



اونيورسيٲى ٲيكنيكل مليسيا ملاك

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

PEPERIKSAAN AKHIR SEMESTER I

FINAL EXAMINATION SEMESTER I

SESI 2019/2020

SESSION 2019/2020

FAKULTI KEJURUTERAAN ELEKTRONIK DAN KEJURUTERAAN KOMPUTER

KOD KURSUS COURSE CODE	:	BENT 4783
KURSUS COURSE	:	SISTEM KOMUNIKASI WAYARLES WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS
PENYELARAS COORDINATOR	:	MUHAMMAD SYAHRIR BIN JOHAL
PROGRAM PROGRAMME	:	BENG
MASA TIME	:	2.15 PETANG 2.15 PM
TEMPOH DURATION	:	3 JAM 3 HOURS
TARIKH DATE	:	11 JANUARI 2020 11 <sup>TH</sup> JANUARY 2020
TEMPAT VENUE	:	DEWAN UTeM, K. TEKNOLOGI UTeM HALL, TECHNOLOGY C.

**ARAHAN KEPADA CALON-CALON:**

**INSTRUCTION TO CANDIDATES:**

1. **Jawab SEMUA soalan.**  
*Answer ALL questions.*
2. **Tuliskan semua jawapan anda di atas kertas jawapan yang disediakan.**  
*Write your answer on the answer sheet provided.*
3. **Setiap jawapan kepada soalan hendaklah dimulakan di muka surat yang baru.**  
*Each answer to the question should be written on a new page.*

**KERTAS SOALAN INI TERDIRI DARIPADA (12) MUKA SURAT SAHAJA  
(TERMASUK MUKA SURAT HADAPAN)**

**THIS QUESTION PAPER CONTAINS (12) PAGES INCLUSIVE OF FRONT PAGE**

**PERINGATAN  
REMINDER:**



PELAJAR TIDAK DIBENARKAN SAMA SEKALI MEMBAWA APA-APA BUKU, KERTAS, SURATAN, GAMBAR, NOTA, SEBARANG ALAT YANG DI DALAM ATAU DI ATASNYA TERDAPAT CATATAN BERTULIS, 'PROGRAMMABLE CALCULATOR', TELEFON MUDAH ALIH ATAU SEBARANG ALAT KECUALI YANG DIBENARKAN OLEH PENGAWAS KE DALAM ATAU KELUAR DARI SESUATU DEWAN PEPERIKSAAN ATAU MENERIMA APA-APA BUKU, KERTAS, SURATAN, GAMBAR, NOTA, SEBARANG ALAT YANG DI DALAM ATAU DI ATASNYA TERDAPAT CATATAN BERTULIS, 'PROGRAMMABLE CALCULATOR', TELEFON MUDAH ALIH ATAU SEBARANG ALAT DARI MANA-MANA ORANG LAIN SEMASA DI DALAM DEWAN PEPERIKSAAN KECUALI SESEORANG PELAJAR SEMASA IA BERADA DI DALAM DEWAN PEPERIKSAAN ITU MENERIMA DARIPADA PENGAWAS APA-APA BUKU, KERTAS, DOKUMEN/GAMBAR ATAU LAIN-LAIN ALAT YANG DIBENARKAN OLEH NAIB CANSOLOR ATAS SYOR PEMERIKSA ATAU FAKULTI.

*STUDENTS ARE NOT ALLOWED TO BRING IN ANY BOOKS, PAPERS, DOCUMENTS, PHOTOGRAPHS, NOTES, ANY TOOLS WHICH THERE ARE WRITTEN RECORDS, MOBILE PHONES, OR ANY OTHER DEVICES WITHOUT THE PRIOR PERMISSION OF THE INVIGILATORS INTO OR OUT OF THE EXAMINATION HALL, OR RECEIVE ANY PAPERS, BOOKS, DOCUMENTS, PHOTOGRAPHS, NOTES, ANY DEVICES IN OR ON WHICH THERE ARE WRITTEN RECORDS, 'PROGRAMMABLE CALCULATORS', OR TOOLS FROM OTHER PERSON(S) PRESENT IN THE EXAMINATION HALL; EXCEPT MATERIALS OR DEVICES PROVIDED BY THE INVIGILATORS AND PERMITTED BY THE VICE CHANCELLOR ON THE RECOMMENDATIONS OF THE EXAMINERS OR FACULTIES.*

**SOALAN 1**

- (a) Terdapat banyak kelebihan menggunakan teknologi komunikasi wayarles berbanding dengan teknologi komunikasi berwayar. Terangkan kelebihan teknologi komunikasi wayarles dari segi ciri-ciri pemasangan, liputan dan fleksibiliti.

[3 markah]

- (b) Bagaimanakah jejari liputan sel terjejas oleh sistem bebanan untuk setiap teknologi berikut:

(i) *Advanced Mobile Phone Systems (AMPS)*

[4 markah]

(ii) *North American CDMA System (IS-95)*

[4 markah]

(iii) *United States Digital Cellular (IS54 TDMA)*

[4 markah]

- (c) Syahrir baru sahaja membeli telefon selular pintar baru dari kedai Samsung di Jusco Bandar Melaka. Berdasarkan kepada spesifikasi teknikal yang dinyatakan di dalam manual, kapasiti bateri dinyatakan sebagai 4040 mAH. Dinyatakan juga bahawa telefon pintar tersebut menghasilkan arus 10 mA dalam mod melahu dan 100 mA semasa membuat panggilan. Analisis prestasi jangka hayat bateri tersebut jika Syahrir membiarkan telefon tersebut dihidupkan berterusan dan mempunyai satu panggilan selama 12-minit setiap hari. Apa yang akan berlaku jika Syahrir melakukan perkara yang sama pada setiap jam. Ramalkan masa berbual maksimum bagi telefon selular pintar ini.

[10 markah]

**SOALAN 2**

- (a) Gangguan merupakan faktor penghad dalam prestasi semua sistem radio selular. Senaraikan **DUA (2)** jenis utama sistem-terjana gangguan selular, dan cadangkan teknik untuk mengurangkan gangguan tersebut

[6 markah]

- (b) Andaikan sistem mudah alih selular dengan geometri sel heksagon, antenna semua arah dan bahawa gangguan sesaluran yang berkaitan dihasilkan oleh sel-sel jiran terdekat sahaja. Dengan bantuan gambarajah, buktikan bahawa untuk geometri heksagon, faktor pengurangan gangguan sesaluran diberikan oleh  $Q = \sqrt{3N}$ , dimana  $N = i^2 + ij + j^2$ . (Petunjuk: Gunakan hukum kosinus dan geometri sel heksagon)

[7 markah]

- (c) Bandar Melaka mempunyai keluasan  $1497 \text{ km}^2$  dan diliputi oleh sistem selular yang menggunakan corak guna semula sel dua belas (12). Setiap sel mempunyai jejari 4 km dan bandar ini diperuntukkan spectrum 60 MHz dengan lebar jalur saluran dupleks penuh sebanyak 50 kHz. Andaikan GOS 1% untuk sistem Erlang B dinyatakan. Jika trafik ditawarkan setiap pengguna ialah 0.05 Erlangs, tentukan bilangan sel dan kelompok yang ada dalam kawasan perkhidmatan, bilangan saluran setiap sel, jumlah keamatan trafik setiap sel, trafik maksimum yang dibawa, bilangan pelanggan yang dapat ditampung untuk GOS 1% dan jumlah telefon bimbit setiap saluran unik.

[12 markah]

(Carta Erlang-B di *Appendix I*)

**SOALAN 3**

- (a) Terangkan faktor fizikal dalam saluran perambatan radio yang mempengaruhi pemudaran skala-kecil.

[10 markah]

- (b) Sebagai Jurutera Sistem Wireless; anda dikehendaki untuk membangunkan dan menganalisis sistem mudah alih untuk syarikat makanan segera untuk memastikan produk yang boleh dihantar dengan segera. Untuk projek ini, frekuensi operasi sebanyak 1.6 GHz akan digunakan. Sistem radio selular akan digunakan, dengan menggunakan stesen pangkalan radio (RBS) dengan gandaan antena 6 dB memancar dari bahagian atas kedai syarikat itu yang terletak di kawasan pinggir bandar. Stesen bergerak (MS) mempunyai gandaan antena sebanyak 3 dB dan terletak 6 km dari RBS. Kehilangan laluan bahantara untuk kawasan bandar adalah 26 dB. Kehilangan laluan untuk kawasan pinggir bandar dan luar bandar masing-masing sebanyak 9 dB dan 18 dB lebih rendah daripada kawasan Bandar. Stesen mudah alih (MS) mempunyai gandaan antena 3 dB dan terletak 6 km dari RBS. Anggapkan aras hingar ialah -90 dBm dan taburan *Rayleigh* wujud antara RBS dan MS. Jika kebarangkalian isyarat yang diterima di bawah aras hingar ialah 30 saat setiap jam, nilaikan *Effective Isotropic Radiated Power* dalam watt dari RBS untuk setiap kawasan. Kritik jawapan anda. Ramalkan sama ada MS boleh digunakan untuk jarak 30 km dari RBS.

[15 markah]

(Taburan *Rayleigh* di *Appendix II*)

**SOALAN 4**

- (a) Banding dan bezakan kelebihan-kelebihan teknologi LTE dan HSPA/HSPA+. [6 markah]
- (b) Salah satu daripada teknologi 4G yang terkehadapan adalah seperti yang ditetapkan oleh IMT-Advanced iaitu LTE-Advanced. Nyatakan ciri-ciri penting LTE-Advanced. [4 markah]
- (c) Terangkan tujuan penggunaan adaptasi penghubung di dalam sistem jalurlebar wayarles seperti teknologi akses HSPA, CDMA2000 dan OFDM LTE. [2 markah]
- (d) Sistem TDMA dalam GSM menggunakan kadar data sebanyak 270.833 kbps untuk menyokong 8 pengguna bagi setiap kerangka. Anggapkan setiap kerangka saluran terbalik mengandungi 8 slot masa dan dalam setiap slot, terdapat 2 ledakan trafik yang setiap satunya mempunyai 58 bit data dan selebihnya adalah overhead. Bina struktur kerangka GSM dan slot masa di dalam kerangka menggunakan gambarajah yang bersesuaian di samping tempoh masa untuk satu slot. Dapatkan juga kerangka sistem tersebut. Sekiranya jumlah kadar bit adalah 10 kbps, kirakan kecekapan trafik untuk setiap pengguna. [13 markah]

**QUESTION 1**

- (a) There are many advantages of using wireless communication technology compared to wired communication technology. Explain the advantages of wireless communication technology in terms of characteristics of installation, coverage and flexibility.  
[3 marks]
- (b) How would the cell coverage radius be affected by the system loading for each the technologies:
- (i) Advanced Mobile Phone Systems (AMPS)  
[4 marks]
  - (ii) North American CDMA System (IS-95)  
[4 marks]
  - (i) United States Digital Cellular (IS54 TDMA)  
[4 marks]
- (c) Syahrir has just bought a new cellular smartphone from Samsung shop at Melaka city Jusco. Based on the technical specifications provided by the user manual, the battery capacity of the smartphone is stated as 4040 mAH. It is also mentioned that the smartphone draws 100 mA during a call and 10 mA in idle mode. Analyse the battery life performance if Syahrir makes a 12-minute call and then leaves the phone on continuously everyday. What happens if he does the same thing for every hour? Predict the maximum talk time available for the cellular smartphone.  
[10 marks]

(BENT 4783)

**QUESTION 2**

- (a) Interference is the limiting factor in performance of all cellular radio systems. List **TWO (2)** major types of system-generated cellular interference, and propose the techniques to reduce the mentioned interference.

[6 marks]

- (b) Assume cellular mobile system with hexagonal cell geometry, omni-directional antennas and that the relevant co-channel interference is produced by the nearest neighbour cells only. With the aid of a diagram, prove that for a hexagonal geometry, the co-channel interference reduction factor is given by  $Q = \sqrt{3N}$ , where  $N = i^2 + ij + j^2$ . (Hint: Use the cosine law and the hexagonal cell geometry)

[7 marks]

- (c) Melaka city has an area of 1497 km<sup>2</sup> and is covered by a cellular system using a twelve (12) cell reuse pattern. Each cell has a radius of 4 km and the city is allocated 60 MHz of spectrum with a full duplex channel bandwidth of 50 kHz. Assume a GOS of 1% for an Erlang B system is specified. If offered traffic per user is 0.05 Erlangs, determine the number of cells and cluster available in the service area, the number of channels per cell, the traffic intensity of each cell, the maximum carried traffic, the total number of users that can be served for 1% GOS and the total number of mobiles per unique channel.

[12 marks].

(Erlang-B chart is in Appendix I)



**QUESTION 3**

- (a) Explain physical factors in a radio propagation channel that influence small-scale fading.

[10 marks]

- (b) As a Wireless System Engineer; you are required to develop and analyse a mobile system for a fast food company to ensure the products can be delivered promptly. For this project, the operation frequency of 1.6 GHz will be used. A cellular radio system is used, employing a radio base station (RBS) with antenna gain of 6 dB transmitting from the top of the company's shop located in suburban area. The mobile station (MS) have an antenna gain of 3 dB and is located 6 km from the RBS. The medium path loss for the urban area is 26 dB. The suburban and rural areas have a path loss of 9 dB and 18 dB respectively lower than the urban area. The mobile station (MS) have an antenna gain of 3 dB and is located 6 km from the RBS. Assume the noise level is -90 dBm and Rayleigh distribution exists between RBS and MS. If the probability received signal below noise level is 30 seconds per hour, evaluate the Effective Isotropic Radiated Power (EIRP) in watt from RBS for each area. Criticise your answer. Predict whether the MS can be used at a distance of 30 km from the RBS.

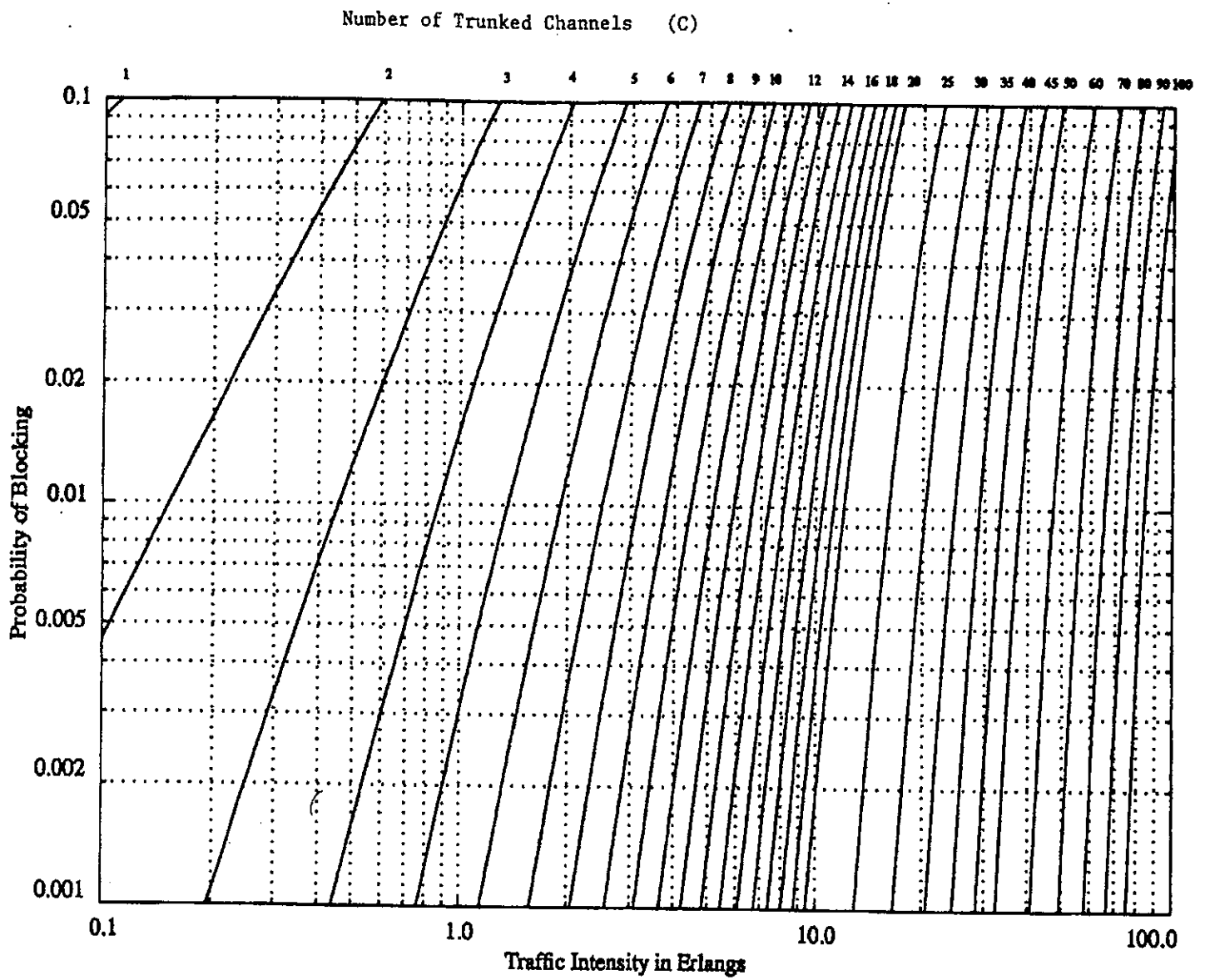
[15 marks]

**(Rayleigh Distribution is in Appendix II)**

**QUESTION 4**

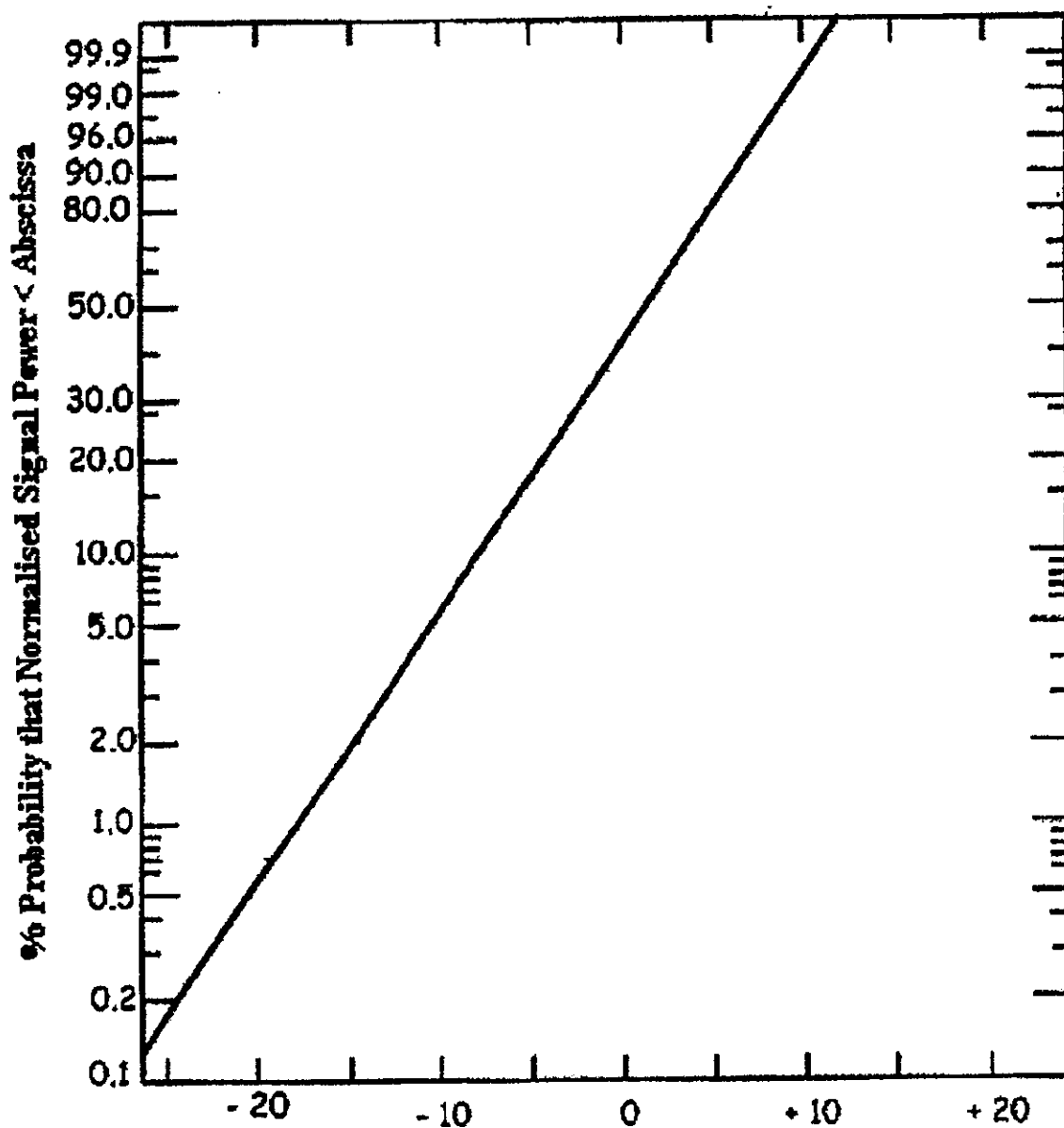
- (a) Compare and contrast the benefits of LTE and HSPA/HSPA+ technologies.  
[6 marks]
- (b) One of the forefront of 4G technologies as specified by the IMT-Advanced is LTE-Advanced. Specify the key features of LTE-Advanced.  
[4 marks]
- (c) Explain the purpose of link adaptation in wireless broadband systems such as HSPA, CDMA2000 and OFDM LTE access technologies.  
[2 marks]
- (d) Global System for Mobile (GSM) TDMA system uses 270.833 kbps data rate to support 8 users per frame. Assume each reverse channel frame contains 8 time slot and within each slot, there are 2 traffic bursts of 58 bits of data and the rest are overheads. Construct the structure of the GSM frame and a timeslot within the frame using appropriate diagram and determine the time duration for a slot. Find also the frame efficiency of the system. If the total bit rate is 10 kbps, calculate the traffic efficiency for each user.  
[13 marks]

## Appendix I : Erlang B Chart



(BENT 4783)

## Appendix II : Rayleigh Distribution



Signal power normalized to the median (dB) CDF of the received signal power plotted on Rayleigh Paper

**FORMULAE:****Free space propagation:**

$$\text{FSPL (dB)} = 32.4 + 20\log(f_c) + 20\log(d)$$

$$P_r = P_t + G_t + G_r - L_s - L_m$$

**Plane earth propagation:**

$$P_r = P_t + G_t + G_r + 20 \log \left( \frac{h_t h_r}{d^2} \right) - L_m$$

**Okumura Model:**

$$L_{50}(\text{dB}) = L_F + A_{mu}(f, d) - G(h_{te}) - G(h_{re}) - G_{AREA}$$

$$G(h_{te}) = 20 \log \left( \frac{h_{te}}{200} \right) \quad 1000\text{m} > h_{te} > 10\text{m}$$

$$G(h_{re}) = 10 \log \left( \frac{h_{re}}{3} \right) \quad h_{re} \leq 3\text{m}$$

$$G(h_{re}) = 20 \log \left( \frac{h_{re}}{3} \right) \quad 10\text{m} > h_{re} > 3\text{m}$$

**Hata Model:**

$$L_{50}(\text{urban})(\text{dB}) = 69.55 + 26.16 \log_{10} f_c - 13.82 \log_{10} h_{te} - \alpha(h_{re}) + (44.9 - 6.55 \log_{10} h_{te}) \log_{10} d$$

$$\alpha(h_{re}) = \begin{cases} (1.1 \log_{10} f_c - 0.7) h_{re} - (1.56 \log_{10} f_c - 0.8) \text{ dB} & \text{small to medium sized city} \\ 8.29(\log_{10} 1.54 h_{re})^2 - 1.1 \text{ dB} & \text{Large city } (f_c \leq 300\text{MHz}) \\ 3.2(\log_{10} 11.75 h_{re})^2 - 4.97 \text{ dB} & \text{Large city } (f_c > 300\text{MHz}) \end{cases}$$

$$L_{50}(\text{urban}) - 2[\log_{10}(f_c/28)]^2 - 5.4 \quad \text{for suburban area}$$

$$L_{50}(\text{urban}) - 4.78(\log_{10} f_c)^2 - 18.33 \log_{10} f_c - 40.98 \quad \text{for rural area}$$

