក្រោម បើ យើងបែងក្រុមសីលដែលមាន  $N = 3, 4, 7, 12$  ។

ការកំណត់តម្លៃ N ឱ្យមានតម្លៃតូច ចំនុចដែលល្អគឺ និងធ្វើឱ្យចំនួនច្រកស៊ីញ៉ាល់ក្នុងសីល នីមួយៗមានចំនួនច្រើន តែចំនុចខ្សោយគឺ មានបញ្ហាស៊ីញ៉ាល់រំខានពីសីលដែលនៅជិតខាង

ស៊ីញ៉ាល់រំខាននេះគេហៅថា “ការជ្រៀតជ្រែកពីច្រកស៊ីញ៉ាល់ជិតខាង” (Co-channel Interference) ដើម្បីឱ្យកើតប្រសិទ្ធភាពក្នុងការបែងចែកតំបន់ត្រូវពិចារណាឱ្យបានគ្រប់ជ្រុងជ្រោយដោយវិធី Design ការនាំប្រែក្រាមមកប្រើថ្មី គេមានរូបមន្តនៃការបែងចែកដូចខាងក្រោមនេះ ៖

- $D = R \sqrt{3N}$  ,  $R = \frac{D}{\sqrt{3N}}$  ,  $N = \frac{D}{R}$
- D = ចំងាយរវាងស្ថានីយ៍គោល 2 កន្លែង ដែលប្រើប្រែក្រាមដូចគ្នា
- R = កាំនៃបរិវេណសីលដែលផ្តល់សេវាកម្ម
- N = ចំនួនសីលដែលប្រើប្រែក្រាមខុសគ្នា

**៥.៧ ការផ្តល់សេវាកម្មរបស់ប្រព័ន្ធសីលលូឡា**

ប្រភេទនៃការផ្តល់សេវាកម្មសម្រាប់ប្រព័ន្ធទូរសព្ទចល័តសីលលូឡាជាទូទៅគេចែកចេញជា២ ផ្នែកគឺ សេវាកម្មផ្នែកទូរសព្ទ និងសេវាកម្មផ្នែកការគាំទ្រ ៖

៥.៧.១ សេវាកម្មផ្នែកទូរសព្ទ (Telephone Service) ជាសេវាកម្មដែលផ្តល់ឱ្យគ្រឿង Mobile ដែលមានភាពចាំបាច់ក្នុងការទំនាក់ទំនងគ្នា ដូចជា៖

១. សេវាកម្មធម្មតា (Normal Service) ជាសេវាកម្មទំនាក់ទំនងពេញលក្ខណៈ (Full Duplex) ការទទួលទូរសព្ទពេលហៅចូល និងហៅចេញ ជាមួយនិងប្រព័ន្ធ Land Line និងប្រព័ន្ធសីលលូឡាផ្សេងៗ ។

២. សេវាកម្មបញ្ជូនសារ (Short Message Service :SMS ) ជាសេវាកម្មសម្រាប់ការផ្ញើសារ តូអក្សរ ដែលមានការកំណត់ ឆ្លងទៅគ្រឿង Mobile ផ្សេងទៀត ។

៣. សេវាកម្មផ្ញើសារជាសម្លេង (Voice Mail) ជាការផ្តល់សេវាកម្មដូចគ្រឿងទូរសព្ទ មានគ្រឿងឆ្លើយទទួលទូរសព្ទនៅខាងក្នុងអាចផ្ញើសារជាសម្លេងនៅខាងក្នុងប្រអប់ (Voice Mail Box) ។

៥.៧.២. សេវាកម្មផ្នែកការគាំទ្រ (Bearer Service) ជាសេវាកម្មដែលចាំបាច់ក្នុងការទំនាក់ទំនងរវាងការតភ្ជាប់ ២ ចំណុចដោយបណ្តាញផ្សេងៗ ដែលព័ត៌មានដែលបញ្ជូនជាលក្ខណៈ Synchronous និង Asynchronous ទៅឱ្យបណ្តាញផ្សេងៗ ដូចជាបណ្តាញទូរសព្ទសាធារណៈ (PSTN) និងបណ្តាញសេវាកម្មរួមឌីជីថល (ISDN) ជាដើម ។ ក្រៅពីការផ្តល់សេវាកម្មទាំងពីរលក្ខណៈនេះហើយ ប្រព័ន្ធខ្លះមានសេវាកម្មបន្ថែមចំពោះអ្នកប្រើទូរសព្ទសីលលូឡា ដោយប្រើឈ្មោះថា (Supplementary Service) មានដូចតទៅនេះ៖

១. សេវាកម្មផ្ទេរប្រព័ន្ធ (Call Forwarding) ជាសេវាកម្មដែលធ្វើឱ្យទូរសព្ទដែលហៅចូល Mobile ត្រូវផ្ទេរទៅចូលគ្រឿងទូរសព្ទផ្សេងទៀត តាមលក្ខខណ្ឌដូចជាផ្ទេរនៅពេលជាប់រល់ ផ្ទេរនៅពេលមិនមានអ្នកទទួលទូរសព្ទជាដើម ។

២. សេវាកម្មការពារការហៅចេញ (Barring of Outgoing Calls) ដូចជាការពារការហៅចេញទាំងអស់ការពារការហៅចេញទៅក្រៅប្រទេសជាដើម ។

៣. សេវាកម្មការពារការហៅចូល (Barring of Incoming Calls) ស្រដៀងនឹងការហៅចេញដែរដូចជាការពារការហៅចូលទាំងអស់ការពារការហៅចូលនៅពេលទូរសព្ទនៅក្រៅតំបន់សេវា ជាដើម ។

៤. សេវាកម្មផ្អាកដំណើរការ (Call Hold) គឺករណីកំពុងសន្ទនាគ្នារវាងពីរគ្រឿងទូរសព្ទ ហើយស្រាប់តែមានទូរសព្ទទី៣ ហៅចូលមកគ្រឿងទី១ យើងអាចផ្អាកការសន្ទនាជាមួយគ្រឿងទី២ ហើយមកសន្ទនាជាមួយគ្រឿងទី៣ វិញបាន នៅពេលសន្ទនាចប់ហើយយើងអាចមកសន្ទនាជាមួយគ្រឿងទី២ វិញបាន ។

**៥.៨ បញ្ហាកើតមាននៃការទទួល និងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ក្នុងប្រព័ន្ធសីលលូឡា**

នៅក្នុងស្ថានភាពបរិស្ថានដែលប្រើរលកវិទ្យុ រវាងគ្រឿងទូរសព្ទជាមួយនិងស្ថានីយ៍គោលស៊ីញ៉ាល់ដែលបញ្ជូនចេញទៅនិងមានកម្លាំងថយចុះ ទើបធ្វើឱកាសរំខានដោយធម្មជាតិ និងប្រៀបកងដែលនៅជិតៗបានធ្វើឱ្យផ្នែកទទួលមានគុណភាពស៊ីញ៉ាល់មិនសូវល្អ ។ តែបើយើងអាចគ្រប់គ្រងគុណភាពបានដោយការសិក្សាស្ថានភាពចម្លងនៃការប្រើប្រាស់ និងវិធីការរៀបចំស្ថានីយ៍គោល និងសីលឱ្យបានច្បាស់ សម្រាប់បញ្ហានៃការទទួល និងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ចែកចេញជា៤ប្រភេទគឺ ៖

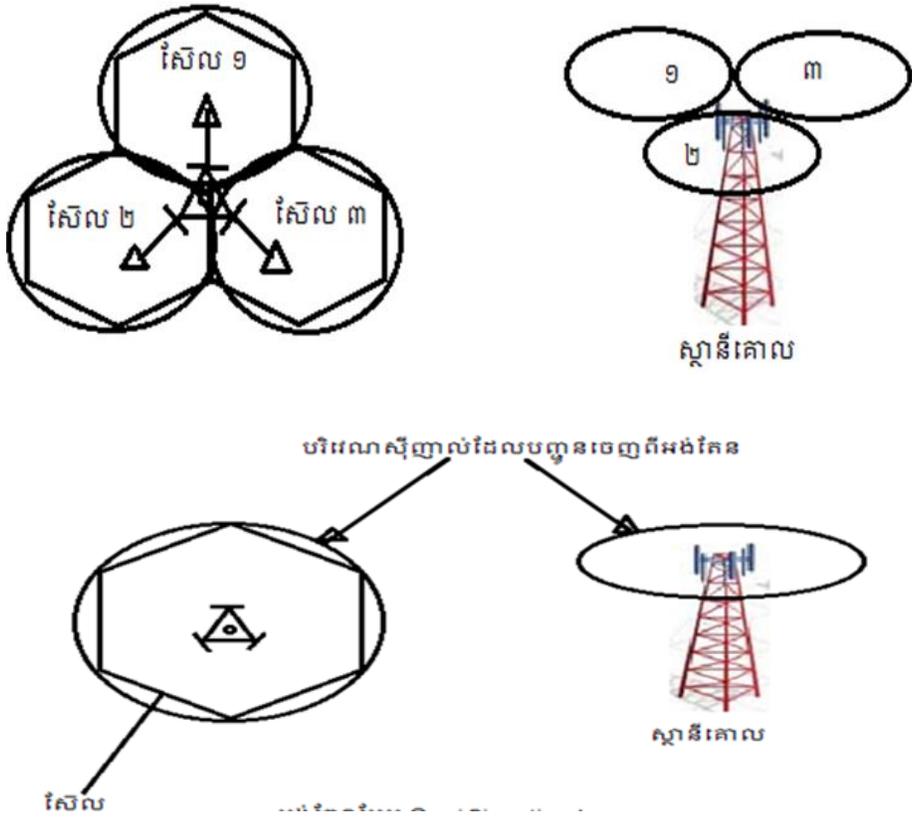
៥.៨.១ បញ្ហាការបាត់បង់តាមផ្លូវ (Path Loss) ដោយសារការបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ទៅតាមផ្លូវដែលនៅឆ្ងាយធ្វើឱ្យកម្លាំងរបស់ស៊ីញ៉ាល់ថយចុះដោយមិនមានអ្វីមករារាំងឡើយ ។ បើចង់ងាយផ្លូវនិងប្រៀបកងកាន់តែខ្ពស់ធ្វើឱ្យការបាត់បង់កាន់តែច្រើនឡើងដែរ ។

៥.៨.២ បញ្ហាស៊ីញ៉ាល់ចុះថយដោយការរារាំង (Log-normal Fading) ក្នុងស្ថានភាពនៃការប្រើប្រាស់ជាក់ស្តែងមានវត្តមានកំបាំងស៊ីញ៉ាល់ ដូចជាទីទួល ភ្នំ អាគារខ្ពស់ ធ្វើឱ្យមានផលប៉ះពាល់ពីការគ្រប់គ្រងស៊ីញ៉ាល់ (Shadowing Effect) ។

៥.៨.៣ បញ្ហាការថយចុះស៊ីញ៉ាល់ច្រើនទិសដៅ (Multi-path Fading) ការប្រើប្រាស់ប្រព័ន្ធទូរសព្ទសីលលូឡាភាគច្រើននិយមប្រើតាមទីក្រុងផ្សេងៗ ដែលមានអគ្គាខ្ពស់ៗ និងឃើញមានបញ្ហាដោយសារការធ្វើដំណើររបស់ស៊ីញ៉ាល់ដែលមានច្រើនទិសដៅពីអង់តែនរបស់ស្ថានីយ៍

គោលទៅអង់តែនរបស់ទូរសព្ទចល័ត (ឬអង់តែនបញ្ជូនទៅអង់តែនផ្នែកទទួល) ។ ទិសដៅនៃផ្នែកទទួលបានមានទាំង ដោយគ្រង់ ដោយចំណាំងផ្លាតពីអាគារខ្ពស់ៗ នៅពេលមកដល់ខាងផ្នែកទទួល និងកើតការរួមស៊ីញ៉ាល់ជាច្រើនទិសដៅ។ ហេតុនេះបង្កឱ្យលំដាប់របស់ស៊ីញ៉ាល់ដែលទទួលបានមានតម្លៃផ្លាស់ប្តូរ ។ ក្រៅពីនេះថែមទាំងធ្វើឱ្យកើតការផ្លាស់ប្តូរហ្វាររបស់ស៊ីញ៉ាល់ផងដែរ ។

៥.៨.៤ បញ្ហាការបន្សាយពេលវេលា នៅក្នុងការបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ឌីជីថលរបស់ប្រព័ន្ធសីលលូឡា មានបញ្ហាម្យ៉ាងគឺ ការបន្សាយរបស់ពេលវេលាដែលជាហេតុមកពីការចំណាំងផ្លាតរបស់ស៊ីញ៉ាល់ ធ្វើឱ្យស៊ីញ៉ាល់ផ្លាតទៅដល់អង់តែនផ្នែកទទួលយឺតជាងស៊ីញ៉ាល់គ្រង់។ បង្កឱ្យកើតការរួមគ្នា Bit ទិន្នន័យរបស់ស៊ីញ៉ាល់ខុសរយៈពេលគ្នាធ្វើឱ្យផ្នែកទទួលពិបាកសម្រេចចិត្តថា Bit ទិន្នន័យណាមួយជាតម្លៃពិតប្រាកដ រូបខាងក្រោមនេះបានបង្ហាញថា នៅពេលស៊ីញ៉ាល់ផ្លាតមកដល់ក្នុងពេលខុសពីស៊ីញ៉ាល់ស៊ីញ៉ាល់គ្រង់ 1Bit នៅពេលទូរសព្ទចល័តនៅតំណែងទី៣ ស៊ីញ៉ាល់គ្រង់មានតម្លៃ 0 និងត្រូវរំខានពីស៊ីញ៉ាល់ផ្លាតគេហៅបញ្ហានេះថា (Inter symbol Interference) ។



រូបភាពទី៥.៦ អង់តែនស្ថានីយ៍គោលបែបបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ជុំវិញខ្លួនវា ឬ(Omni Directional)

## មេរៀនទី ៦ ទំនាក់ទំនងតាម (Microwave)

### ៦.១ សេចក្តីផ្តើម

ការប្រើប្រាស់ប្រៀបកង់ Microwave ក្នុងប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងមានកម្រិតប្រៀបកង់ពី 300MHz – 300GHz ដែលត្រូវនាំយកប្រៀបកង់ Microwave មកប្រើព្រោះត្រូវការបញ្ជូនព័ត៌មានក្នុងបរិមាណច្រើនៗ បានប្រព័ន្ធមានការជឿជាក់ខ្ពស់ក្នុងការប្រើប្រាស់។ ភាគផ្សំមូលដ្ឋានមានស្ថានីយ៍ផ្នែកបញ្ជូន និងផ្នែកទទួលព្រមទាំងបានទទួលស៊ីញ៉ាល់ និងមានស្ថានីយ៍បញ្ជាស់ស៊ីញ៉ាល់តាមដងផ្លូវគ្រប់ 50 – 80 km ។ ក្នុងផ្នែកនៃខ្សែនាំស៊ីញ៉ាល់គេនិយមប្រើ Waveguideដែលជួយកាត់បន្ថយការបាត់បង់ថាមពលព្រោះការប្រើខ្សែ Coaxial លក្ខណៈ Waveguide អាចជាបំពង់បួនជ្រុង ឬជារង្វង់ក៏មាន។

### ៦.២ ការទំនាក់ទំនង Microwave

ការទំនាក់ទំនងទំនង Microwave មានន័យថាការប្រើរលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចដែលមានជំហានរលក ( $\lambda$ ) ដែលខ្លីបំផុតដោយមានប្រៀបកង់ចន្លោះពី 300 MHz - 300GHz តែគេនិយមយកមកប្រើក្នុងប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងនៃចន្លោះប្រៀបកង់ 1GHz – 40GHz ដោយមានការកំណត់របស់ឧបករណ៍អេឡិចត្រូនិកដែលនាំមកប្រើធ្វើជាឧបករណ៍ក្នុងប្រព័ន្ធ Microwave តែបើតម្លៃប្រៀបកង់លើសពី 40GHz អាចកើតបញ្ហាទាក់ទំនងទៅ និងការធ្វើការរបស់ឧបករណ៍អេឡិចត្រូនិក ។ ការទំនាក់ទំនងដែលអាស្រ័យទៅលើរលក Microwave ទំហំរបស់ស្ត្រីចប្រៀបកង់ (Frequency Spectrum) និងមានរយៈទទឹងទូលាយ អាចទំនាក់ទំនងទិន្នន័យក្នុងអត្រាលឿនលឿនបាន។ គុណសម្បត្តិរបស់រលក Microwave ដែលនាំយកមកប្រើក្នុងប្រព័ន្ធទូរគមនាគមន៍មានច្រើនបែបដូចជា អាចប្រើបានអង់តែនដែលមានអត្រាពង្រីកខ្ពស់ មានអត្រាសមាមាត្រចំពោះស៊ីញ៉ាល់រំខាន (S/N) បានល្អ បណ្តាញ Microwave មានភាពជឿជាក់ខ្ពស់ក្នុងការប្រើប្រាស់ ។ ការធ្វើការក្នុងប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនង Microwave គេនិយមប្រើរលកដែលបន្សាយក្នុងអាកាសដែលគេហៅថា “រលកត្រង់” ។ ក្នុងមេរៀននេះរលកត្រង់ត្រូវបានគេហៅថា “លំដាប់ខ្សែភ្នែក” (Line of Sight Wave) បញ្ជូនចេញពីស្ថានីយ៍បញ្ជូនរលក Microwave និងមានការបន្ថែមស៊ីញ៉ាល់ក្នុងចំងាយផ្លូវឆ្ងាយៗ ដោយស្ថានីយ៍បញ្ជាស់ស៊ីញ៉ាល់ ព្រោះដោយសាការថយចុះរបស់ស៊ីញ៉ាល់ ។

### ៦.៣ ប្រៀបកង់ Microwave

ដូចដែលបាននិយាយពីខាងដើមមកហើយការទំនាក់ទំនងដោយរលក Microwave និយមប្រើកម្រិតប្រៀបកង់ 1GHz – 40GHz ការធ្វើដំណើរ ឬ ការបន្សាយរលក Microwave វាធ្វើដំណើរជាបន្ទាត់ត្រង់ ឬលំដាប់ខ្សែភ្នែក (Line of Sight)។ ដូចនេះហើយការទំនាក់ទំនង Microwave ទើប

គ្មានវត្ថុអ្វីមករារាំងឬ បាំង ការធ្វើដំណើររបស់រលកមួយនេះឡើយ ដូចជា អគារ ភ្នំ ព្រៃក្រាស់ ជាដើម ។ ដោយលក្ខណៈសម្បត្តិរបស់រលកធ្វើដំណើរនៅក្នុងអាកាសដោយស្មើនិងល្បឿនពន្លឺ គឺ 300.000 km/s ការទំនាក់ទំនងដោយវិធីនេះមានភាពងាយស្រួលនិងលឿនឆាប់រហ័ស។ ប្រេកង់ Microwave ដែលគេប្រើនិងត្រូវបែងចែកជាចន្លោះ ៗ និងមានឈ្មោះហៅខុសគ្នា ដូចតារាងខាងក្រោម ៖

ឈ្មោះហៅ	ប្រេកង់(GHz)
L	1.12 ~ 2.7
S	2.6 ~ 3.95
G	3.95 ~ 5.85
C	4.9 ~ 7.05
J	5.85 ~ 8.2
H	7.05 ~ 10
X	28.2 ~ 12.4
M	10 ~ 15
P	12.4 ~ 18
N	15 ~ 22
K	18 ~ 26.5
R	26.5 ~ 40

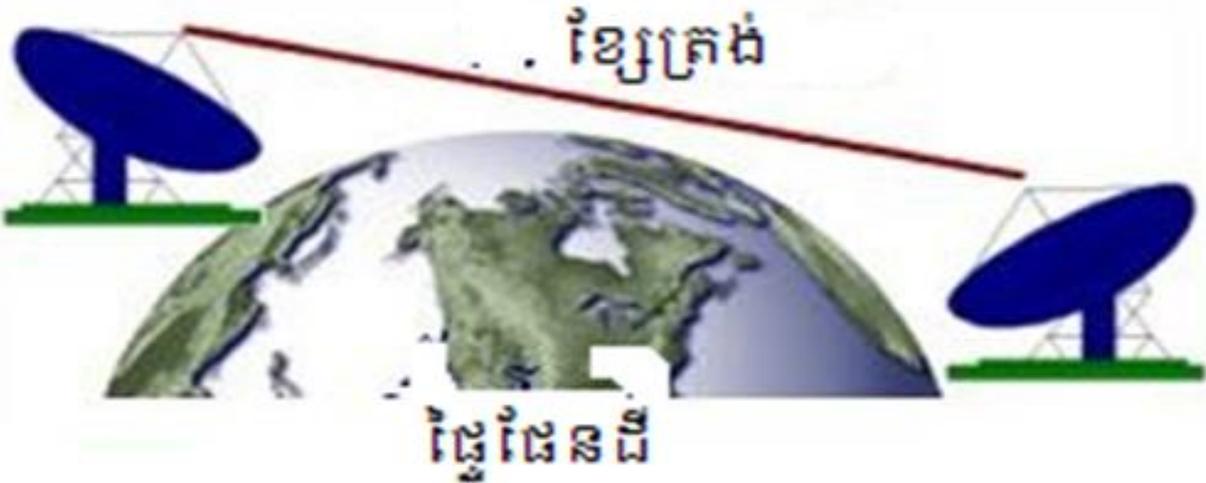
តារាងទី៦.១ ប្រេកង់ Microwave

តែបច្ចុប្បន្ននេះ បានមានការកំណត់ប្រេកង់ Microwave ជាថ្មី ដើម្បីឱ្យឃើញដែនកំណត់ ឱ្យកាន់តែមានភាពច្បាស់លាស់ឡើង និងភាពងាយស្រួលចំអំណះអំណាងនេះ ។ ទាំងនេះហើយ និងឃើញថាប្រេកង់ Microwave តាមតារាងខាងលើនេះ ប្រេកង់ខ្លះមានតម្លៃជាន់គ្នា តែសម្រាប់ ប្រេកង់ថ្មីរបស់ Microwave នេះត្រូវបានរៀបចំឡើងដោយ វិទ្យាស្ថានវិស្វកម្មអគ្គិសនីនិងអេឡិចត្រូនិក (Institute of Electrical and Electronics Engineer : IEEE) ដោយចាប់ផ្តើមពីប្រេកង់ 300 MHz – 40 GHz ។

**៦.៤ លក្ខណៈការទទួលនិងបញ្ជូនរលក Microwave**

ដោយសារតែរលក Microwave មានសារប្រយោជន៍ក្នុងការទំនាក់ទំនងដែលមានបរិមាណ ទិន្នន័យច្រើនបាននោះ ទើបយើងអាចយកមកអនុវត្តន៍ប្រើប្រាស់បានច្រើនប្រភេទ ដូចជាខាង ផ្នែកត្រួតចាប់វត្តមានចលនា ការផ្សាយតាមទូរទស្សន៍ ការទំនាក់ទំនងផ្កាយរណប ជាដើម ។ ដើម្បីបែងចែកការទទួលនិងបញ្ជូនរលក Microwave យើងបែងការប្រើប្រាស់រលក Microwave តាមលក្ខណៈការទទួលនិងបញ្ជូនក្នុងលំហអាកាស ដូចតទៅនេះ ៖

ប្រព័ន្ធទទួលនិងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់លំដាប់ខ្សែភ្នែក ជាការទទួលនិងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់រលក Microwave ដើម្បីតភ្ជាប់ការទំនាក់ទំនងទូរគមនាគមន៍ផ្លូវឆ្ងាយ ។ ការទំនាក់ទំនងរវាងស្ថានី គោលទៅបណ្តាញក្នុងប្រព័ន្ធសើលលូឡា ការផ្សាយស៊ីញ៉ាល់ទូរទស្សន៍ ជាដើម ។ ក្នុងករណីការ ទទួលនិងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់រលក Microwave នៃលក្ខណៈនេះត្រូវមានស្ថានីបញ្ជាស់ស៊ីញ៉ាល់តាម ចំងាយផ្លូវក្នុងការទទួលនិងបញ្ជូនរលក Microwave ដែលមានគូនាទីបង្កើនស៊ីញ៉ាល់ឡើងខ្ពស់ និងបញ្ជូនទៅឱ្យស្ថានីបញ្ជាស់ស៊ីញ៉ាល់ផ្សេងៗ រហូតដល់គោលដៅចុងក្រោយ ។



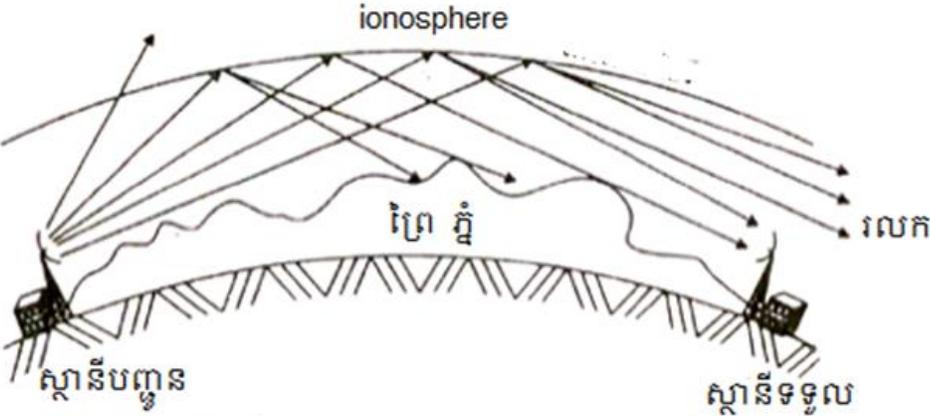
រូបភាពទី៦.១ ប្រព័ន្ធទទួល និងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់លំដាប់ខ្សែភ្នែក

សម្រាប់ការរៀបចំរបស់ស្ថានីយបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់នីមួយៗ ឱ្យមានចំងាយគម្លាតពីគ្នាឱ្យសមរម្យ គឺអាស្រ័យទៅលើប្រេកង់ដែលត្រូវយកមកប្រើ ។ បើប្រេកង់ទាបធ្វើឱ្យចំងាយរវាងស្ថានីយ បញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់កាន់តែកើនឡើង តែបើប្រេកង់ខ្ពស់ធ្វើឱ្យចំងាយរវាងស្ថានីយបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ កាន់តែជិតគ្នាឡើង ។

ប្រេកង់ Microwave ដែលប្រើ	គម្លាតរវាងស្ថានី
2 GHz	80 km 20%
4GHz , 6GHz	50 km 20%
11 GHz	30 km កាន់តែទាប

តារាងទី៦.២ ការរៀបចំរបស់ស្ថានីយបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់នីមួយៗ

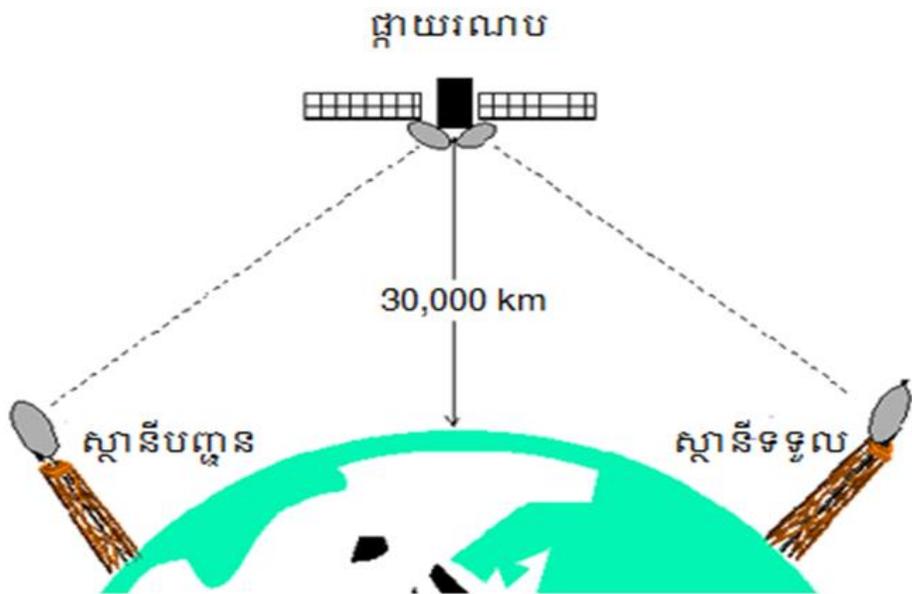
ប្រព័ន្ធទទួលនិងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ដោយលើផ្ទៃមេឃ ជាប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនង Microwave ដែលអាស្រ័យទៅលើស្រទាប់បរិយាកាស Ionosphere ។ ក្នុងការចំណាំផ្លាត និងការធ្វើឱ្យរលកប្រេកង់ microwave មានលំដាប់ ហើយបញ្ជូនទៅឱ្យគោលដៅចុងក្រោយជួយឱ្យចំងាយផ្លូវនៃការទំនាក់ទំនងកាន់តែឆ្ងាយឡើង តែមានការចាំបាច់ត្រូវប្រើប្រេកង់ខ្ពស់ និងការកែតម្រូវមុំងើយជាធម្មតាគេមិនសូវនិយមប្រើទេ ។



រូបភាពទី៦.២ ប្រព័ន្ធទទួល និងបញ្ជូនដោយរលកលើផ្ទៃមេឃ

ដោយសារការទទួលនិងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ដោយរលកលើផ្ទៃមេឃ នោះអាស្រ័យលើស្រទាប់បរិយាកាសរបស់ផែនដីធ្វើឱ្យកើតចំណាំងផ្លាត និងធ្វើមានលំដាក់នៃរលក។ ជាហេតុធ្វើឱ្យរលកខ្ចាត់ខ្ចាយ (Scatter) ទៅតាមតំបន់ផ្សេងៗ មានភាគតិចណាស់ដែលទៅដល់បញ្ជូនទៅដល់គោលដៅចុងក្រោយ ធ្វើឱ្យស៊ីញ៉ាល់ដែលទទួលបានមានកម្លាំងខ្សោយ ។ ទើបចាំបាច់ត្រូវប្រើគ្រឿងបញ្ជូនដែលមានកម្លាំងខ្លាំង និងផ្នែកទទួលត្រូវមានចានទទួលដែលមានអត្រាបង្កើនខ្ពស់ធ្វើឱ្យការទំនាក់ទំនងបានរាប់រយកីឡូម៉ែត្រ

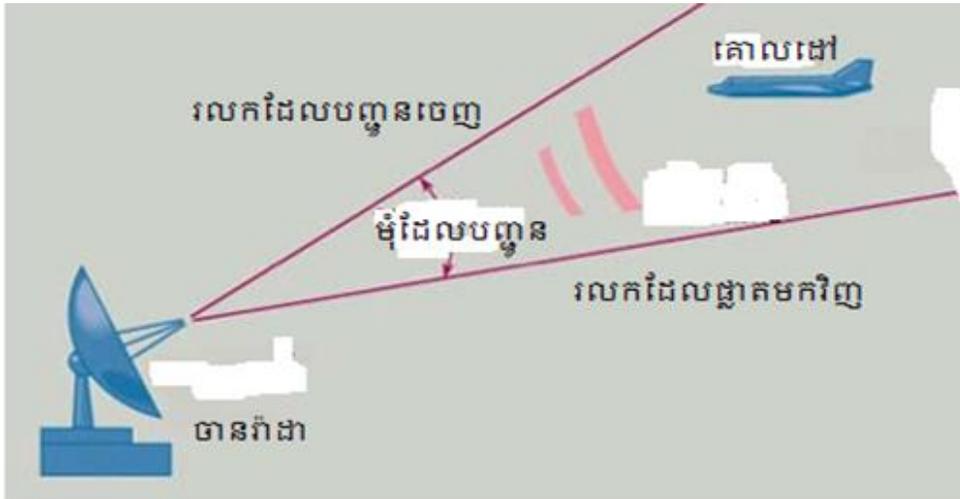
ការទទួលនិងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ក្នុងប្រព័ន្ធផ្កាយរណប ជាការទំនាក់ទំនងដោយរលក Microwave ម្យ៉ាងដែលប្រើស្ថានីយប្រញាស់ស៊ីញ៉ាល់ តែស្ថានីយប្រញាស់ស៊ីញ៉ាល់ក្នុងប្រព័ន្ធនេះគឺផ្កាយរណបទំនាក់ទំនង ដែលអណ្តែតលើផ្ទៃផែនដីដែលមានកំពស់ជាង 30,000 km ។ ការបញ្ជូនរលក Microwave បែបនេះប្រែក្លាយដែលបញ្ជូនឡើង (Up-Link) មានតម្លៃខ្ពស់ជាងប្រែក្លាយដែលបញ្ជូនចុះមកផែនដី (Down-Link) ។ ចំងាយក្នុងការទំនាក់ទំនងដោយប្រព័ន្ធនេះអាចបញ្ជូនបានឆ្ងាយណាស់ ជាការបញ្ជូនឆ្លងទ្វីប ឆ្លងប្រទេស ។



រូបភាពទី៦.៣ ប្រព័ន្ធទទួល និងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ក្នុងប្រព័ន្ធផ្កាយរណប

ការទទួលនិងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ក្នុងប្រព័ន្ធរ៉ាដា (RADAR) មកពីពាក្យថា (Radio Detection And (Ranging) ជាការប្រើរលកប្រែក្លាយ Microwave ជួយក្នុងការត្រួតចាប់វត្ថុ និងវាស់ចំងាយផ្លូវរបស់វត្ថុទឹកនៃផែនដី ដែលនៅឆ្ងាយពីគ្នា ។ ប្រើវិធីការបញ្ជូនរលក Microwave ដោយមុំបញ្ជូនពីអង្កែតនបញ្ជូនដែលមានមុំតូច ៗ ឱ្យទៅប៉ះនិងវត្ថុដែលត្រូវការដឹងតំណែង ហើយចំណាំងផ្លាតត្រឡប់

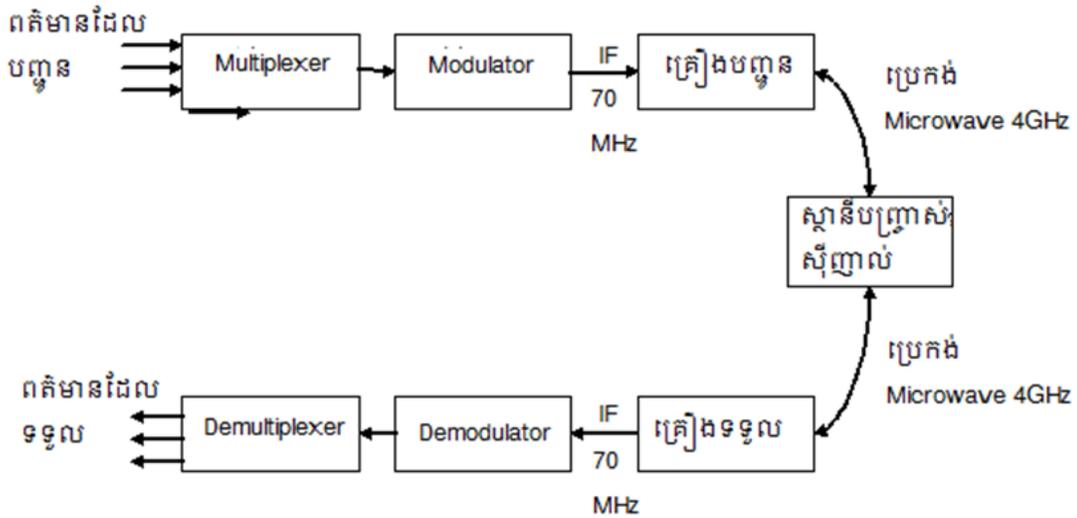
ចូលអំពែនបញ្ជូនវិញ បន្ទាប់មកប្រើការប្រៀបធៀបស៊ីញ៉ាល់ដែលបញ្ជូនជាមួយស៊ីញ៉ាល់ដែលទទួលបានរួចហើយដកកូដជាទិន្នន័យដែលត្រូវការ។



រូបភាពទី៦.៥ ប្រព័ន្ធទទួល និងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ក្នុងប្រព័ន្ធរ៉ាដា (RADAR)

**៦.៥ ភាគផ្សំមូលដ្ឋានរបស់ប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនង Microwave**

ការទំនាក់ទំនងតាម Microwave ដែលលក្ខណៈទទួលនិងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់លំដាប់ខ្សែក្រវែកមានការនិយមប្រើប្រាស់យ៉ាងច្រើនក្នុងការទំនាក់ទំនងទិន្នន័យ (Data Communication) ខ្សែផ្លូវរបស់ប្រព័ន្ធនេះមានចំងាយឃ្លាតគ្នាប្រហែល 50 – 80 km ដោយមានស្ថានីបញ្ជ្រាស់ស៊ីញ៉ាល់ (Repeater) តម្លើងរវាងចំងាយនៃចន្លោះផ្លូវនោះដើម្បីធ្វើការទទួលស៊ីញ៉ាល់ដែលមានកម្លាំងខ្សោយ (ដោយសារការបាត់បង់តាមផ្លូវឆ្ងាយ) មកកែតម្រូវឱ្យស៊ីញ៉ាល់នេះខ្លាំងឡើងវិញដើម្បីបញ្ជូនតទៅមុខទៀត។ សម្រាប់ភាគផ្សំមូលដ្ឋានរបស់ប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនង Microwave បង្ហាញដូច Block Diagram ខាងក្រោម។



រូបភាពទី៦.៥ បង្ហាញពី Block Diagram មូលដ្ឋានរបស់ប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនង Microwave

នៅក្នុងរូបភាពខាងលើនេះយើងឃើញថា ស៊ីញ៉ាល់ពត៌មាន (Information) ខាងផ្នែកបញ្ជូន និងមានក្រុមទុន្នន័យជាច្រើនក្រុមដែលបញ្ជូនមកព្រមគ្នាចូលមកកន្លែង Multiplexer ។ Multiplexer នឹងប្រមូលពត៌មានដោយបច្ចេកទេសនៃការចូលមកដល់ច្រើនផ្លូវដែលបែងតាមពេលវេលា (TDMA) ឬបច្ចេកទេសនៃការចូលមកដល់បែងតាមប្រេកង់ (FDMA) ។ នៅពេលរៀបចំតាមក្រុមរបស់ពត៌មានរួចរាល់ហើយ ក៏បញ្ជូនបន្តទៅឱ្យ Modulation ជាមួយនិងប្រេកង់រលកនាំ (Carrier) ដែលមានតម្លៃ 70 MHz ប្រេកង់នេះហៅថា " IF " (Intermediated Frequency) បន្ទាប់មកបញ្ជូនទៅឱ្យគ្រឿងបញ្ជូន ដើម្បីប្តូរទៅជាប្រេកង់រលក Microwave 4 GHz ទើបបញ្ជូនឆ្លងកាត់អង់តែនដើម្បីបន្សាយរលកឆ្លងកាត់លំហអាកាសទៅឱ្យស្ថានីយប្រោសស៊ីញ៉ាល់ ។

នៅពេលស្ថានីយប្រោសស៊ីញ៉ាល់បានទទួលប្រេកង់ 4 GHz និងបម្លែងទៅជាប្រេកង់ IF 70 MHz បន្ទាប់មកទៀតនិងពង្រីកស៊ីញ៉ាល់ឱ្យខ្លាំងឡើងរហូតដកម្រិតមួយសមរម្យហើយ និងបម្លែងប្រេកង់ IF ទៅជាប្រេកង់ Microwave 4GHz ម្តងទៀត ហើយបញ្ជូនដោយអង់តែនទៅឱ្យបានទទួលស៊ីញ៉ាល់នៃផ្នែកទទួល នៅពេលនោះគ្រឿងទទួលប្រេកង់ 4GHz រួចហើយបម្លែងប្រេកង់នេះឱ្យទៅជាប្រេកង់ Microwave IF 70MHz ហើយបញ្ជូនទៅឱ្យ Demodulation ដើម្បីញែករលកនាំចេញពីក្រុមពត៌មាន នៅពេលបានក្រុមពត៌មានហើយទើបចូលដល់ប្លុក Multiplexer ដើម្បីរៀបចំទិន្នន័យឈុតនីមួយៗ ឱ្យទៅជាក្រុមតែមួយដូចទៅនិងពត៌មានដែលបញ្ជូនមកនោះ ។ នៅក្នុងប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនង Microwave អាចមានបច្ចេកទេសខ្លះនៃការបញ្ជូនរលក Microwave

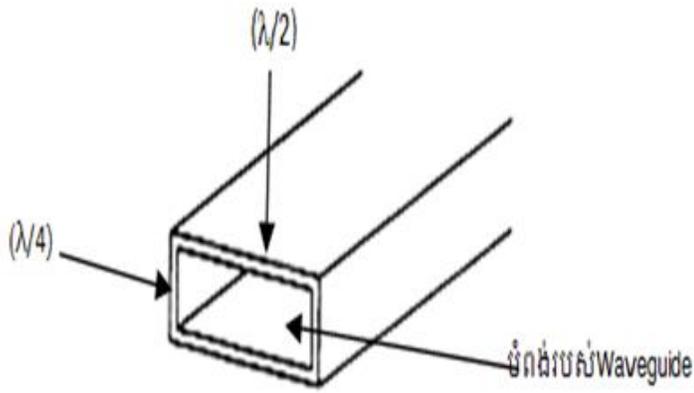
របស់ស្ថានីបញ្ជាស់ស៊ីញ៉ាល់ គឺប្រែក្លាស់ផ្នែកទទួលដែលបានទទួលចូលមកនោះ មានប្រែក្លាស់ ច្រើនជាងខាងផ្នែកបញ្ជូនស្មើនឹង 40MHz។ បើស្ថានីបញ្ជាស់ ស៊ីញ៉ាល់ទទួលបាន 4GHz នៅពេលបញ្ជូនបានតែ ប្រហែល 3.96 GHz ប៉ុណ្ណោះ ។

**៦.៦ បំពង់នាំរលក (Waveguide)**

Waveguide ឬបំពង់នាំរលកស៊ីញ៉ាល់ មានភាពចាំបាច់ណាស់ក្នុងការនាំយកទៅប្រើប្រាស់ ជាមួយប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនង Microwave ។ ដោយសារតែជាខ្សែនាំស៊ីញ៉ាល់មួយប្រភេទដែលប្រើ សម្រាប់តភ្ជាប់រវាងឧបករណ៍នៃប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនង Microwave ដែលនៅឆ្ងាយពីគ្នា ឬប្រើសម្រាប់ តភ្ជាប់ទៅបានអង់តែន ។ លក្ខណៈរបស់ Waveguide ដែលនាំយកទៅប្រើអាចជា បំពង់បួនជ្រុង ឬ បំពង់មូល ធ្វើអំពីទងដែង ឬ អាលុយមីញ៉ូម ផ្ទៃខាងក្នុងស្រោបដោយប្រាក់ដើម្បីឱ្យបំពង់ Waveguide ជាខ្សែចម្លងបានល្អ ។

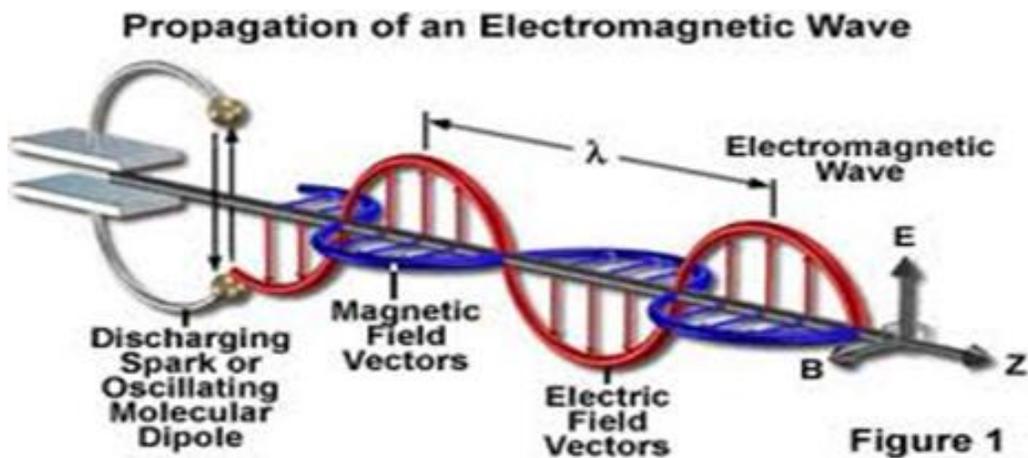
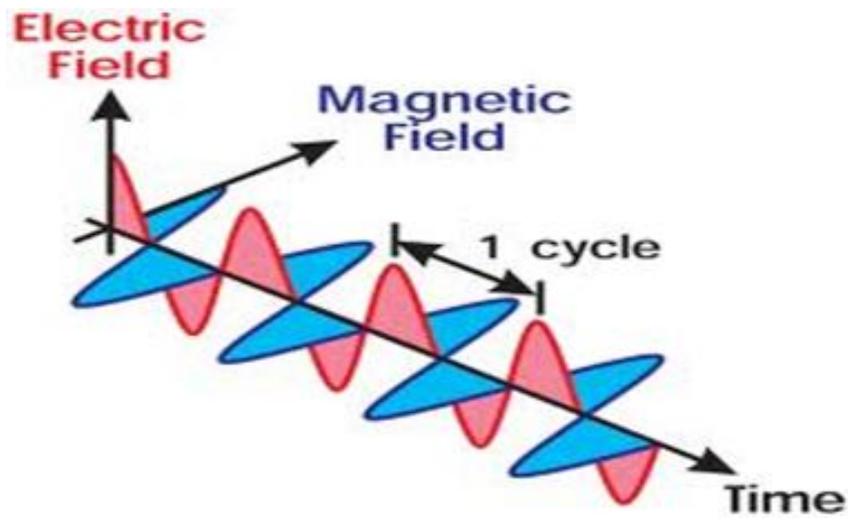
មូលហេតុដែលនាំយកខ្សែនាំស៊ីញ៉ាល់ក្នុងប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនង Microwave ត្រូវប្រើបំពង់ waveguide ព្រោះរលករបស់ Microwave ជារលកដែលមានប្រែក្លាស់ខ្ពស់ ការធ្វើដំណើររបស់ រលកឆ្លងកាត់ខ្សែនាំ

ស៊ីញ៉ាល់ អាចចម្លងបានល្អក្នុងបរិវេណផ្ទៃខាងក្នុងរបស់បំពង់ Waveguide ប៉ុណ្ណោះ ។ បើប្រើខ្សែ Coaxial ធ្វើឱ្យកើតការបាត់បង់ថាមពលយ៉ាងច្រើន ដែលគេហៅថា (Skin Effect) ។ Waveguide ជាធម្មតាជាបំពង់បួនជ្រុង ទំហំនៃទទឹង និង កំពស់គឺអាស្រ័យលើប្រែក្លាស់ដែលប្រើ គឺក្នុង ចន្លោះប្រែក្លាស់ 3GHz – 100GHz ឡើងទៅ ។ ទទឹងរបស់ Waveguide ស្មើនឹងពាក់កណ្តាលនៃ បណ្តោយ ( $\lambda/2$ ) នៃប្រែក្លាស់ដែលប្រើ ចំណែកកំពស់របស់ Waveguide ស្មើនឹងពាក់កណ្តាលនៃ ទទឹង ( $\lambda/4$ ) នៃប្រែក្លាស់ដែលប្រើ ។



រូបភាពទី៦.៦ បំពង់នាំរលកស៊ីញ៉ាល់ (Waveguide)

ប្រែក្លងដែលនាំមកប្រើជាមួយ Waveguide ត្រូវមានតម្លៃខ្ពស់ជាង ឬស្មើនឹងប្រែក្លងទាបបំផុតដែលរលកអាចធ្វើដំណើរក្នុងបំពង់ Waveguide បាន ។ ប្រែក្លងដែលទាបនេះហៅថា “ Cutoff Frequency ” ការឆន់និងកម្លាំងអគ្គិសនីរបស់ Waveguide គឺអាស្រ័យលើទំហំរបស់វាបើ Waveguide មានទំហំកាន់តែធំធ្វើឱ្យការឆន់កម្លាំងអគ្គិសនីបានខ្ពស់ដែរ ។ ចំណែកការបន្សាយរលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចទៅឱ្យខ្សែនាំស៊ីញ៉ាល់ និងមានលក្ខណៈការធ្វើដំណើរ ឬ បន្សាយក្នុងរូបបែបផ្សេងៗ គេហៅថា (Mode) ។ Mode ដែលប្រើក្នុងការបន្សាយរលកលើខ្សែនាំស៊ីញ៉ាល់បែបមានតួចម្លង 2 គេហៅថា (Principal Mode) ដោយមាន ដែនម៉ាញេទិច (H) និងដែនអគ្គិសនី (E) បន្សាយក្នុងទិសដៅកែងគ្នា ។



រូបភាពទី៦.៧ បង្ហាញពីរលកអេលិចត្រូម៉ាញេទិច

## មេរៀនទី ៧ ការទំនាក់ទំនងតាមខ្សែអប់ទឹក

### ៧.១ សេចក្តីផ្តើម

ការទំនាក់ទំនងតាមខ្សែអប់ទឹក ជាលក្ខណៈមួយនៃការបញ្ជូនដោយពន្លឺដែលមានទិន្នន័យ បង្កប់នៅក្នុងការផ្លាស់ទីរបស់ពន្លឺ ។ ដែលមានតួកណ្តាលប្រើខ្សែអប់ទឹកជាឈ្នួនកណ្តាលនៃការ ដឹកនាំពន្លឺទៅឱ្យគោលដៅដោយពន្លឺដែលប្រើពីពន្លឺឡាសែ (Laser) ដែលផលិតដោយអង្គធាតុ ពាក់កណ្តាលចម្បងដែលនៅក្នុងរូបភាព ឌីយ៉ូត ពន្លឺឡាសែ និង LED ។ ការទំនាក់ទំនងដោយខ្សែ អប់ទឹកទើបជាការនាំព័ត៌មានក្នុងរូបភាពថាមពលអគ្គិសនី ឱ្យប្តូរទៅជាថាមពលពន្លឺ ។ នៅពេល ទៅដល់គោលដៅហើយខាងផ្នែកទទួលក៏មានឧបករណ៍ប្តូរថាមពលពន្លឺទៅជាថាមពលអគ្គិសនី វិញដែរ ដែលមានឧបករណ៍ដូចជា photodiode និង Avalanche photodiode ។

### ៧.២ ទំនាក់ទំនងខ្សែអប់ទឹក

ពន្លឺចាត់ទុកថាជារលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច ដូចដែលបាននិយាយនៅក្នុងមេរៀនទី៤ ពន្លឺ មានប្រែក្លាងខ្ពស់ជាងប្រែក្លាងវិទ្យុ ដោយមានល្បឿនក្នុងការផ្លាស់ទីដូចគ្នានឹងរលកវិទ្យុដែរ ។ ពន្លឺដែលជួបក្នុងស្ថិតិអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចមាន៣ ចន្លោះ គឺ Infrared (កាំរស្មីក្រហមអាំងប្រា) ពន្លឺ ដែលមនុស្សមើលឃើញ និង Ultraviolet ។ តែពន្លឺដែលនាំយកមកប្រើសម្រាប់ការទំនាក់ទំនង ខាងទូរគមនាគមន៍ហើយ និងត្រូវធ្វើឱ្យពន្លឺមានជំហានរលកថេរដែលមានតម្លៃដូចគ្នានិងមាន ពណ៌ចាស់ល្មម ឬ មានគុណលក្ខណៈខាងពន្លឺយ៉ាងជាក់លាក់ សម្រាប់លក្ខណៈរបស់ពន្លឺនៅ ពេលឆ្លងកាត់តួកណ្តាលនិងកើតលក្ខណៈការធ្វើដំណើរ ៣ បែប គឺ ធ្វើដំណើរជាខ្សែត្រង់ កើត ចំណាំងបែ (Refraction) និង ចំណាំងផ្លាត (Reflection) ។ នៅពេលពន្លឺធ្វើដំណើរឆ្លងកាត់ពីតួក ណ្តាលមួយទៅតួកណ្តាលមួយទៀតនិងកើតចំណាំងបែ ។

### ៧.៣ ខ្សែអប់ទឹក (Fiber Optic)

ខ្សែអប់ទឹក (Fiber Optic) ជាខ្សែដែលមានទំហំតូចដែលផលិតចេញពីកែវ និង Fiber ដោយ បច្ចេកវិទ្យាជាន់ខ្ពស់ ដូចជា វិធីការរំលាយដោយត្រង់ (DMM) និងវិធី សំងួតធាតុ (VPOP) ដែល បានខ្សែខ្នាតតូច និងមានប្រវែង។ មានប្រយោជន៍ក្នុងការនាំទៅប្រើជាមួយប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនង តាមពន្លឺដែលនិងដឹកនាំព័ត៌មានដែលត្រឹមត្រូវ បម្លែងឱ្យទៅជាលក្ខណៈរបស់ពន្លឺ ហើយបញ្ជូន តាមខ្សែមួយនេះ ។ នាបច្ចុប្បន្ននេះវាមានសារសំខាន់ណាស់ និងមិនចាញ់ប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនង ផ្សេងៗឡើយ។ ទម្រង់នៃខ្សែអប់ទឹក ប្រកបទៅដោយ ៣ ផ្នែកសំខាន់ៗ

#### ៧.៣.១. ផ្នែកស្នូលកណ្តាលនៃខ្សែអប់ទឹក (Core)

៧.៣.២. ផ្នែករុំស្រោបស្នូលកណ្តាល (Cladding)

៧.៣.៣. ផ្នែកសំបកការពារស្រទាប់ខាងក្រៅ (Coating)

ផ្នែកស្នូលកណ្តាល (Core) ជាផ្នែកខាងក្នុងសម្រាប់ការនាំពន្លឺដែលមាន Index ចំណាំងបែក ក្នុងតម្លៃមួយ ( $n_1$ ) និងស្រោមស្នូលកណ្តាលនិងមាន Index ចំណាំងបែកតិចជាង ( $n_2$ ) រលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចដែលជាលក្ខណៈពន្លឺត្រូវបានបញ្ជាឱ្យធ្វើដំណើរក្នុង 2 ផ្នែកប៉ុណ្ណោះ គឺធ្វើដំណើរក្នុង Core ។ ប្រភេទនៃខ្សែអប់ទិច នៅខាងក្នុងខ្សែចំនួនពន្លឺដែលធ្វើដំណើរនិងជាអ្នកប្រាប់ Mode របស់ពន្លឺនៅខាងក្នុងខ្សែអប់ទិច គឺបើមានជួរពន្លឺនៅក្នុងជួរតែមួយ គេហៅថា " ខ្សែអប់ទិច Mode តែមួយ " (Single Mode Fiber) បើខាងក្នុងខ្សែមានពន្លឺនៅចំនួនច្រើន គេហៅថា " ខ្សែអប់ទិចច្រើន Mode "(Multimode Fiber) ។ ដោយការបែងប្រភេទខ្សែអប់ទិចបែងតាមវិធីផ្សេងៗ បានដូចជា តាមលក្ខណៈ Index ចំណាំងបែក បែបកាំជណ្តើរ (Step Index) បែបរាងមូល (Graded Index) ជាដើម ។

ខ្សែកាបអប់ទិច មានវិធីការផលិតខុសៗគ្នា ដោយវិធីនាំយកបណ្តាល Free Form មកទាញជាខ្សែអប់ទិចតាមទំហំនិង ប្រភេទផ្សេងៗ ព្រមទាំងធ្វើការ ការពារដើម្បីធ្វើជាខ្សែកាបមានលក្ខណៈផ្សេងៗគ្នា ដូចជា ខ្សែកាបជាមួយនិងការងារដើរខ្សែក្រោមដី ខ្សែអង់តែន ខ្សែក្រោមទឹក និងខ្សែក្នុងអគារ ជាដើម ។

**៧.៤ ប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងនៃខ្សែអប់ទិច**

គំនិតនៃការទំនាក់ទំនងតាមខ្សែអប់ទិចជាលើកដំបូង មានកើតបញ្ហាដោយសារការបាត់បង់ពន្លឺដែលឆ្លងកាត់ខ្សែអប់ទិចច្រើនណាស់គឺប្រហែល 1000 dB/km ។ បើនាំយកទៅប្រើក្នុងប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងនិងធ្វើឱ្យចំណាយដើមទុនច្រើនណាស់ ។ ហេតុនេះហើយទើបមានការអភិវឌ្ឍន៍រហូតដល់មានការបាត់បង់ត្រឹមតែ 0.2 dB/km ។

សម្រាប់ធាតុផ្សំជាមូលដ្ឋាននៃប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងតាមខ្សែអប់ទិច ដែលចាប់ផ្តើមដោយនាំស៊ីញ៉ាល់ពត៌មានក្នុងលក្ខណៈជាស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនីជាច្រើន មកធ្វើការ Multiplex បន្ទាប់បញ្ជូនទៅឱ្យប្លុក Modulation (មានទាំងបែបអាណាឡូក និង ឌីជីថល) ដោយស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនីត្រូវបានម៉ូឌុលេតឱ្យទៅជាពន្លឺដោយឧបករណ៍កំណើតពន្លឺ ដូចជា Laser Diode ជាដើម បន្ទាប់មកទៀតក៏បញ្ជូនពត៌មាននៃលក្ខណៈជាពន្លឺតាមខ្សែអប់ទិច (Fiber Optic) ដោយមានឧបករណ៍បញ្ជាពន្លឺតាមដែលបានកំណត់ ដើម្បីកែតម្រូវ និង បង្កើនថាមពលឱ្យមានតម្លៃសមរម្យដែលអាចនិងបញ្ជូនបាន ក៏បញ្ជូនទៅឱ្យឧបករណ៍ទទួលពន្លឺ ដូចជា Photodiode ជាដើម ។ ឧបករណ៍ទទួលពន្លឺមានតួនាទីទទួលពន្លឺដែលបញ្ជូនតាមខ្សែអប់ទិច រួចហើយប្តូរថាមពលពន្លឺឱ្យទៅជាថាមពលអគ្គិសនី

វិញដោយមានការត្រួតពិនិត្យលំដាប់កម្លាំងពន្លឺ រហូតចេញជារូបរាងស៊ីញ៉ាល់ដើម បន្ទាប់មកទើប នាំទៅ Demultiplex ដើម្បីញែកតាមឈុតនៃពត៌មាននោះ ។

៧.៤.១ ឧបករណ៍បង្កើតពន្លឺ ក្នុងការទំនាក់ទំនង ឧបករណ៍កំណើតពន្លឺគឺជាឧបករណ៍ ដែលផ្តល់កំណើតថាមពលស្បៀងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច ដែលមានបណ្តោយរលកដែលភ្នែក មនុស្សមើលឃើញ និងស្បៀង Infrared ។ នាពេលបច្ចុប្បន្នគេនិយមប្រើឧបករណ៍កំណើតពន្លឺ 2 បែប គឺ ឌីយ៉ូតបញ្ចេញពន្លឺ (LED) ប្រភេទអង្គធាតុពាក់កណ្តាលចម្លង និង ឌីយ៉ូតពន្លឺឡាស៊ែ (Laser Diode : LD) ព្រោះឌីយ៉ូតទាំងនេះបញ្ចេញពន្លឺដែលមានជំហានរលក ( $\lambda$ ) មានតម្លៃ ប្រហែល 0.8 – 0.9  $\mu\text{m}$  ដែលនៅក្នុងកម្រិតមួយដែលខ្សែអប់ទិចមានតម្លៃបាត់បង់ទាប និងអាច គ្រប់គ្រងកម្លាំងបានល្អ ដោយកែតម្រូវតម្លៃប៉ូលកម្មនៃចរន្ត (Bias Current) ទើបងាយស្រួល ចំពោះការម៉ូឌុលេតស៊ីញ៉ាល់។ ក្រៅពីនេះឌីយ៉ូតទាំងពីរប្រភេទមានអាយុនៃការប្រើប្រាស់ដល់ទៅ មួយលានម៉ោងឯណោះ ។

៧.៤.២ ឧបករណ៍ទទួលពន្លឺ ដែលនិយមប្រើជាងគេជាប្រភេទអង្គធាតុពាក់កណ្តាល ចម្លង ដោយចែកចេញជា ២ ប្រភេទ តាមបរិមាណតង់ស្យុងគ្គីសនី គឺ Photodiode : PD និង Avalanche Photodiode : APD ។ ការពារតង់ស្យុងឱ្យ Photodiode មានបរិមាណតិចជា Avalanche Photodiode ។ ឧបករណ៍ PD និង APD មានតួនាទីផ្លាស់ប្តូរថាមពលពន្លឺឱ្យទៅជា ស៊ីញ៉ាល់អគ្គីសនី ដោយទម្រង់ការផលិតពី អង្គធាតុពាក់កណ្តាលចម្លង P និង N តភ្ជាប់គ្នា ។

## **មេរៀនទី ៨ ការទំនាក់ទំនងតាមផ្កាយរណប**

### **៨.១ សេចក្តីផ្តើម**

ផ្កាយរណបដែលប្រើនៅក្នុងប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងចាត់ទុកថាជាកន្លែង Repeater ស៊ីញ៉ាល់ ដែលអណ្តែតនៅលើផ្ទៃផែនដីដែលអាចតភ្ជាប់ព័ត៌មានក្នុងរូបភាព តួអក្សរ សំឡេង រូបភាព ទិន្នន័យផ្សេងៗ ។ ការបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់និងចាប់ផ្តើមពីស្ថានីនៅលើផ្ទៃដីនិងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ឡើង (Uplink) ដោយតម្លៃប្រៀបធៀបមួយ នៅពេលទៅដល់ផ្កាយរណប ផ្កាយរណបនិងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ មកផែនដីវិញ (Downlink) ដោយប្រៀបធៀបជាងការបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ឡើង ។ ផ្កាយរណបមាន គន្លងគោចរមាន ៣ លក្ខណៈ គឺ គោចរតាមគន្លងប៉ូលនៃផែនដី គោចរតាមគន្លងទ្រេតនៃផែនដី និងគោចរតាមខ្សែអេក្វាទ័រនៃផែនដី ដើម្បីនាំទៅប្រើប្រាស់ក្នុងលក្ខណៈខុសៗគ្នា ។ ភាគផ្សំរបស់ ប្រព័ន្ធផ្កាយរណបចែកចេញជា ផ្នែកប្តូរការកាស និង ផ្នែកប្តូរផែនដី ដោយប្តូរការកាស មាន ផ្កាយរណប និងមជ្ឈមណ្ឌលកណ្តាលដើម្បីគ្រប់គ្រង ចំណែកប្តូរផែនដីធ្វើការបញ្ជូនរលក Microwave ទៅឱ្យផ្កាយរណបដោយបានអង្គតែនដែលមានកម្លាំងខ្ពស់ ។

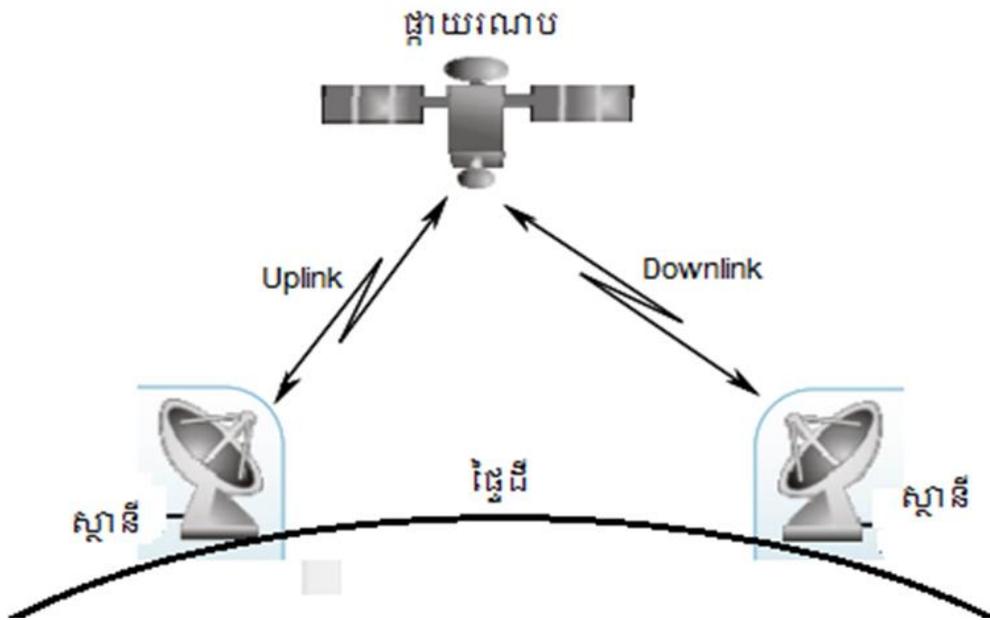
### **៨.២ អំពីការទំនាក់ទំនងតាមផ្កាយរណប**

ការទំនាក់ទំនងតាមផ្កាយរណបត្រូវបានរកឃើញដោយលោក Arther Clarke បើយើង បង្ហាញផ្កាយរណបឱ្យអណ្តែតនៅលើផ្ទៃផែនដី វាអាចបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ ទូរទស្សន៍ និងស៊ីញ៉ាល់ ផ្សេងៗ ចុះមកផែនដីវិញបាន ។ តាំងពីពេលនោះមកមនុស្សក៏បានឱ្យតម្លៃក្នុងការបង្ហាញផ្កាយ រណបតាមគន្លងរបស់ផែនដីយ៉ាងច្រើនផងដែរ ។ ដោយចាប់ផ្តើមបង្ហាញផ្កាយរណបជាលើក ដំបូងគឺប្រទេសរុស្ស៊ី និង សហរដ្ឋអាមេរិក បានធ្វើការបង្កើតផ្កាយរណបនិង បង្ហាញផ្កាយរណប តាមគន្លងនៃផែនដីនិង មានការអភិវឌ្ឍន៍បច្ចេកទេសផ្សេងៗ ឱ្យផ្កាយរណបធ្វើការដែលមាន ប្រសិទ្ធភាព ដើម្បីប្រើនៅក្នុងប្រព័ន្ធទូរគមនាគមន៍ ។ ដូចជាមានការប្រើថាមពលព្រះអាទិត្យជា អ្នកផលិតចរន្តអគ្គិសនី ដើម្បីនាំទៅប្រើជាមួយឧបករណ៍អេឡិចត្រូនិក ។ ការស្រាវជ្រាវបច្ចេក វិទ្យានៃការផលិតឧបករណ៍ IC ៗ ឱ្យមានទំហំកាន់តែតូចឡើង ដើម្បីកាត់បន្ថយទំងន់របស់ផ្កាយ រណប ជាដើម ។

### **៨.៣ ប្រព័ន្ធផ្កាយរណប**

នៅក្នុងការទំនាក់ទំនងទូរគមនាគមន៍ដោយផ្កាយរណប គេប្រើប្រព័ន្ធ Microwave ដើម្បី បញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ក្នុងលំដាប់ក្រសែភ្នែក (Line Of Sight) ពីស្ថានីយ៍បញ្ជូនលើផ្ទៃផែនដី ទៅឱ្យផ្កាយ រណបដោយតម្លៃប្រៀបធៀបមួយ គេហៅការបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់នេះថា “ការបញ្ជូនឡើង” (Uplink) ។

នៅពេលផ្កាយរណបបានទទួលស៊ីញ៉ាល់ហើយនោះ និងពង្រីកស៊ីញ៉ាល់ឱ្យកាន់តែខ្លាំងឡើង ដើម្បីបញ្ជូនត្រឡប់មកស្ថានីមកលើផែនដីវិញ ដោយស្ថានីយ៍នេះទទួលដោយតម្លៃប្រៀបធៀបមួយ តិចជាងការបញ្ជូនឡើង គេហៅការបញ្ជូននេះថា “ ការបញ្ជូនចុះ ” (Downlink) ការធ្វើការបែបនេះ ទើបយើងចាត់ទុកថាផ្កាយរណបជា “ Repeater ” ។



រូបភាពទី ៨.១ ការទំនាក់ទំនងផ្កាយរណប

យើងឃើញថា ភាគផ្សំដែលសំខាន់គឺ ផ្កាយរណប (Satellite) ព្រោះផ្កាយរណបមានតួនាទី ជាស្ថានីយ៍ Repeater ដែលអណ្តែតនៅក្នុងលំហអាកាស ដើម្បីទទួល និងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់គ្រប់ដ ល្ហាប់លើផ្ទៃផែនដី និងធ្វើឱ្យស្ថានីនៃផ្នែកទទួល ដែលតាំងនៅក្នុងកន្លែងនីមួយៗ នៃប្រទេស ឬ ទ្វីបជាច្រើន ក៏អាចទទួលស៊ីញ៉ាល់នេះបានដែរ ។ ប្រព័ន្ធផ្កាយរណប គេបែងចែកជា ៣ ប្រព័ន្ធ ៖

៨.៣.១. ផ្កាយរណបគោចរគ្មានរូបបែប (Random Satellite) ជាផ្កាយរណបដំបូងគេ ដែល មនុស្សបានបង្ហោះតាមគន្លងផែនដី។ មានប្រព័ន្ធការបញ្ជូន និងការគ្រប់គ្រងមិនសូវជាល្អទេ ផ្កាយ រណបនីមួយៗ មានគន្លងគោចរ និងកម្ពស់ខុសៗគ្នា ដោយសារការគ្រប់គ្រងបញ្ហាមិនបាន ។

៨.៣.២. ផ្កាយរណបគោចរក្នុងតំណែងថេ (Phase Satellite) ជាផ្កាយរណបដែលមាន គន្លងគោចរខុសគ្នាទៅតាមគោលបំណងដែលបញ្ជាឱ្យផ្កាយរណបគោចរឆ្លងកាត់ចំនុចណាក៏ បាន ដូចជា គោចរតាម ខ្សែអេក្វាទ័រ គោចរដែលមានមុំទ្រេត ៣០ ដឺក្រេ និងគោចរឆ្លងកាត់ប៉ូល ផែនដី ប្រើសម្រាប់សសង្កេតមើលធនធានធម្មជាតិ ។

៨.៣.៣. ផ្កាយរណបគោចរនៅមួយកន្លែង (Geostationary Satellite) ជាផ្កាយរណបមើលទៅដូចនៅមួយកន្លែង ព្រោះវាឆ្ពោះចូលក្នុងគន្លងផែនដី ហើយផ្លាស់ទីស្មើនិងល្បឿននៃផែនដីវិល គឺផ្លាស់ទី គ្រប់ ១ជុំ ប្រើរយៈ ២៤ ម៉ោង ( តែគេបានគណនាហើយបានតែ ២៣ ម៉ោង ៥៦ នាទី ៤ វិនាទីទេ ) គេនិយមប្រើសម្រាប់ផ្កាយរណបនេះប្រាប់តែទំនាក់ទំនងតែប៉ុណ្ណោះ ។ ប្រសិនបើមានផ្កាយរណបត្រឹមតែ ៣ គ្រឿង គេអាចបង្ហោះទៅលើ មហាសមុទ្រអាត្លង់ទិចមួយ មហាសមុទ្របាស៊ីហ្វិកមួយ និង មហាសមុទ្រឥណ្ឌាមួយ ផ្កាយរណបទាំង៣ នេះអាចគ្របដណ្តប់នៅលើផ្ទៃផែនដីទាំងមូលបាន ។

នៅពេលដែលយើងនិយាយពីប្រព័ន្ធផ្កាយរណប ដែលអាចធ្វើការទំនាក់ទំនងបានគេបែងចែកតាម លក្ខណៈ នៃរង្វង់គោចរ របស់ផ្កាយរណប មាន ៣ លក្ខណៈ គឺ ៖

១. រង្វង់គោចរតាមប៉ូលនៃផែនដី (Polar Orbit) រង្វង់គោចររបស់ផ្កាយរណបនិងវិលជារង្វង់ ដោយមានអង្កត់ផ្ចិតរត់កាត់តាមប៉ូលផែនដី ។ រង្វង់គោចរបែបនេះប្រើជាមួយផ្កាយរណបសម្រាប់ត្រួត

ពិនិត្យធនធានធម្មជាតិរបស់ផែនដី ប្រព័ន្ធខតុនិយមវិទ្យា ប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងស្រាវជ្រាវប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងទូរសព្ទចល័ត ដែលអាចធ្វើការទំនាក់ទំនងបានទូទាំងពិភពលោក ។

២. រង្វង់គោចរតាមជម្រៃនៃផែនដី (Inclined Orbit) រង្វង់គោចររបស់ផ្កាយរណបនិងវិលជាលក្ខណៈពងក្រពើតាមជម្រៃនៃផែនដី ។ តំណែងគោចររបស់ផ្កាយរណបឆ្ងាយបំផុតពីផែនដីប្រហែល 35600 Km និងតំណែងគោចររបស់ផ្កាយរណបជិតបំផុតនៃផែនដីប្រហែល 3950 Km ។ រយៈពេលដែលគោចរគ្រប់មួយជុំប្ររយៈពេល 24 ម៉ោង ចន្លោះពេលដែលធ្វើការបានប្រហែល 8 ម៉ោង ដូចនេះត្រូវប្រើផ្កាយរណប 3 គ្រឿង ទើបវាអាចធ្វើការបាន 24 ម៉ោង ។ រង្វង់គោចរបែបនេះប្រើជាមួយផ្កាយរណបសម្រាប់ត្រួតពិនិត្យធនធានធម្មជាតិរបស់ផែនដី ប្រព័ន្ធខតុនិយមវិទ្យា ប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងស្រាវជ្រាវ ប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងក្នុងតំបន់ប៉ូលនៃផែនដី ។

៣. រង្វង់គោចរតាមបន្ទាត់ខ្សែអេក្វាទ័រ (Equatorial Orbit) ប្រើជាមួយផ្កាយរណបដែលគោចរនៅមួយកន្លែង (Geostationary Satellite) ដោយរង្វង់គោចរវិលជុំវិញផែនដី ១ជុំប្រើរយៈពេល 24 ម៉ោង ហើយមានចំងាយ 264790 Km ពីផែនដី ។ រង្វង់គោចរនេះប្រើជាមួយផ្កាយរណបសម្រាប់ការផ្សាយទូរទស្សន៍ ទូរសព្ទ ទំនាក់ទំនងទិន្នន័យ ជាដើម ហើយជាផ្កាយរណបដែលគេនិយមប្រើច្រើនបំផុតនាបច្ចុប្បន្ននេះ ។

#### ៨.៤ មូលដ្ឋានប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងផ្កាយរណប

យើងអាចយល់ហើយថា ផ្កាយរណប អណ្តែតក្នុងលំហអាកាស ហើយមានតួនាទីដូចទៅ មួយកន្លែង Repeater នៃប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនង Microwave ដែរ តែខុសគ្នាគ្រប់ថាផ្កាយរណបអណ្តែត នៅលើផែនដី ក្នុងលំហអាកាស ចំណែកប្រព័ន្ធ Microwave វិញគឺនៅនិងផែនដីតែម្តង ស្ថានីយ Repeater ។ វិធីការបញ្ជូនរលក Microwave របស់ប្រព័ន្ធផ្កាយរណបនិងប្រើលក្ខណៈរលកលើផ្ទៃ មេឃ (Sky Wave) បញ្ជូនឡើងទៅលើលំហអាកាសរួចហើយ បញ្ជូនត្រឡប់មកផែនដីវិញ។ ប្រព័ន្ធផ្កាយរណបប្រកបទៅដោយ ២ ផ្នែកគឺ ៖

៨.៤.១. ផ្នែកអាកាស (Space Segment) ដូចជា គ្រឿងផ្កាយរណប និងមជ្ឈមណ្ឌល គ្រប់គ្រងការធ្វើការរបស់ផ្កាយរណប ។

៨.៤.២. ផ្នែកផ្ទៃផែនដី (Ground Segment) ដូចជា គ្រប់ៗផ្នែកដែលទាក់ទងក្នុងការទំនាក់ ទំនងដែលប្រើតភ្ជាប់ជាមួយស្ថានីយលើផ្ទៃផែនដី ។

ផ្នែកក្នុងអាកាស ប្រកបទៅដោយផ្កាយរណប និងគ្រឿងផ្កាយរណប និងមជ្ឈមណ្ឌល គ្រប់គ្រងការធ្វើការរបស់ផ្កាយរណប ដែលមានទាំងផ្នែកបញ្ជូន Pulse គ្រប់គ្រងផ្កាយរណប ជាមួយនិងស្ថានីយគ្រប់គ្រងនិងតាមដាន ដែលគេហៅថា "TT & C " ដើម្បីឱ្យប្រព័ន្ធផ្កាយរណប ធ្វើការយ៉ាងមានប្រសិទ្ធភាព ។ ស្ថានីយគ្រប់គ្រងនិងតាមដានមានតួនាទីរក្សាលំដាប់រង្វង់គោចរ របស់ផ្កាយរណបឱ្យបានត្រឹមត្រូវ និងធ្វើការទំនាក់ទំនងការធ្វើការជាមួយផ្កាយរណបបម្រុង សម្រាប់ត្រៀមប្រតិបត្តិការណ៍ នៅពេលដែលមានផ្កាយរណបណាមួយកើតមានបញ្ហា (Error) ។

ផ្នែកលើផ្ទៃផែនដី ជាស្ថានីយលើផ្ទៃផែនដីដែលធ្វើការបញ្ជូនរលក Microwave ដែលត្រូវ បាន ម៉ូឌុលេត ជាមួយព័ត៌មានដើម្បីបញ្ជូនទៅឱ្យផ្កាយរណប ដែលមុននិងបញ្ជូនត្រូវធ្វើការបង្កើន កម្លាំងស៊ីញ៉ាល់ឱ្យខ្ពស់ ដោយឧបករណ៍បង្កើនកម្លាំង (High Power Amplifier) ចំណែកផ្នែកខាង ទទួល និងទទួលស៊ីញ៉ាល់ពីផ្កាយរណបដែលបាន Repeater ស៊ីញ៉ាល់ ដោយឧបករណ៍បង្កើន ស៊ីញ៉ាល់ដែលឱ្យស៊ីញ៉ាល់រំខានទាប (Low Noise Amplifier) បន្ទាប់មកធ្វើការ ដើម្បីឱ្យ បានព័ត៌មានដែលត្រូវការ ។

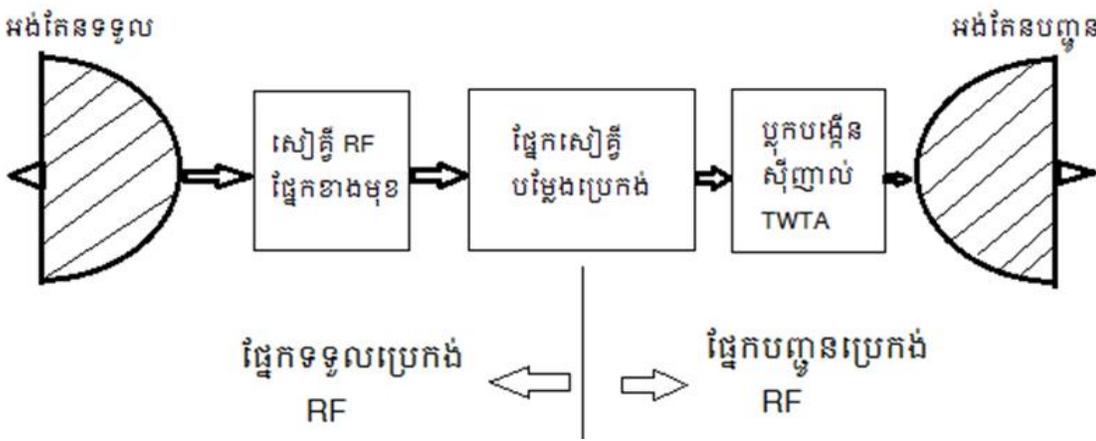
#### ៨.៥ ធាតុផ្សំរបស់ផ្កាយរណបទំនាក់ទំនង

នៅក្នុងផ្នែកតួគ្រឿងផ្កាយរណបទំនាក់ទំនងគេបែងចែកជា ២ ផ្នែកគឺ៖

៨.៥.១. សម្ភារៈដែលទាក់ទងជាមួយប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងផ្កាយរណប (Communication Payload)

៨.៥.២. ផ្នែកគ្រប់គ្រងយានអាកាស (Spacecraft Bus) ។

សម្ភារៈដែលទាក់ទងជាមួយប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងផ្កាយរណប មានភាពចាំបាច់ណាស់ ទាក់ទងជាមួយការទំនាក់ទំនងដោយគ្រង់ ប្រកបទៅដោយ “ អង់តែនផ្កាយរណប ” ដែលអាច បង្កើត Pulse បានដោយខ្លួនឯង ដើម្បីប្រើក្នុងការបញ្ជូនទិន្នន័យទៅឱ្យមជ្ឈមណ្ឌលកណ្តាល គ្រប់គ្រងនិងតាមដាន ។ ពីអង់តែននិងបានស៊ីញ៉ាល់ដែលមានកម្លាំងរបស់ស៊ីញ៉ាល់រំខានទាប ឆ្លងកាត់ប្លុកសៀគ្វីផ្នែកខាងមុខរបស់ប្រែកង់វិទ្យុ (RF. Front End) ឆ្លងកាត់ទៅឱ្យប្លុកបម្លែងប្រែ កង់ ឡើង និងចុះ ចុងបញ្ចប់បញ្ជូនទៅឱ្យឧបករណ៍បង្កើនស៊ីញ៉ាល់ (Travelling Wave Tube Amplifier. TWTA) គេហៅថា Payload ។



រូបភាពទី៨.២ Block Payload បែប Transponder របស់ផ្កាយរណប

ផ្នែកគ្រប់គ្រងយានអាកាស ជាផ្នែកមួយសម្រាប់ចាំមើលថែរក្សារ ប្រព័ន្ធផ្កាយរណប។ ប្រកបទៅដោយ តួយានអាកាស ប្រព័ន្ធថាមពលអគ្គិសនីដែលប្រើសូឡាសែល មានអាកុយ ជួយផ្តល់ថរន្តអគ្គិសនីដងដែរ ប្រព័ន្ធគ្រប់គ្រងតំណែង និងគ្រប់គ្រងការវិលរបស់ផ្កាយរណប ដោយវិលជុំវិញខ្លួនឯងប្រហែល ១០០ ជុំក្នុងមួយនាទី និងប្រព័ន្ធត្រួតចាប់រយៈចំងាយ តាមដាន និងបញ្ជា ។

បានអង់តែនលើផ្កាយរណប ជាផ្នែកមួយដែលទទួល និងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ពីរលក Microwave ដោយបានអង់តែនត្រូវបញ្ជាតូនៃរលក (Beam) ឱ្យគ្របដណ្តប់លើកន្លែងដែលត្រូវការ ដែលត្រូវលកមាន ៣ ប្រភេទគឺ

១. ប្រភេទគ្របដណ្តប់ទាំងអស់ (Global) មានត្រូវលកជារូបឡៅ ទំហំធំអាចគ្រប ដណ្តប់បានធំទូលាយគឺស្មើ 1/3 នៃផ្ទៃផែនដីទាំងអស់ ។
២. ប្រភេទគ្របដណ្តប់ចំពោះផ្នែក (Zonal) ឬ គ្របដណ្តប់តាមប៉ូល (Hemi - sphere) មានត្រូវលកជារូបឡៅ គ្របដណ្តប់ចំពោះភូមិភាគទ្វីប ។

៣. ប្រភេទគ្របដណ្តប់លើចំណុច (Spot) មានតួលកដូចរូបឡៅដូចគ្នា គ្របដណ្តប់លើផ្ទៃដី លំដាប់ប្រទេស មានលក្ខណៈសម្បត្តិគឺមានកម្លាំងរលកខ្លាំងជាង ២ប្រភេទខាងលើ។

**៨.៦ ស្ថានីយ៍លើផ្ទៃដីក្នុងប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងផ្កាយរណប**

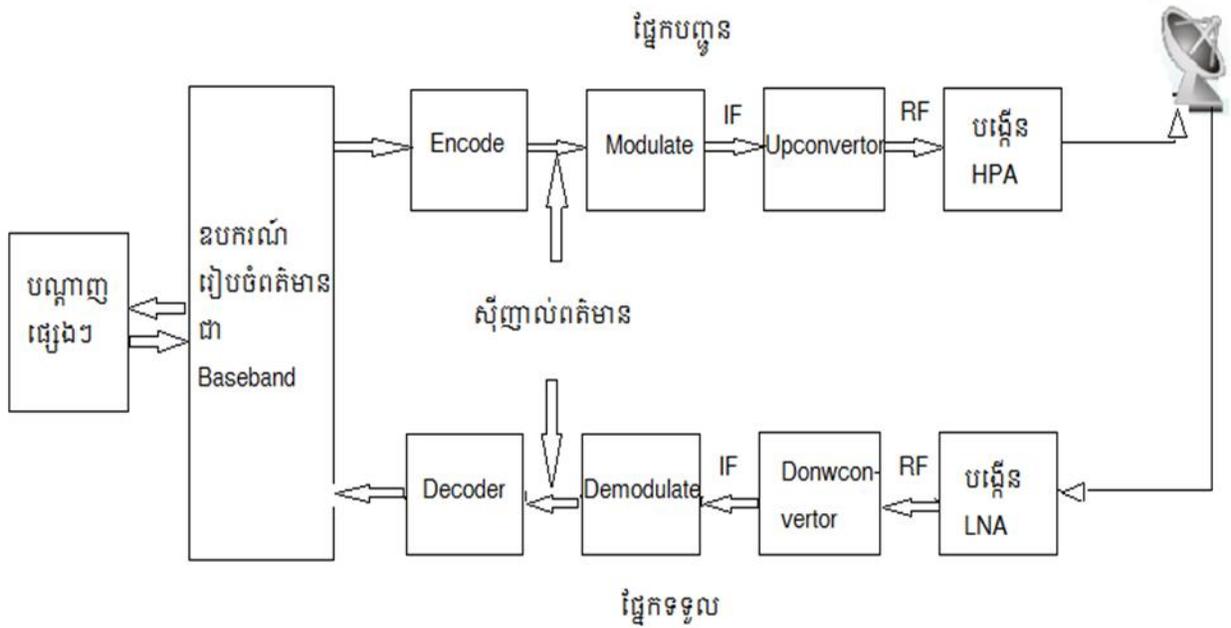
ស្ថានីយ៍លើផ្ទៃដីមានតួនាទីទទួល និងបញ្ជូនស៊ីញ៉ាល់ បង្កើតឱ្យមានការទំនាក់ទំនងគ្នា និងគ្របគ្រងឱ្យព័ត៌មានមានភាពត្រឹមត្រូវ និងពេញលេញ ។ ធាតុផ្សំរបស់ស្ថានីយ៍លើផ្ទៃដី បញ្ជូនតមកពីឧបករណ៍រៀបចំព័ត៌មានដែលជា Baseband Equipment ដែលទទួលភារកិច្ចនាំព័ត៌មានមកចូលវិធីការ ដូចជា Multiplex ជាដើម។ បន្ទាប់មកបញ្ជូន ទៅបញ្ចូលកូដ (Encode) ហើយញែកស៊ីញ៉ាល់ព័ត៌មាន បញ្ជូនទៅធ្វើការម៉ូឌុលេត ជាមួយនិងប្រេកង់ IF រួចហើយបញ្ជូនប្តូរជាស៊ីញ៉ាល់ RF រួចហើយបញ្ជូនទៅឱ្យការបម្លែងប្រេកង់ឱ្យខ្ពស់ឡើង (Upconvertor) ជាស៊ីញ៉ាល់ RF បន្ទាប់មកបញ្ជូនឡើងទៅឱ្យផ្កាយរណប (Uplink) ដោយឆ្លងកាត់ឧបករណ៍ស៊ីញ៉ាល់កម្លាំងខ្ពស់ " HPA " មុននិងឆ្លងកាត់បានអង់តែនលើផ្ទៃដី ។ ផ្នែកទទួលនិងត្រួតទៅជួបស៊ីញ៉ាល់ពីផ្កាយរណបដែលបញ្ជូនមក ស្ថានីយ៍លើផ្ទៃដី ។ ដែលមានកម្លាំងរបស់ស៊ីញ៉ាល់ខ្សោយ ដោយបានអង់តែនលើផ្ទៃដីជាអ្នកទទួល ។ បន្ទាប់មកបញ្ជូនទៅឱ្យឧបករណ៍បង្កើនស៊ីញ៉ាល់ ដើម្បីឱ្យបានស៊ីញ៉ាល់រំខានទាប (LNA)ធ្វើឱ្យស៊ីញ៉ាល់ RF មានកម្លាំងខ្លាំងឡើង ហើយបញ្ជូនតទៅឱ្យឧបករណ៍បម្លែងប្រេកង់ទាប (Downconvertor)ឱ្យជាស៊ីញ៉ាល់ IF ហើយធ្វើការម៉ូឌុលេតស៊ីញ៉ាល់ និង បន្ទាប់មកធ្វើការដកកូដចេញ (Decoder)រួចហើយបញ្ជូនទៅឱ្យឧបករណ៍រៀបចំព័ត៌មាន និងតភ្ជាប់ទៅឱ្យបណ្តាញផ្សេងៗ និង អ្នកប្រើប្រាស់សេវាកម្ម ។

**៨.៧ បានអង់តែនរបស់ស្ថានីយ៍លើផ្ទៃដី**

បានអង់តែនលើផ្ទៃដីចាត់ទុកជាឧបករណ៍មួយដ៏សំខាន់ ដែលជាចំណុចតភ្ជាប់ស៊ីញ៉ាល់ RF , Up/Down Convertor,HPA ,LNA និងAntenna ។ បានអង់តែនធ្វើឱ្យស៊ីញ៉ាល់ RF ដែលត្រូវម៉ូឌុលេតហើយបញ្ជូនទៅឱ្យផ្កាយរណប ហើយក៏ទទួលស៊ីញ៉ាល់ RF ពីផ្កាយរណបផងដែរ ។ បានអង់តែនដែលមានលក្ខណៈល្អត្រូវពិចារណាលើ ៣ ចំណុចគឺ ៖

- ៨.៧.១. បានអង់តែនត្រូវមានអត្រាបង្កើន (Gain) កម្លាំងខ្ពស់ក្នុងការបន្សាយស៊ីញ៉ាល់បានទូលំទូលាយ និងមានស៊ីញ៉ាល់រំខានតិចតួចបំផុត ។
- ៨.៧.២. បានអង់តែនមិនត្រូវមានការប៉ះទង្គិចពីសីតុណ្ហភាព ឬមានតិចបំផុត ដើម្បីកាត់បន្ថយការរំខាននៅខាងក្នុង ការបន្សាយស៊ីញ៉ាល់បានទូលំទូលាយ ខាងផ្នែកទទួលត្រូវគ្របគ្រងថាមពល។

៨.៧.៣. បានល្អ ព្រោះអាចបញ្ជូនទៅឱ្យកន្លែងផ្សេងទៀតបាន ត្រូវបញ្ជាទិសដៅបានល្អ ដើម្បីធ្វើឱ្យប្រព័ន្ធតាមដាន និងត្រួតពិនិត្យផ្កាយរណប កំណត់តំណែងបានអង់តែនបានល្អ ។ សម្រាប់បានអង់តែនដែលនិយមប្រើប្រាស់នាបច្ចុប្បន្ន សម្រាប់ស្ថានីយ៍លើផ្ទៃដី គឺបានអង់ដែន បែប Paraboloid ជាតួសម្រាប់បញ្ជូនរលក មាន Horn ជាអ្នកទទួលរលក បានបែបនេះបែងចែកជា ៣ ប្រភេទ គឺ ប្រភេទ Cassegrain ,Center Focus , Offset fed ។



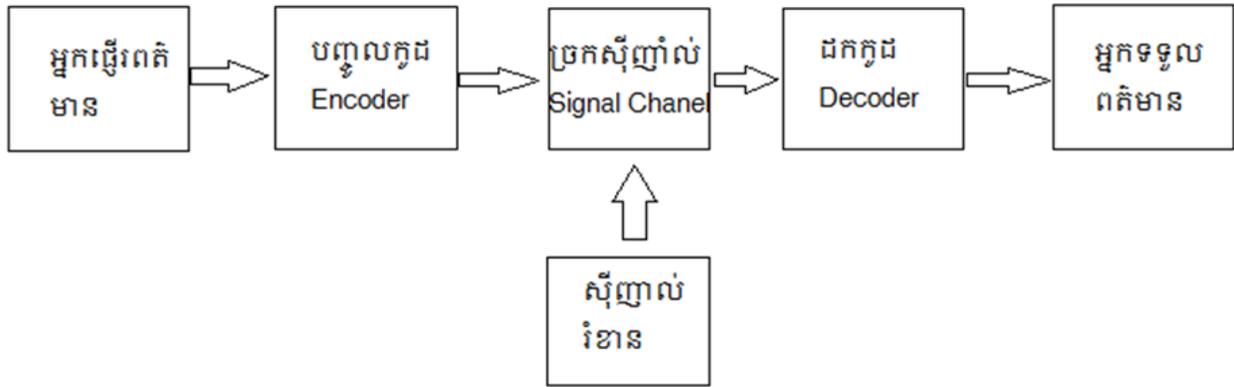
រូបភាពទី៨.៣ ការបញ្ជូន និងទទួលស៊ីញ៉ាល់របស់បានអង់តែននៅលើផែនដី

## មេរៀនទី ៩ ប្រព័ន្ធសេវាកម្មឌីជីថល

### ៩.១ ការទំនាក់ទំនងទិន្នន័យ (Data Communication)

ការទំនាក់ទំនងទិន្នន័យ (Data Communication) គឺជាការវិធីការផ្ទេរ ឬផ្លាស់ប្តូរព័ត៌មានរវាងអ្នកផ្ញើ និងអ្នកទទួល ដោយឆ្លងកាត់ឧបករណ៍អេឡិចត្រូនិក ឬកុំព្យូទ័រជាអ្នកចម្លងទិន្នន័យ ដើម្បីឱ្យអ្នកផ្ញើ និងទទួលយល់ពីគ្នាទៅវិញ ទៅមក ។ វិធីការបញ្ជូនទិន្នន័យគឺ បម្លែងទិន្នន័យឱ្យទៅជាស៊ីញ៉ាល់ ឬជាកូដសិនរួចហើយទើបបញ្ជូនទៅឱ្យអ្នកទទួល នៅពេលមកដល់អ្នកទទួល និងបម្លែង កូដ ឬ ស៊ីញ៉ាល់ ឱ្យទៅជាទិន្នន័យវិញ ទើបអ្នកទទួលយល់បាន។

អ្នកផ្ញើព័ត៌មាន (Sender)អាជាស៊ីញ៉ាល់ផ្សេងៗ ដូចជា សំឡេង រូបភាព ទិន្នន័យបញ្ចូលកូដ (Encoder)ដើម្បីជួយឱ្យអ្នកផ្ញើ និង អ្នកទទួលយល់ពីអត្ថន័យរបស់ព័ត៌មាន គឺសម្រាប់បម្លែងព័ត៌មានឱ្យទៅជារូបបែបស៊ីញ៉ាល់ ។ ច្រកស៊ីញ៉ាល់ (Signal Channel) ជាអ្នកចម្លងឬមជ្ឈមណ្ឌលកណ្តាល ជា រលកធាតុអាកាស ខ្សែនាំស៊ីញ៉ាល់ ប្រៀបដូចជាស្ពានសម្រាប់ចម្លងព័ត៌មាននោះឯង ។ ដកកូដ (Decoder) គឺជាការបម្លែងរូបបែបស៊ីញ៉ាល់ឱ្យទៅជាព័ត៌មាន ទើបទទួលអាចយល់បានស៊ីញ៉ាល់រំខាន (Noise) គឺជាស៊ីញ៉ាល់ដែលជ្រៀតជ្រែកតាមខ្សែចម្លងនាំស៊ីញ៉ាល់ កើតឡើង ពីមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅ ឬកើតពីធម្មជាតិ ។



រូបភាពទី៩.១ អង្គប្រកបមូលដ្ឋានប្រព័ន្ធទំនាក់ទំនងទិន្នន័យ

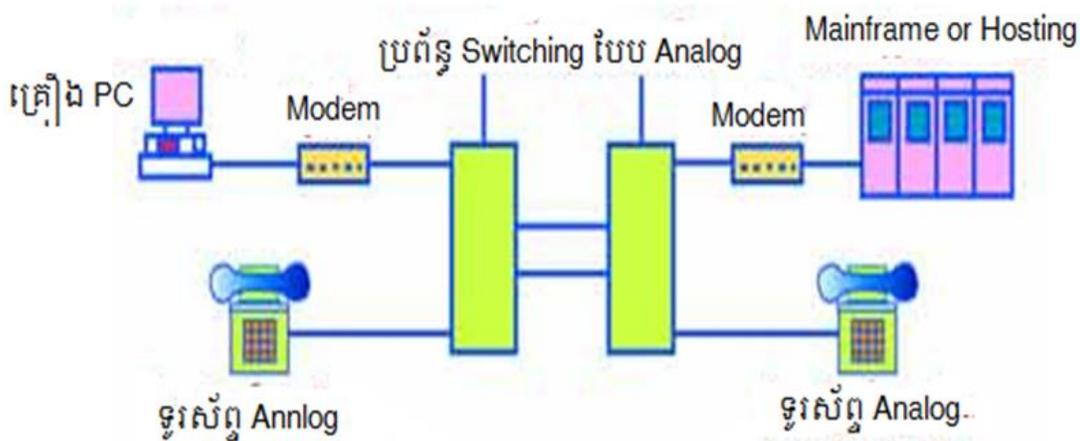
### ៩.២ ប្រយោជន៍នៃការទំនាក់ទំនងទិន្នន័យ

ការរៀបចំប្រមូលទិន្នន័យបានស្រួល និងការទំនាក់ទំនងមានភាពលឿន បើទិន្នន័យឆ្លងកាត់ខ្សែទូរសព្ទក្នុងអត្រា ១២០ គូអក្សរក្នុងមួយវិនាទី ហើយបញ្ជូនទិន្នន័យបាន ២០០ ទំព័រ ក្នុងមួយនាទី ។

ភាពត្រឹមត្រូវរបស់ទិន្នន័យ ការបញ្ជូនទិន្នន័យពីចំណុចមួយទៅចំណុចមួយ ដោយប្រព័ន្ធដីជីថល បើ ទិន្នន័យមានភាពខុសពីប្រក្រតី គេរកវិធីដោះស្រាយ អាចបញ្ជូនជាថ្មីម្តងទៀត ។ តែបើមានភាព ខុសពីប្រក្រតីធ្ងន់ធ្ងរ ខាងអ្នកទទួលត្រូវប្រើកម្មវិធីកែប្រែទិន្នន័យឱ្យមានភាពត្រឹមត្រូវវិញបាន ។ ល្បឿននៃការធ្វើការជាធម្មតាស៊ីញ៉ាល់អគ្គិសនីនិងធ្វើដំណើរដោយល្បឿនស្មើនិងល្បឿនពន្លឺ គឺ  $3 \times 10^8$  M/s ធ្វើឱ្យកុំព្យូទ័របញ្ជូនទិន្នន័យប៉ុលម្ខាងទៅប៉ុលម្ខាងទៀតនៃផែនដីបាន ។ ល្បឿនមាន ភាពលឿន កាន់តែងាយស្រួលក្នុងការបញ្ជូនទិន្នន័យ ។ សន្សំសំចៃដើមទុន ការតភ្ជាប់កុំព្យូទ័ររវាង កុំព្យូទ័រជាបណ្តាញ ដើម្បីបញ្ជូនទិន្នន័យ វាមានតម្លៃថោក ជាងការបញ្ជូនទិន្នន័យបែបផ្សេង ៗ ។

**៩.៣ សេវាកម្ម IDN**

IDN (Integrated Digital Network) ជាបណ្តាញទូរគមនាគមន៍សម័យថ្មី បែបដីជីថលដែល អាចទទួលស្គាល់ ទាំងរូបភាព និងសំឡេង ដែលមានល្បឿន 64 Kbps មានដូចជា ទូរសព្ទ ទូរ សារ កុំព្យូទ័រ ទូរសាខាដោយស្វ័យប្រវត្ត វីឌីអូខនហ្វឺរេន ។ល។



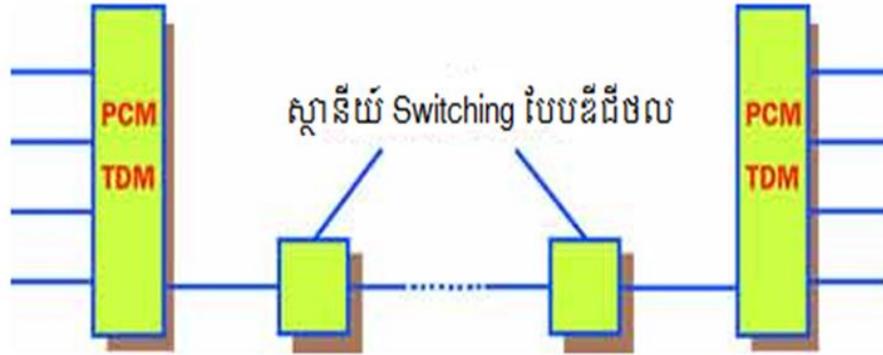
រូបភាពទី៩.២ សេវាកម្ម IDN (Integrated Digital Network)

**៩.៤ ប្រព័ន្ធបណ្តាញ IDN (Integrated Digital Network)**

ដោយសារតែប្រព័ន្ធទូរសព្ទ និងប្រព័ន្ធទូរគមនាគមន៍មានការអភិវឌ្ឍយ៉ាងឆាប់រហ័ស និង មានការប្រកួតប្រជែងបច្ចេកវិទ្យាការទំនាក់ទំនងយ៉ាងខ្លាំង ទើបធ្វើឱ្យមានភាពរីកចម្រើនលើផ្នែក ទូរគមនាគមន៍នេះក៏កាន់តែខ្លាំងដែរ ។ បច្ចុប្បន្ននេះការផ្តល់សេវាកម្មលើការទំនាក់ទំនងទិន្នន័យ ដើម្បីឱ្យមានតម្លៃកាន់តែទាបឡើង តែមានគុណភាពរបស់ព័ត៌មានល្អ ។

បណ្តាញ IDN បានចាប់ផ្តើមតាំងពីឆ្នាំ ១៩៥៩ គឺជាការប្រមូលទិន្នន័យបែបដីជីថល ជាមួយ ប្រព័ន្ធដីជីថល ។ ទិន្នន័យ Analog ត្រូវបានបម្លែងទៅជា Digital ដោយការ Modulate បែប PCM

(Pulse Code Modulate) OR TDM (Time Division Multiplex) ពេលនោះទិន្នន័យបែបឌីជីថលត្រូវបានបញ្ជូនទៅឱ្យស្ថានីយ៍ Switching បែប ឌីជីថលធ្វើការរៀបចំដើម្បីបញ្ជូនទិន្នន័យទៅឱ្យស្ថានីយ៍នានា។



រូបភាពទី៩.៣ ប្រព័ន្ធបណ្តាញ IDN (Integrated Digital Network)

**៩.៥ ចំនេះដឹងទាក់ទងនឹង OSI (Open System Interconnection)**

OSI ជាស្តង់ដារកាតព្វកិច្ចដែលទាក់ទងក្នុងការទំនាក់ទំនង ដើម្បីធ្វើឱ្យមានស្តង់ដារក្នុងការទំនាក់ទំនងគ្នា រវាងទិន្នន័យ ២ ឈុត។ OSI ធ្វើការបានទាំងក្នុងបណ្តាញសាធារណៈ និងឯកជនដូចជាបណ្តាញ ISDN ដែលជាបណ្តាញផ្តល់សេវាកម្មបែបឌីជីថល និងប្រើក្នុងសេវាកម្មសាធារណៈ ក៏អាចប្រើបែបចម្លង OSI។ អ្នកផលិតកុំព្យូទ័រ ព្យាយាមនាំយក OSI មកប្រើក្នុងវិធីការផលិតដើម្បីឆ្លើយតបនឹង OSI ដែលបង្ហាញពីស្តង់ដារ ។ គុណសម្បត្តិផ្នែកស្ថាបត្យកម្មក្នុងកុំព្យូទ័របែបចម្លង OSI ចែកចេញជា ៧ ជាន់ គឺ៖ Application, Presentation, Session, Transport, Network, Data Link, Physical ។

**មូលដ្ឋានគ្រឹះទូរគមនាគមន៍**

**BASIC TELECOMMUNICATION**