ບົດທີ 1

ລະບົບຕົວເລກ (Numeration System)

ການສຶກສາລະບົບຕົວເລກເປັນສິ່ງທີ່ສຳຄັນ ເນື່ອງຈາກວ່າລະບົບຕົວເລກເປັນຕົວແທນຂອງການທຳຄວາມເຂົ້າໃຈໃນຂໍ້ມູນ. ດັ່ງນັ້ນ, ກ່ອນທີ່ຈະສາມາດທຳການປະມວນຜົນດ້ວຍລະບົບດີຈິຕອນໃດໆ ລວມທັງເຄື່ອງດີຈິຕອນຄອມພິວເຕີ ການສຶກສາລະບົບຕົວເລກ ຈຶ່ງເປັນພື້ນຖານທີ່ສຳຄັນທີ່ສຸດໃນການອອກແບບວົງຈອນດີຈິຕອນເອເລັກໂຕຣນິກ. ສຳຫຼັບໃນບົດນີ້ເຮົາຈະສຶກສາກ່ຽວກັບລະບົບຕົວເລກຕ່າງໆ ແລະ ທີ່ນິຍົມໃຊ້ກັນທົ່ວໄປສຳຫຼັບເປັນຕົວແທນຂອງຂໍ້ມູນ ຊຶ່ງປະກອບດ້ວຍ: ລະບົບເລກຖານສິບ, ລະບົບເລກຖານສອງ, ລະບົບເລກຖານແປດ ແລະ ລະບົບເລກຖານສິບຫົກ, ການຖອດລະຫັດຕ່າງໆ.

1.1 ລະບົບອະນາລັອກກັບດິຈິຕອນ (Analogue Versus Digitals)

ການແທນຄ່າປະລິມານທາງກາຍຍະພາບໄດ້ປະກອບມີ 2 ວິທີຄື:

ກ. ການແທນຄ່າດ້ວຍລະບົບຕົວເລກແບບອະນາລັອກ ເປັນການແທນຄ່າຕົວເລກຂອງປະລິມານທີ່ເປັນຊ່ວງຕໍ່ເນື່ອງຂອງຄ່າຕໍ່າສຸດ ແລະ ຄ່າສູງສຸດເຊັ່ນ: ອຸນຫະພູມຂອງເຕົາອົບທີ່ສາມາດປັບຄ່າໄດ້ຕັ້ງແຕ່ $0-100\,^{\circ}C$ ຄ່າອຸນຫະພູມທີ່ວັດແທກໄດ້ຂອງເຕົາອົບອາດຈະມີຄ່າ $65\,^{\circ}C$ ຫຼື $64.96\,^{\circ}C$ ຫຼື $64.958\,^{\circ}C$ ແລະ ຄ່າອື່ນໆ ຊຶ່ງຈະຂຶ້ນຢູ່ກັບຄວາມຖືກຕ້ອງຂອງເຄື່ອງວັດແທກ. ໃນທໍານອງດຽວກັນແຮງດັນໄຟຟ້າທີ່ຕົກຄ່ອມອຸປະກອນບາງຢ່າງ ໃນວົງຈອນເອເລັກໂຕຣນິກອາດຈະວັດແທກແຮງດັນໄດ້ເປັນ 6.5 V ຫຼື 6.49 V ຫຼື 6.4869 V. ແນວຄິດພື້ນຖານໃນຮູບແບບຂອງການສະແດງຜົນແບບອະນາລັອກຄື ການປ່ຽນແປງຄ່າຕົວເລກປະລິມານຕໍ່ເນື່ອງ ແລະ ສາມາດມີຄ່າໄດ້ບໍ່ສິ້ນສຸດລະຫວ່າງສອງຈຸດ.

ຂ. ການແທນຄ່າດ້ວຍລະບົບຕົວເລກແບບດີຈິຕອນໂດຍຄ່າຕົວເລກທີ່ເປັນຕົວແທນຈະບໍ່ມີຄວາມຕໍ່ເນື່ອງຄ່າຕົວເລກທີ່ເປັນຕົວແທນສ່ວນໃຫຍ່ຈະໃຊ້ເລກຖານສອງ ຕົວຢ່າງການແທນຄ່າທີ່ບໍ່ມີຄວາມຕໍ່ເນື່ອງເຊັ່ນ: ອຸນຫະພູມຂອງເຕົາອົບມີຄ່າຕົວແທນໃນແຕ່ລະຂັ້ນເທົ່າກັບ $1°C$ ດັ່ງນັ້ນ, ຄ່າອຸນຫະພູມທີ່ຈະໄດ້ຄື $64°C$, $65°C$, $66°C$ ແລະ ຄ່າອື່ນໆ ສະຫຼຸບວ່າ: ອະນາລັອກແມ່ນຈະໃຫ້ເອົາພຸດຕໍ່ເນື່ອງ ສ່ວນລະບົບດີຈິຕອນແມ່ນເອົາພຸດຈະເປັນແບບບໍ່ຕໍ່ເນື່ອງ. ລະບົບອະນາລັອກຈະມີອຸປະກອນ ຫຼື ຂະບວນການທຳງານທາງກາຍະພາບທີ່ສາມາດສະແດງປະລິມານໃນຮູບແບບອະນາລັອກ ສຳຫຼັບລະບົບດີຈິຕອນຈະມີອຸປະກອນທີ່ເຮັດໜ້າທີ່ໃນການປະມວນຜົນທາງກາຍະພາບທີ່ສະແດງໃນຮູບແບບດີຈິຕອນ ຫຼື ຕົວເລກ.

ເຕັກນິກທາງດ້ານລະບົບດິຈິຕອນຈະມີຂໍ້ດີ ຄື: ການອອກແບບຄ່ອນຂ້າງງ່າຍ ແລະ ມີຄວາມແນ່ນອນສູງ ສາມາດທຳການລັບໂປຣແກຣມໄດ້ ການປ້ອງກັນສັນຍານລົບກວນໄດ້ດີ, ສາມາດຈັດເກັບຂໍ້ມູນໄດ້ງ່າຍ ແລະ ມີຄວາມສະດວກໃນການຜະລິດໃນຮູບແບບວົງຈອນລວມ ທີ່ນຳໄປສູ່ຄວາມພ້ອມຂອງຟັງຊັນທີ່ສັບຊ້ອນຫຼາຍຂຶ້ນພ້ອມດຽວກັນນັ້ນແມ່ນໃຊ້ພື້ນທີ່ຂະໜາດ ນ້ອຍ. ສຳຫຼັບໂລກແຫ່ງຄວາມເປັນຈິງ ປະລິມານທາງກາຍະພາບສ່ວນຫຼາຍເປັນແບບອະນາລັອກ ເຊັ່ນ: ຕຳແໜ່ງຄວາມໄວ, ຄວາມເລັ່ງຂອງແຮງດັນ, ອຸນຫະພູມ ແລະ ອັດຕາສ່ວນການໄຫຼຕ່າງ ເປັນປະລິມານອະນາລັອກທີ່ເກີດຂື້ນໃນທຳມະຊາດ. ສຳຫຼັບຕົວປ່ຽນທີ່ເປັນຕົວແທນຂອງປະລິມານ ເຫຼົ່ານີ້ຈະຕ້ອງດຳເນີນການແປງເປັນຂໍ້ມູນດິຈິຕອນສຳຫຼັບໃຊ້ເປັນຂໍ້ມູນ ສຳຫຼັບວິທີການທາງດິຈິຕອນເອເລັກໂຕຣນິກ ການຈັດການຕົວປ່ຽນອິນພຸດທີ່ເປັນອະນາລັອກໃຫ້ເປັນຂໍ້ມູນແບບດິຈິຕອນ ເອີ້ນວ່າ: ວົງຈອນແປງສັນຍານອະນາລັອກໃຫ້ເປັນສັນຍານດິຈິຕອນ (Analogue-to-digital converter- circuits) ແລະ ການຈັດການຂໍ້ມູນແບບດິຈິຕອນ ໃຫ້ເປັນຂໍ້ມູນແບບອະນາລັອກຈະໃຊ້ວົງຈອນແປງສັນຍານດິຈິຕອນເປັນອະນາລັອກ (Digital to-analogue converter circuits). ສຳຫຼັບການແປງຂໍ້ມູນທັງສອງຊະນິດຈະອະທິບາຍຫຼັງຈາກການສຶກສາໃນສ່ວນຕ່າງໆສຳເລັດ ໃນບົດນີ້ຈະສຶກສາລະບົບຕົວເລກທີ່ໃຊ້ກັນທົ່ວໄປທີ່ເປັນຕົວແທນຂອງຂໍ້ມູນດິຈິຕອນ.

1.2 ຄວາມຮູ້ເບື້ອງຕົ້ນກ່ຽວກັບລະບົບຕົວເລກ (Introduction to Number Systems)

ການເລີ່ມສຶກສາໃນລະບົບຕົວເລກ ສາມາດອະທິບາຍໄດ້ໂດຍຫຍໍ້ຂອງຄ່າພາລາມິເຕີທີ່ຮ່ວມກັນກັບທຸກຈຳນວນຂອງລະບົບຕົວເລກ. ຄວາມເຂົ້າໃຈໃນຄ່າພາລາມິເຕີ ແລະ ຄວາມກ່ຽວຂ້ອງກັນນັ້ນເປັນພື້ນຖານໃນການທຳຄວາມເຂົ້າໃຈວິທີການທຳງານລະບົບຕົວເລກຕ່າງໆ. ຕົວເລກທີ່ມີລັກສະນະແຕກຕ່າງກັນຈະເປັນຕົວກຳນົດຈຳນວນລວມຕົວເລກທີ່ເປັນອິດສະຫຼະ ທີ່ໃຊ້ໃນລະບົບຖານ. ລະບົບເລກຖານທີ່ນິຍົມໃຊ້ຫຼາຍຄື: ລະບົບເລກຖານສິບທີ່ທຸກຄົນຄຸ້ນເຄີຍ. ດັ່ງນັ້ນ, ສາມາດເວົ້າໄດ້ວ່າເລກຖານ 10 ຈະມີຈຳນວນຕົວເລກທີ່ຫຼັກ ແລະ ເປັນອິດສະຫຼະຈຳນວນ 10 ຕົວຄື: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ແລະ 9. ໃນທຳນອງດຽວກັນລະບົບເລກຖານ 2 ທີ່ມີພຽງຕົວເລກຈຳນວນ 2 ຕົວທກໍເປັນຫຼັກ ຄື: 0 ແລະ 1. ລະບົບເລກຖານ 8 ມີຈຳນວນຕົວເລກຫຼັກ ແລະ ເປັນອິດສະຫຼະຈຳນວນ 8 ຕົວ ຄື: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ແລະ 7. ສ່ວນລະບົບເລກຖານ 16 ກໍ່ມີຈຳນວນຕົວເລກຫຼັກ ແລະ ເປັນອິດສະຫຼະຈຳນວນ 16 ຕົວຄື: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E ແລະ F.

1.2.1 ລະບົບເລກຖານສິບ (Decimal Number System)

ລະບົບເລກຖານ 10 ເປັນລະບົບເລກທີ່ມີຄ່າຖານເທົ່າກັບ 10 ດັ່ງນັ້ນ, ຈຶ່ງມີ 10 ຕົວ ຄື: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ແລະ 9 ຕົວເລກມີຄ່າສູງສຸດເທົ່າກັບ 9 ເທົ່ານັ້ນ. ຖ້າຕ້ອງການທີ່ຈະຂຽນຕົວເລກຫຼາຍກວ່າ 9 ຈະເປັນການຂຽນເລກຫຼັກທີ 2 ດ້ວຍຄ່າ 1 ເປັນຕົວທຳອິດແລ້ວຕາມດ້ວຍເລກ 0 ຈະໄດ້ 10, ຈາກນັ້ນ 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 ແລະ 19 ຖັດໄປຕົວເລກຈະກາຍເປັນ 20 ຈົນຮອດ 29 ຕົວເລກສອງຫຼັກຂອງເລກຖານສິບຈະມີຄ່າເຖິງ 99 ແລ້ວຈະເລີ່ມຕົ້ນດ້ວຍການລວມກັນເປັນຕົວເລກຈຳນວນສາມຫຼັກ ຄື: 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 110,....999 ຈາກນັ້ນກໍ່ສາມາດຂຽນເປັນ 4 ຫຼັກ ໂດຍຕົວທຳອິດຈະປະກອບດ້ວຍຕົວເລກສອງຫຼັກຕ່ຳສຸດຕາມດ້ວຍ 0 ເຊັ່ນ: 100 ແລະ ສາມາດເພີ່ມຈຳນວນໄດ້ຢ່າງບໍ່ມີສິ້ນສຸດ.

ການວາງຕຳແໜ່ງຕົວເລກທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ຈະເຮັດໃຫ້ຄ່ານ້ຳໜັກຂອງຕົວເລກແຕກຕ່າງກັນ ໂດຍຈະເລີ່ມຈາກ 10^0, 10^1, 10^2 ແລະ ອື່ນໆ (ສຳຫຼັບເລກທີ່ເປັນຈຳນວນເຕັມ) ສ່ວນທີ່ເປັນຈຳນວນເສດຈະເລີ່ມຕົ້ນຈາກເຄື່ອງໝາຍ ຈະມີຄ່ານ້ຳໜັກເປັນ 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3} ແລະ ອື່ນໆ (ສຳຫຼັບເລກທີ່ເປັນຈຳນວນເສດສ່ວນ) ຄ່າຕົວເລກ ເລກຖານສິບໃດໜຶ່ງສາມາດສະແດງເປັນຜົນລວມຂອງຕົວເລກຕ່າງໆ ຄູນດ້ວຍຄ່ານ້ຳໜັກຂອງຕຳແໜ່ງທີ່ຕົວເລກນັ້ນວາງຢູ່.

ຕົວຢ່າງ 1: ໃນກໍລະນີຂອງເລກຖານສິບມີຄ່າເທົ່າກັບ 3586.265

ສໍາຫຼັບເລກຈໍານວນເຕັມ (3586) ເຮົາສາມາດຂຽນໃນຮູບແບບຜົນລວມຂອງຄ່ານໍ້າໜັກໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$3586 = \left(3\times10^{3}\right)+\left(5\times10^{2}\right)+\left(8\times10^{1}\right)+\left(6\times10^{0}\right)$$

ສ່ວນຈໍານວນເສດ (.265) ເຮົາສາມາດຂຽນໃນຮູບແບບຜົນລວມຂອງຄ່ານໍ້າໜັກໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$0.265 = \left(2\times10^{-1}\right)+\left(6\times10^{-2}\right)+\left(5\times10^{-3}\right)$$

ຊຶ່ງຈະເຫັນວ່າແນວຄິດກ່ຽວກັບລະບົບເລກຖານນັ້ນ ແມ່ນຂຶ້ນຢູ່ກັບຈໍານວນຕົວເລກທີ່ແຕກຕ່າງກັນຂອງຕົວເລກ ແລະ ຕໍາແໜ່ງຂອງຕົວເລກ. ນອກຈາກນີ້, ແຕ່ລະຕົວເລກຫຼັກຈະມີຄ່າທີ່ຂຶ້ນຢູ່ກັບຕໍາແໜ່ງຂອງຫຼັກ ແລະ ຖານຂອງລະບົບຕົວເລກນັ້ນໆ.

1.2.2 ລະບົບເລກຖານສອງ

ລະບົບເລກຖານສອງ ເປັນລະບົບເລກທີ່ມີຄ່າຖານເທົ່າກັບ 2 ແລະ ມີຕົວເລກຫຼັກ 2 ຕົວ ຄື: ເລກ 0 ແລະ 1. ສໍາຫຼັບຂັ້ນຕອນການຂຽນຈໍານວນເລກຖານສອງທີ່ຫຼາຍກວ່າ 1 ຈະຄ້າຍກັບໃນກໍລະນີຂອງລະບົບເລກຖານສິບເຊັ່ນ: ຕ້ອງການຈໍານວນຕົວເລກທີ່ແຕກຕ່າງກັນ 16 ຈໍານວນ

ໃນລະບົບເລກຖານສອງຈະເປັນໄດ້ແຕ່ 0, 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000, 1001, 1010, 1011, 1100, 1101, 1110, ແລະ 1111 ໝາຍເລກຖັດໄປຫຼັງຈາກເລກ 1111 ແມ່ນຈະເປັນ 10000.

ການວາງຕໍາແໜ່ງຕົວເລກທີ່ແຕກຕ່າງກັນຈະເຮັດໃຫ້ຄ່ານໍ້າໜັກຂອງຕົວເລກແຕກຕ່າງກັນ ໂດຍເລີ່ມຈາກ 2^0, 2^1, 2^2 ແລະ ອື່ນໆ (ສໍາຫຼັບເລກຈໍານວນເຕັມ), ສ່ວນເລກຈໍານວນເສດ ຈະເລີ່ມຕົ້ນຈາກເຄື່ອງໝາຍຈະມີຄ່ານໍ້າໜັກເປັນ 2^{-1}, 2^{-2}, 2^{-3} ແລະ ອື່ນໆ. ຄ່າຕົວເລກໃດໜຶ່ງຂອງລະບົບເລກຖານສອງສາມາດສະແດງດ້ວຍຜົນລວມຂອງຕົວເລກຕ່າງໆ ຄູນດ້ວຍຄ່ານໍ້າໜັກຂອງຕໍາແໜ່ງທີ່ຕົວເລກນັ້ນວາງຢູ່.

ຕົວຢ່າງ 2: ໃນກໍລະນີຂອງເລກຖານສອງມີຄ່າເທົ່າກັບ $(1011.10)_2$

ສ່ວນທີ່ເປັນຈໍານວນເຕັມແມ່ນ (1011_2) ສາມາດຂຽນໃນຮູບແບບຜົນລວມຂອງຄ່ານໍ້າໜັກໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$1011_2 = (1\times 2^3)+(0\times 2^2)+(1\times 2^1)+(1\times 2^0)$$

ສ່ວນເລກຈໍານວນເສດສ່ວນ $(.10_2)$ ສາມາດຂຽນໃນຮູບແບບຜົນລວມຂອງຄ່ານໍ້າໜັກໄດ້ຄື:

$$.10_2 = (1\times 2^{-1})+(0\times 2^{-2})$$

1.2.3 ລະບົບເລກຖານແປດ (Octal Number System)

ລະບົບເລກຖານແປດ ເປັນລະບົບເລກທີ່ມີຄ່າຖານເທົ່າກັບ 8 ແລະ ມີເລກຫຼັກແປດຕົວ ຄື: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, ແລະ 7. ສຳຫຼັບຂັ້ນຕອນການຂຽນ ຈຳນວນເລກຖານແປດທີ່ຫຼາຍກວ່າ 7 ຈະຄ້າຍກັນກັບໃນກໍລະນີຂອງລະບົບເລກຖານສິບເຊັ່ນ: ຕ້ອງການຂຽນຕົວເລກຈຳນວນທີ່ແຕກຕ່າງກັນ 16 ຈຳນວນໃນລະບົບເລກຖານແປດຈະໄດ້ຄື 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, ແລະ 17 ເລກຖັດໄປຫຼັງຈາກເລກ 17 ແມ່ນຈະເປັນ 20 ເປັນຕົ້ນ.

ການວາງຕຳແໜ່ງຕົວເລກທີ່ແຕກຕ່າງກັນຈະເຮັດໃຫ້ຄ່ານ້ຳໜັກຂອງຕົວເລກແຕກຕ່າງກັນໂດຍຈະເລີ່ມຕົ້ນຈາກ 8^0, 8^1, 8^2 ແລະ ອື່ນໆ (ສຳຫຼັບເລກຈຳນວນເຕັມ), ສ່ວນເລກຈຳນວນເສດຈະເລີ່ມຕົ້ນຈາກເຄື່ອງໝາຍຄື: 8^{-1}, 8^{-2}, 8^{-3} ແລະ ອື່ນໆ. ຄ່າຕົວເລກໃດໜຶ່ງຂອງລະບົບເລກຖານແປດສາມາດສະແດງດ້ວຍຜົນລວມຂອງຕົວເລກຄ່າຕ່າງໆ ຄູນໃຫ້ຄ່ານ້ຳໜັກຂອງຕຳແໜ່ງທີ່ຕົວເລກນັ້ນວາງຢູ່.

ຕົວຢ່າງ 3: ໃນກໍລະນີຂອງເລກຖານແປດມີຄ່າເທົ່າກັບ 231.12_8

ສ່ວນທີ່ເປັນຈໍານວນເຕັມແມ່ນ (231_8) ສາມາດຂຽນໃນຮູບແບບຜົນລວມຂອງຄ່ານໍ້າໜັກຄື:

$$231_8 = \left(2\times 8^2\right)+\left(3\times 8^1\right)+\left(1\times 8^0\right)$$

ສ່ວນເລກຈໍານວນເສດສ່ວນ ($.12_8$) ສາມາດຂຽນໃນຮູບແບບຜົນລວມຂອງຄ່ານໍ້າໜັກໄດ້ຄື:

$$.12_8 = \left(1\times 8^{-1}\right)+\left(2\times 8^{-2}\right)$$

1.2.4 ລະບົບເລກຖານສິບຫົກ (Hexadecimal Number System)

ລະບົບເລກຖານສິບຫົກ ເປັນລະບົບເລກທີ່ມີຄ່າຖານເທົ່າກັບ 16 ຊຶ່ງປະກອບດ້ວຍ: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E ແລະ F ໂດຍທີ່ຄ່າ A = 10, B = 11, C = 12, D = 13, E = 14 ແລະ F = 15. ສຳຫຼັບຂັ້ນຕອນການຂຽນຈຳນວນເລກຖານສິບຫົກທີ່ມີຄ່າຫຼາຍກວ່າ F ຈະຄ້າຍຄືກັນກັບໃນກໍລະນີຂອງລະບົບເລກຖານສິບເຊັ່ນ: ຕ້ອງການຂຽນຕົວເລກຈຳນວນທີ່ແຕກຕ່າງກັນ 16 ຈຳນວນ ໃນລະບົບເລກຖາສິບຫົກຈະໄດ້ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,8, 9, A,B, C, D, E, ແລະ F ເລກຖັດໄປຫຼັງຈາກ F ຈະເປັນ 10.

ການວ່າງຕຳແໜ່ງຕົວເລກທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ຈະເຮັດໃຫ້ຄ່ານ້ຳໜັກຂອງຕົວເລກແຕກຕ່າງກັນ ໂດຍຈະເລີ່ມຈາກ 16^0 ,16^1 ,16^2 ແລະ ອື່ນໆ (ສຳຫຼັບເລກຈຳນວນເຕັມ). ສ່ວນເລກຈຳນວນເສດຈະເລີ່ມຕົ້ນຈາກເຄື່ອງໝາຍເປັນ 16^{-1},16^{-2} , 16^{-3} ແລະ ອື່ນໆ. ຄ່າຕົວເລກໃດໜຶ່ງຂອງລະບົບຖານສິບຫົກສາມາດສະແດງດ້ວຍຜົນລວມຂອງຕົວເລກຕ່າງໆ ຄູນໃຫ້ຄ່ານ້ຳໜັກຂອງຕຳແໜ່ງທີ່ຕົວເລກນັ້ນວາງຢູ່.

ຕົວຢ່າງ 4: ໃນກໍລະນີຂອງເລກຖານສິບຫົກທີ່ມີຄ່າເທົ່າກັບ $2A1.12_{16}$

ສ່ວນທີ່ເປັນຈຳນວນເຕັມແມ່ນ ($2A1_{16}$) ສາມາດຂຽນໃນຮູບແບບຜົນລວມຂອງຄ່ານ້ຳໜັກ

$$2A1_{16} = \left(2\times16^{2}\right)+\left(10\times16^{1}\right)+\left(1\times16^{0}\right)$$

ສ່ວນເລກຈຳນວນເສດ ($.12_{16}$) ສາມາດຂຽນໃນຮູບແບບຜົນລວມຂອງຄ່ານ້ຳໜັກໄດ້ຄື:

$$.12_{16} = \left(1\times16^{-1}\right)+\left(2\times16^{-2}\right)$$

ຕາຕະລາງທີ 1.1 ການປຽບທຽບເລກຖານຕ່າງໆ ກັບເລກຖານສິບ

Decimal	Binary	Octal	Hexadecimal
0	0	0	0
1	01	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A

Decimal	Binary	Octal	Hexadecimal
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10
17	10001	21	11

1.3 ການປ່ຽນເລກຖານຕ່າງໆ (Conversion of Numeration)

ການປ່ຽນເລກຖານຕ່າງໆ ໃນລະບົບດີຈີຕອນເອເລັກໂຕຣນິກ ແມ່ນເປັນສິ່ງທີ່ມີຄວາມສຳຄັນຫຼາຍ, ເນື່ອງວ່າຈາກລະບົບດີຈີຕອນຈະສາມາດເຂົ້າໃຈການທຳງານໄດ້ສະເພາະ 0 ແລະ 1 ເທົ່ານັ້ນ. ເມື່ອນຳມາໃຊ້ສື່ສານໃຫ້ບຸກຄົນທົ່ວໄປຈະເຮັດໃຫ້ເຂົ້າໃຈໄດ້ຍາກເຊັ່ນ: ການໃຊ້ເຄື່ອງຄຳນວນເຊີງຕົວເລກ ເມື່ອນັກສຶກສາຕ້ອງການຄຳນວນຈະເຮັດໃຫ້ການປ້ອນຕົວເລກຖານສິບລົງໄປໃນເຄື່ອງ, ແຕ່ລະເຄື່ອງຈະໃຊ້ສະເພາະເລກຖານສອງໃນການທຳງານເທົ່ານັ້ນ ຈຶ່ງຈຳເປັນຕ້ອງການປ່ຽນເລກຖານສິບກັບໄປເປັນເລກລະບົບຖານສອງກ່ອນ. ຫຼັງຈາກນັ້ນ, ເຄື່ອງຈະຄຳນວນແລ້ວຕ້ອງປ່ຽນຜົນລັບທີ່ໄດ້ຈາກເລກຖານສອງກັບໄປເປັນເລກຖານສິບ ເປັນຕົ້ນ. ໃນລະບົບເລກດີຈີຕອນເອເລັກໂຕຣນິກການປ່ຽນເລກຖານຈະໃຊ້ສະເພາະເລກຖານສອງ, ເລກຖານແປດ, ເລກຖານສິບ ແລະ ເລກຖານສິບຫົກ ເທົ່ານັ້ນ.

1.3.1 ການປ່ຽນເລກຖານສິບເປັນຖານສອງ (Decimal to Binary conversion)

ການປ່ຽນເລກຖານ 10 ເປັນ ເລກຖານ 2 (ເວົ້າສະເພາະເລກທີ່ເປັນຈຳນວນເຕັມ) ເຮັດໄດ້ໂດຍການເອົາເລກຖານ 10 ຕັ້ງ ແລ້ວຫານດ້ວຍ 2 ໄປເລື້ອຍໆ ຈົນກວ່າຈະໄດ້ຮັບຜົນລັບເປັນເລກ 0 ຫຼື ບໍ່ສາມາດຫານຕໍ່ໄປໄດ້ອີກ. ໃນການຫານນັ້ນຈະຕ້ອງຂຽນເປັນເສດໄວ້ທຸກຄັ້ງ. ຈາກນັ້ນ, ໃຫ້ຂຽນເສດສ່ວນທີ່ໄດ້ຈາກການຫານໂດຍລຽນລຳດັບຈາກດ້ານລຸ່ມຂຶ້ນຫາດ້ານເທິງ.

ຕົວຢ່າງ 5: 26_{10} ມີຄ່າເທົ່າໃດໃນລະບົບເລກຖານ 2

ແກ້:

ຕົວຫານ	ຕົວຕັ້ງຫານ	ຜົນລັບ	ລາຍລະອຽດ	ເສດທີ່ໄດ້ຈາກການຫານ
2÷	26	13	26 - (2x13) = 0	0
2÷	13	6	13 – (2x6) = 1	1
2÷	6	3	6 – (2x3) = 0	0
2÷	3	1	3 - (2x1) = 1	1
2÷	1	0 (ຫານບໍ່ໄດ້)	1 - (2x0) = 1	1

ໝາຍເຫດ: ເມື່ອຫານບໍ່ໄດ້ ໃຫ້ນຳເສດສ່ວນມາລຽນຕໍ່ກັນ ໂດຍລຽນຈາກຄ່າລຸ່ມສຸດໄປຫາຄ່າເທິງສຸດ. ດັ່ງນັ້ນ, 26 ໃນເລກຖານສິບມີຄ່າເທົ່າກັບ 11010_2

ການປ່ຽນເລກຈຳນວນເຕັມຖານສິບ ໃຫ້ເປັນເລກຖານສອງ ຈະໃຊ້ວິທີນຳຄ່າເລກຫຼັງຈຸດມາຄູນດ້ວຍ 2 ຈາກນັ້ນ, ນຳຜົນລັບທີ່ເປັນເລກເສດໄປຄູນໃຫ້ 2 ອີກ, ເຮັດວິທີນີ້ໄປເລື້ອຍໆ ຈົນກວ່າຈະພໍໃຈກັບຜົນທີ່ໄດ້. ການຄູນໃຫ້ 2 ແຕ່ລະຄັ້ງຈະໄດ້ຕົວເລກ 1 ຕົວທີ່ກາຍມາເປັນເລກຈຳນວນເຕັມ, ເລກຕົວນັ້ນຄືຜົນຮັບ. ຈາກນັ້ນ, ນຳເອົາຜົນທີ່ໄດ້ຮັບທັງໝົດມາຂຽນຕໍ່ລຽນກັນ ຕັ້ງແຕ່ຕົວທຳອິດຈົນຮອດຕົວສຸດທ້າຍກໍ່ຈະໄດ້ຄ່າເລກຖານ 2 ທີ່ຕ້ອງການດັ່ງຕົວຢ່າງລຸ່ມນີ້.

ຕົວຢ່າງ 6: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານສິບ $(0.65625)_{10}$ ເປັນເລກຖານ 2

ແກ້:

$2 \times 0.65625 = 1.3125$	ຈຳນວນເຕັມແມ່ນ 1	MSB ບິດໃຫຍ່ສຸດ
$2 \times 0.3125 = 0.625$	ຈຳນວນເຕັມແມ່ນ 0	
$2 \times 0.625 = 1.25$	ຈຳນວນເຕັມແມ່ນ 1	
$2 \times 1.25 = 0.5$	ຈຳນວນເຕັມແມ່ນ 0	
$2 \times 0.5 = 1$	ຈຳນວນເຕັມແມ່ນ 1	LSB ບິດນ້ອຍສຸດ

ໝາຍເຫດ: ເລກຈຳນວນເຕັມໃນການຄູນແຕ່ລະຄັ້ງນຳມາຂຽນລຽນກັນຈະໄດ້ 10101.

ສະນັ້ນ, $(0.65625)_{10} = 0.10101_2$

$26 \div 2 = 13$ ເສດ 0

$13 \div 2 = 6$ ເສດ 1

$6 \div 2 = 3$ ເສດ 0

$3 \div 2 = 1$ ເສດ 1

$1 \div 2 = 0$ ເສດ 1

ອ່ານຂຶ້ນ

ຄຳຕອບ: $(26)_{10} = (11010)_2$

$$
\begin{array}{r}
0.65625 \\
\times \quad 2 \\
\hline
1 \leftarrow 1.31250 \\
\times \quad 2 \\
\hline
0 \leftarrow 0.62500 \\
\times \quad 2 \\
\hline
1 \leftarrow 1.25000 \\
\times \quad 2 \\
\hline
0 \leftarrow 0.50000 \\
\times \quad 2 \\
\hline
1 \leftarrow 1.00000
\end{array}
$$

ອ່ານລົງ

ຄຳຕອບ: $(0.65625)_{10} = 0.10101$

* ທັງໝົດ $(26.65625)_{10} = (11010.10101)_2$

1.3.2 ການປ່ຽນເລກຖານ 10 ເປັນເລກຖານ 8 (Decimal to Octal conversion)

ການປ່ຽນເລກຖານ 10 ໃຫ້ເລກຖານ 8 ເຮັດໄດ້ໂດຍການເອົາເລກຖານສິບມາຕັ້ງ ແລ້ວຫານດ້ວຍເລກ 8 ໄປເລື້ອຍໆ ຈົນກວ່າຈະໄດ້ຜົນລັບນ້ອຍກວ່າ 7 ຫຼື ບໍ່ສາມາດຫານຕໍ່ໄປໄດ້. ໃນການຫານນັ້ນຈະຕ້ອງຂຽນຈຳນວນເສດໄວ້ທຸກຄັ້ງ ຈາກນັ້ນ ໃຫ້ຂຽນເສດທີ່ໄດ້ຈາກການຫານໂດຍລຽນລຳດັບຈາກດ້ານລຸ່ມຂຶ້ນເທິງ.

ຕົວຢ່າງ 7: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານສິບ 256_{10} ເປັນເລກຖານ 8

ແກ້:

$256 \div 8 = 32$	ເສດ 0	LSB ບິດນ້ອຍສຸດ
$32 \div 8 = 4$	ເສດ 0	
$4 \div 8$	ເສດ 4	MSB ບິດໃຫຍ່ສຸດ

ໝາຍເຫດ: ຖ້າຈຳນວນທີ່ຫານບໍ່ໄດ້ແມ່ນນຳເອົາຈຳນວນນັ້ນ (ເສດສ່ວນ) ມາລຽນຕໍ່ກັນເລີຍ

ສະນັ້ນ, $256_{10} = 400_8$

ການປ່ຽນເລກເສດທີ່ເປັນເລກຖານສິບໃຫ້ເປັນເລກຖານແປດ ຈະໃຊ້ວິທີການນຳເອົາຄ່າເລກຫຼັງຈຸດມາຄູນດ້ວຍ 8 ຈາກນັ້ນ ນຳຜົນລັບທີ່ເປັນເລກເສດໄປຄູນໃຫ້ 2 ອີກ, ເຮັດວິທີນີ້ໄປເລື້ອຍໆຈົນກວ່າຈະພໍໃຈກັບຜົນທີ່ໄດ້. ການຄູນໃຫ້ 8 ແຕ່ລະຄັ້ງຈະໄດ້ຕົວເລກ 1 ຕົວທີ່ກາຍມາເປັນເລກຈຳນວນເຕັມ, ເລກຕົວນັ້ນຄືຜົນຮັບ. ຈາກນັ້ນ, ນຳເອົາຜົນທີ່ໄດ້ຮັບທັງໝົດມາຂຽນຕໍ່ລຽນກັນຕັ້ງແຕ່ຕົວທຳອິດຈົນຮອດຕົວສຸດທ້າຍກໍ່ຈະໄດ້ຄ່າເລກຖານ 2 ທີ່ຕ້ອງການດັ່ງຕົວຢ່າງລຸ່ມນີ້.

ຕົວຢ່າງ 8: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານສິບ $(0.140625)_{10}$ ເປັນເລກຖານ 8

ແກ້:

$8 \times 0.140625 = 1.125$	ຈຳນວນເຕັມແມ່ນ 1	MSB ບິດໃຫຍ່ສຸດ
$8 \times 0.125 = 1.000$	ຈຳນວນເຕັມແມ່ນ 1	LSB ບິດຕ່ຳສຸດ

ສະນັ້ນ, $(0.140625)_{10} = 0.11_8$

1.3.3 ການປ່ຽນເລກຖານສິບໃຫ້ເປັນເລກຖານສິບຫົກ (Decimal to Hex conversion)

ການປ່ຽນເລກຖານ 10 ໃຫ້ເປັນເລກຖານ 16 (ເລກຈຳນວນເຕັມ) ເຮັດໄດ້ໂດຍການເອົາເລກຖານສິບມາຕັ້ງ ແລ້ວຫານດ້ວຍເລກ 16 ໄປເລື້ອຍໆ ຈົນກວ່າຈະໄດ້ຜົນຮັບນ້ອຍກວ່າ 15 ຫຼື ຈົນກວ່າບໍ່ສາມາດຫານໄດ້.

ໃນການຫານແຕ່ລະຄັ້ງນັ້ນຈະຕ້ອງຂຽນຈຳນວນເສດໄວ້ທຸກຄັ້ງ ຈາກນັ້ນຈຶ່ງຂຽນເສດທີ່ໄດ້ຈາກການຫານໂດຍລຽນລຳດັບຈາກລຸ່ມຂຶ້ນເທິງ ຫຼື ຕາມລູກສອນດັ່ງລຸ່ມນີ້.

ຕົວຢ່າງ 9: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານສິບ 512_{10} ໃຫ້ເປັນເລກຖານ 16

ແກ້:

$512 \div 16 = 32$	ເສດ 0	LSB ບິດນ້ອຍສຸດ
$32 \div 16 = 2$	ເສດ 0	
$2 \div 16$	ເສດ 2	MSB ບິດໃຫຍ່ສຸດ

ໝາຍເຫດ: ຖ້າຈຳນວນທີ່ຫານບໍ່ໄດ້ແມ່ນນຳເອົາຈຳນວນນັ້ນ (ເສດສ່ວນ) ມາລຽນຕໍ່ກັນເລີຍ

ດັ່ງນັ້ນ, $512_{10} = 200_{16}$

ການປ່ຽນເລກເລດທີ່ເປັນເລກຖານສິບໃຫ້ເປັນເລກຖານສິບຫົກ ຈະໃຊ້ວິທີການນຳເອົາຄ່າເລກຫຼັງຈຸດມາຄູນດ້ວຍ 16 ຈາກນັ້ນ ນຳຜົນລັບທີ່ເປັນເລກເລດໄປຄູນໃຫ້ 16 ອີກຄັ້ງ, ເຮັດວິທີນີ້ໄປເລື້ອຍໆ ຈົນກວ່າຈະພໍໃຈກັບຜົນທີ່ໄດ້. ການຄູນໃຫ້ 8 ແຕ່ລະຄັ້ງຈະໄດ້ຕົວເລກ 1 ຕົວທີ່ກາຍມາເປັນເລກຈຳນວນເຕັມ, ເລກຕົວນັ້ນຄືຜົນຮັບ. ຈາກນັ້ນ, ນຳເອົາຜົນທີ່ໄດ້ຮັບທັງໝົດມາຂຽນຕໍ່ລຽນກັນ ຕັ້ງແຕ່ຕົວທຳອິດຈົນຮອດຕົວສຸດທ້າຍກໍ່ຈະໄດ້ຄ່າເລກຖານ 16 ທີ່ຕ້ອງການດັ່ງຕົວຢ່າງລຸ່ມນີ້.

ຕົວຢ່າງ 10: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານສິບ $(0.14453125)_{10}$ ເປັນເລກຖານ 16

ແກ້:

$16 \times 0.14453125 = 2.3125$ ຈຳນວນເຕັມແມ່ນ 2 MSB ບິດໃຫຍ່ສຸດ

$16 \times 0.3125 = 5$ ຈຳນວນເຕັມແມ່ນ 5 LSB ບິດນ້ອຍສຸດ

ສະນັ້ນ, $(0.14453125)_{10} = 0.25_{16}$

1.3.4 ການປ່ຽນເລກຖານ 2 ເປັນເລກຖານ 10 (Binary to Decimal conversion)

ການປ່ຽນເລກຖານສອງກັບໄປເປັນເລກຖານສິບ ແມ່ນຕ້ອງອາໃສຄ່າປະຈຳຫຼັກຂອງແຕ່ລະບິດໃນເລກຖານສອງ ທີ່ຕ້ອງການແປງ ໂດຍຈະແຍກຕົວເລກໃນແຕ່ລະບິດມາຄູນກັບເລກປະຈຳຫຼັກ ແລ້ວນຳຜົນໄດ້ຮັບຈາກການຄູນດັ່ງກ່າວມາບວກຕົວກັນ. ກໍ່ຈະໄດ້ເລກຖານສິບທີ່ມີຄ່າຕົງກັບເລກຖານສອງ.

ຕົວຢ່າງ 11: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານສອງ $(10101)_2$ ເປັນເລກຖານສິບ

ແກ້:

$$
\begin{aligned}
10101_2 &= (1\times 2^4)+(0\times 2^3)+(1\times 2^2)+(0\times 2^1)+(1\times 2^0) \\
&= 16+0+4+0+1 \\
10101_2 &= 21_{10}
\end{aligned}
$$

ຕົວຢ່າງ 12: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານສອງ $(0.101)_2$ ເປັນເລກຖານສິບ

ແກ້:

$$
\begin{aligned}
0.101_2 &= (1\times 2^{-1})+(0\times 2^{-2})+(1\times 2^{-3}) \\
&= 0.5+0+0.125 \\
0.101_2 &= 0.625_{10}
\end{aligned}
$$

1.3.5 ການປ່ຽນເລກຖານ 8 ໃຫ້ເປັນເລກຖານ 10 (Octal to Decimal conversion)

ການປ່ຽນເລກຖານ 8 ເປັນເລກຖານ 10 ຕ້ອງອາໃສຄ່າປະຈຳຫຼັກຂອງແຕ່ລະບິດໃນລະບົບເລກຖານແປດທີ່ຕ້ອງການປ່ຽນນັ້ນ ໂດຍຈະແຍກຕົວເລກໃນແຕ່ລະຫຼັກມາຄູນດ້ວຍຄ່າປະຈຳຫຼັກ ແລ້ວນຳຜົນໄດ້ຮັບຈາກການຄູນດັ່ງກ່າວມາບວກກັນ ກໍ່ຈະໄດ້ເລກຖານສິບທີ່ຕ້ອງການ.

ຕົວຢ່າງ 13: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານແປດ $(124)_8$ ເປັນເລກຖານສິບ

ແກ້:

$$124_8 = (1\times 8^2)+(2\times 8^1)+(4\times 8^0)$$
$$= 64+16+4$$
$$124_8 = 84_{10}$$

ຕົວຢ່າງ 14: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານແປດ $(0.12)_8$ ເປັນເລກຖານສິບ

ແກ້:

$$0.12_8 = (1\times 8^{-1})+(2\times 8^{-2})$$
$$= 0.125+0.03125$$
$$0.12_8 = 0.15625_{10}$$

1.3.6 ການປ່ຽນເລກຖານ 16 ເປັນເລກຖານ 10 (Hex to Decimal conversion)

ການປ່ຽນເລກຖານ 16 ເປັນເລກຖານ 10 ຕ້ອງອາໃສຄ່າປະຈຳຫຼັກຂອງແຕ່ລະບິດໃນລະບົບເລກຖານສິບຫົກທີ່ຕ້ອງການປ່ຽນນັ້ນ ໂດຍຈະແຍກຕົວເລກໃນແຕ່ລະຫຼັກມາຄູນດ້ວຍຄ່າປະຈຳຫຼັກແລ້ວນຳຜົນໄດ້ຮັບຈາກການຄູນດັ່ງກ່າວມາບວກກັນ ກໍ່ຈະໄດ້ເລກຖານສິບທີ່ຕ້ອງການ.

ຕົວຢ່າງ 15: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານສິບຫົກ $(1AC)_{16}$ ໃຫ້ເປັນເລກຖານສິບ

ແກ້:

$$
\begin{aligned}
1AC_{16} &= (1\times16^{2})+(10\times16^{1})+(12\times16^{0}) \\
&= 256+160+12 \\
1AC_{16} &= 428_{10}
\end{aligned}
$$

ຕົວຢ່າງ 16: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານສິບຫົກ $(0.52)_{16}$ ໃຫ້ເປັນເລກຖານສິບ

ແກ້:

$$
\begin{aligned}
0.52_{16} &= (5\times16^{-1})+(2\times16^{-2}) \\
&= 0.3125+0.0078125 \\
0.52_{16} &= 0.3203125_{10}
\end{aligned}
$$

1.3.7 ການປ່ຽນເລກຖານ 8 ໃຫ້ເປັນເລກຖານ 2 ແລະ ການປ່ຽນເລກຖານ 2 ໃຫ້ເປັນເລກຖານ 8 (Octal to Binary, Binary to Octal conversion)

ລະບົບເລກຖານແປດຈຳນວນ 1 ຫຼັກ ສາມາດແທນໄດ້ດ້ວຍຈຳນວນເລກຖານສອງຈຳນວນ 3 ຫຼັກເຊັ່ນ: $5_8 = 101_2$ ເປັນຕົ້ນ. ດັ່ງນັ້ນ, ໃນການປ່ຽນເລກຖານແປດເປັນເລກຖານສອງ ຈຶ່ງສາມາດເຮັດໄດ້ໂດຍນຳເອົາຕົວເລກຖານສອງຈຳນວນ 3 ຫຼັກ ແທນໃຫ້ເລກຖານແປດ. ໃນທຳນອງດຽວກັນການປ່ຽນເລກຖານສອງເປັນເລກຖານແປດ ຈະເປັນການຈັດກຸ່ມຈຳນວນຫຼັກຂອງເລກຖານສອງໃຫ້ເປັນກຸ່ມລະ 3 ຫຼັກ ເພື່ອໃຊ້ເປັນຕົວແທນຂອງເລກຖານແປດ. ໂດຍເລີ່ມຈັບກຸ່ມຈາກທາງດ້ານຂວາມື ສຳຫຼັບຕົວເລກທີ່ຢູ່ດ້ານຊ້າຍມືສາມາດຕື່ມເລກ 0 ເພື່ອໃຫ້ສາມາດຈັດກຸ່ມໄດ້. (ໃຊ້ກັບເລກຈຳນວນເຕັມ) ຕົວແທນຂອງເລກຖານແປດທີ່ທຽບເທົ່າກັບເລກຖານສອງດັ່ງທີ່ສະແດງໃນຕາຕະລາງລຸ່ມນີ້:

ຕາຕະລາງທີ 1.2 ສະແດງເລກຖານແປດທຽບເທົ່າກັບເລກຖານສອງ

ເລກຖານແປດ	ເລກຖານສອງ
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

ຕົວຢ່າງ 17: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານສອງ $(111000111101)_2$ ໃຫ້ເປັນເລກຖານແປດ

ແກ້: ເຮົາສາມາດຈັດອອກເປັນກຸ່ມໄດ້ຄື:

$$\begin{array}{cccc} (111) & (000) & (111) & (101) \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 7 & 0 & 7 & 5 \end{array}$$

ສະນັ້ນ, $(111000111101)_2 = 7075_8$

ຕົວຢ່າງ 18: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານສອງ $(101111.11010)_2$ ໃຫ້ເປັນເລກຖານແປດ

ແກ້: ເຮົາສາມາດຈັດອອກເປັນກຸ່ມໄດ້ຄື:

$$\begin{array}{ccccc} (101) & (111) & . & (110) & (100) \\ \downarrow & \downarrow & & \downarrow & \downarrow \\ 5 & 7 & . & 6 & 4 \end{array}$$

ສະນັ້ນ, $(101111.11010)_2 = 57.64_8$

ຈາກຕົວຢ່າງທີ 18 ເຫັນວ່າສ່ວນທີ່ເປັນຈຳນວນເຕັມສາມາດຕື່ມເລກ 0 ໃສ່ຊ້າຍສຸດຂອງເລກທີ່ໃຫ້ມາ, ສ່ວນທີ່ເປັນຈຳນວນເສດແມ່ນສາມາດຕື່ມໃສ່ຂວາສຸດຂອງເລກທີ່ໃຫ້ມາເພື່ອໃຫ້ສາມາດຈັດກຸ່ມໃຫ້ໄດ້ຄົບ 3 ຫຼັກ.

ຕົວຢ່າງ 19: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານແປດ $(245)_8$ ໃຫ້ເປັນເລກຖານສອງ

ແກ້: ເຮົາສາມາດຂະຫຍາຍແຕ່ລະຕົວເລກໄດ້ຄືດັ່ງນີ້:

$$\begin{array}{ccc} 2 & 4 & 5 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ (010) & (100) & (101) \end{array}$$

ສະນັ້ນ, $(245)_8 = 010100101_2$

ຕົວຢ່າງ 20: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານແປດ $(345.23)_8$ ໃຫ້ເປັນເລກຖານສອງ

ແກ້: ເຮົາສາມາດຂະຫຍາຍແຕ່ລະຕົວເລກໄດ້ຄືດັ່ງລຸ່ມນີ້:

$$\begin{array}{cccccc} 3 & 4 & 5 & . & 2 & 3 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & & \downarrow & \downarrow \\ (011) & (100) & (101) & . & (010) & (011) \end{array}$$

ສະນັ້ນ, $(345.23)_8 = 011100101.010011_2$

1.3.8 ການປ່ຽນເລກຖານ 2 ໃຫ້ເປັນຖານ 16 ແລະ ການປ່ຽນເລກຖານ 16 ໃຫ້ເປັນຖານ 2 (Binary to Hex, Hex to Binary conversion)

ລະບົບເລກຖານສິບຫົກຈຳນວນ 1 ຫຼັກ ສາມາດແທນໄດ້ດ້ວຍຈຳນວນເລກຖານສອງຈຳນວນ 4 ຫຼັກເຊັ່ນ: $9_{16} = 1001_2$ ເປັນຕົ້ນ. ດັ່ງນັ້ນ, ໃນການປ່ຽນເລກສິບຫົກໃຫ້ເປັນເລກຖານສອງຈຶ່ງສາມາດເຮັດໄດ້ໂດຍການແທນຕົວເລກຖານສອງຈຳນວນ 4 ຫຼັກ ລົງໃນເລກຖານສິບຫົກຈຳນວນ 1 ຫຼັກ. ໃນທຳນອງດຽວກັນການປ່ຽນເລກຖານສອງໃຫ້ເປັນເລກຖານສິບຫົກຈະເປັນການຈັດກຸ່ມຈຳນວນຫຼັກຂອງເລກຖານສອງໃຫ້ເປັນກຸ່ມໆລະ 4 ຫຼັກ ເພື່ອໃຊ້ເປັນຕົວແທນຂອງເລກຖານສິບຫົກ ຖ້າເປັນຈຳນວນເຕັມການຈັບເປັນກຸ່ເລີ່ມມຈາກທາງດ້ານຂວາມື ສຳຫຼັບຕົວເລກທີ່ຢູ່ດ້ານຊ້າຍມືສາມາດຕື່ມເລກ 0 ໃສ່ເພື່ອໃຫ້ສາມາດຈັດກຸ່ມໄດ້ຄົບ. ຖ້າເປັນເລກຈຳນວນເສດ ການຈັດກຸ່ມແມ່ນເລີ່ມຈາກດ້ານຊ້າຍມືໄປ ແລະ ສາມາດຕື່ມ 0 ໃສ່ຂວາມືສຸດຂອງເລກເສດທີ່ໃຫ້ມາ ເພື່ອໃຫ້ຄົບກຸ່ມ.ຕົວແທນຂອງເລກຖານສິບຫົກທີ່ທຽບເທົ່າກັບເລກຖານສອງສະແດງໃນຕາຕະລາງລຸ່ມນີ້:

ຕາຕະລາງທີ 1.3 ສະແດງຕົວເລກຖານສິບຫົກທີ່ທຽບເທົ່າກັບເລກຖານສອງ

ເລກຖານສິບຫົກ	ເລກຖານສອງ
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
A	1010
B	1011
C	1100
D	1101
E	1110
F	1111

ຕົວຢ່າງ 21: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານສອງ $(111000111101)_2$ ໃຫ້ເປັນເລກຖານສິບຫົກ

ແກ້: ເຮົາສາມາດຈັດອອກເປັນກຸ່ມໄດ້ຄື:

(1110) (0011) (1101)

$\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$

E 3 D

ສະນັ້ນ, $(111000111101)_2 = E3D_{16}$

ຕົວຢ່າງ 22: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານສອງ $(101111.11010)_2$ ໃຫ້ເປັນເລກຖານສິບຫົກ

ແກ້: ເຮົາສາມາດຈັດອອກເປັນກຸ່ມໄດ້ຄື:

(0010) (1111) . (1101) (0000)

$\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$

2 F . D 0 ກຸ່ມຈັດອອກເປັນກຸ່ມໄດ້ຄື:

ສະນັ້ນ, $(101111.11010)_2 = 2F.D0_{16}$

ຕົວຢ່າງ 23: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານສິບຫົກ $(25A)_{16}$ ໃຫ້ເປັນເລກຖານສອງ

ແກ້: ເຮົາສາມາດຂະຫຍາຍອອກເປັນກຸ່ມຄືດັ່ງນີ້:

$$\begin{array}{ccc} 2 & 5 & A \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ (0010) & (0101) & (1010) \end{array}$$

ສະນັ້ນ, $(25A)_{16} = 001001011010_2$

ຕົວຢ່າງ 24: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານສິບຫົກ $(C3A.2B)_{16}$ ເປັນເລກຖານສອງ

ແກ້: ເຮົາສາມາດຂະຫຍາຍອອກເປັນກຸ່ມຄືດັ່ງນີ້:

$$\begin{array}{cccccc} C & 3 & A & . & 2 & B \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & & \downarrow & \downarrow \\ (1100) & (0011) & (1010) & . & (0010) & (1011) \end{array}$$

ສະນັ້ນ, $(C3A.2B)_{16} = 110000111010.00101011_2$

1.3.9 ການປ່ຽນເລກຖານລະຫວ່າງເລກຖານ 8 ກັບເລກຖານ 16

ການປ່ຽນເລກຖານແປດໃຫ້ເປັນເລກຖານສິບຫົກ ແລະ ການປ່ຽນເລກຖານສິບຫົກໃຫ້ເປັນເລກຖານແປດ ມີຫຼັກການປ່ຽນຄື: ໃຫ້ປ່ຽນເລກຖານນັ້ນເປັນເລກຖານສອງກ່ອນ ແລ້ວແປງເລກຖານສອງທີ່ໄດ້ມາເປັນເລກຖານທີ່ເຮົາຕ້ອງການ.

ຕົວຢ່າງ 25: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານແປດ $(437.65)_8$ ໃຫ້ເປັນເລກຖານສິບຫົກ

ແກ້:

4 3 7 . 6 5

$\downarrow$

(010) (011) (111) . (110) (101) $\longleftarrow$ (ປ່ຽນເປັນເລກຖານສອງກ່ອນ)

(1001) (1111) . (1101) (0100) $\longleftarrow$ (ຈາກນັ້ນຈັດເປັນກຸ່ມ)

$\downarrow$

9 F . D 4

ສະນັ້ນ, $(437.65)_8 = 9F.D4_{16}$

ຕົວຢ່າງ 26: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານສິບຫົກ $(9EB.3E)_{16}$ ໃຫ້ເປັນເລກຖານສິບຫົກ

ແກ້:

9 E B . 3 E

(1001) (1110) (1011) . (0011) (1110) $\longleftarrow$ (ປ່ຽນເປັນເລກຖານສອງ)

(100) (110) (101) (011) . (001) (111) (100) $\longleftarrow$ (ຈັດເປັນກຸ່ມ)

4 6 5 3 . 1 7 4

ສະນັ້ນ, $(9EB.3E)_{16} = 4653.174_8$

1.4 ການຄຳນວນທາງຄະນິດສາດຂອງເລກຖານ (Operator Arithmetic of Numeration)

ການຄຳນວນທາງຄະນິດສາດສຳຫຼັບເລກຖານ ໂດຍທົ່ວໄປປະກອບດ້ວຍ ການບວກ, ການລົບ, ການຄູນ ແລະ ການຫານ. ການທຳແບບ 1's Complement ແລະ 2's Complement ບໍ່ວ່າຈະເປັນເລກຖານໃດໆ ຈະມີຂັ້ນຕອນການຄຳນວນຄືກັນເຊັ່ນ:

- ຂຽນຈຳນວນເລກຕົວຕັ້ງ ແລະ ເລກຕົວທີ່ໃຊ້ຄຳນວນໃຫ້ລຽນຕົງກັນ ໂດຍເລີ່ມຕັ້ງແຕ່ຫຼັກຫົວໜ່ວຍໄປທາງດ້ານຊ້າຍມື.

- ການຄຳນວນຈະຄ້າຍຄືກັບການຄຳນວນເລກຖານສິບ ຊຶ່ງທັງການຈື່ ແລະ ການຢືມຈາກຫຼັກທີ່ຫຼາຍກວ່າ.

- ໂດຍແຕ່ລະຕົວທີ່ຄຳນວນແມ່ນໃຫ້ຄິດໄລ່ເປັນຖານສິບກ່ອນ ແລ້ວຄ່ອຍແປງເປັນຖານອື່ນ.

1.4.1 ການບວກ ແລະ ການລົບ ຄ່າໃນລະບົບເລກຖານສອງ (Add and Subtract Numeration of Binary)

ການຄຳນວນເລກໃນລະບົບເລກຖານສອງຈະມີຫຼັກການທົ່ວໄປ ໃນລະບົບເລກຖານສອງນັ້ນຈະມີຕົວເລກທີ່ແຕກຕ່າງກັນຄື: 0 ແລະ 1 ເທົ່ານັ້ນ. ເມື່ອນຳເອົາຈຳນວນ 1+1 ຈະໄດ້ຄ່າເທົ່າກັບ 2 ໃນລະບົບເລກຖານສິບ. ແຕ່ບໍ່ສາມາດຂຽນໄດ້ໃນລະບົບເລກຖານສອງ. ດັ່ງນັ້ນ, ຈຶ່ງຕ້ອງມີການແປງຜົນທີ່ໄດ້ຮັບໂດຍການນຳເອົາຄ່າສອງມາລົບອອກຈາກຜົນໄດ້ຮັບຈະໄດ້ $2 - 2 = 0$ ແລະ ມີຕົວຈື່ເທົ່າກັບ 1.

ຕາຕະລາງທີ 1.4 ການບວກເລກຖານສອງ

ຕົວຕັ້ງ	ຕົວບວກ	ຜົນທີ່ໄດ້ຮັບ	ຕົວຈື່
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

ຕົວຢ່າງ 27: ຈົ່ງບວກເລກຖານສອງ $1011_2 + 1001_2$

ແກ້:

$$\begin{array}{r} 1011 \\ +\; \\ 1001 \\ \hline 10100 \end{array}$$

ຕອບ $1011_2 + 1001_2 = 10100_2$

ການລົບເລກຖານສອງຖ້າຕົວຕັ້ງຫຼາຍກວ່າຕົວລົບ ກໍ່ສາມາດລົບໄດ້ຄືກັນກັບລະບົບເລກຖານສິບ ແຕ່ຖ້າຕົວຕັ້ງລົບນ້ອຍກວ່າ ແມ່ນຈະຕ້ອງໄດ້ຢືມຄ່າຈາກຫຼັກທີ່ຢູ່ຖັດໄປທາງດ້ານຊ້າຍມືເທົ່າກັບ 1 ໂດຍຄ່າທີ່ຢືມມາຈະມີຄ່າເທົ່າກັບ 2 ໃນລະບົບເລກຖານສິບ ແລະ ຕົວທີ່ໃຫ້ຢືມຈະມີຄ່າຫຼຸດລົງເທົ່າກັບ 1.

ຕາຕະລາງທີ 1.5 ການລົບເລກຖານສອງ

ຕົວຕັ້ງ	ຕົວລົບ	ຜົນທີ່ໄດ້ຮັບ	ຕົວຢືມ
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0

ຕົວຢ່າງ 28: ຈົ່ງລົບເລກຖານສອງ $1101101_2 - 1011110_2$

ແກ້:

$$\begin{array}{r} 1101101 \\ -\ \ \\ 1011110 \\ \hline 0001111 \end{array}$$

ຕອບ $1101101_2 - 1011110_2 = 0001111_2$

1.4.2 ການຄູນ ແລະ ການຫານ ເລກຖານສອງ

ການຄູນ ແລະ ການຫານ ເລກຖານສອງແມ່ນໃຊ້ຫຼັກການດຽວກັນກັບການຄູນ ແລະ ການຫານເລກຖານສິບ ພຽງແຕ່ເລກຖານສອງມີພຽງ 0 ກັບ 1 ເທົ່ານັ້ນ. ຜົນທີ່ໄດ້ຮັບຈຶ່ງມີພຽງ 0 ແລະ 1 ຄືກັນ ດັ່ງຕົວຢ່າງລຸ່ມນີ້:

ຕົວຢ່າງ 29: ຈົ່ງຄູນເລກຖານສອງ $11011_2 \times 101_2$

ແກ້:

$$\begin{array}{r} 11011 \\ \times \quad 101 \\ \hline 11011 \\ 0000 \\ + \quad 11011 \\ \hline 10000111 \end{array}$$

ຕອບ $11011_2 \times 101_2 = 10000111_2$

ຕົວຢ່າງ 30: ຈົ່ງຫານເລກຖານສອງ $1001_2 \div 11_2$

ແກ້:

$$
\begin{array}{r}
11 \\
11 \enclose{longdiv}{1001} \\
- \\
\underline{11} \\
11 \\
- \\
\underline{11} \\
00
\end{array}
$$

ຕອບ: $1001_2 \div 11_2 = 11_2$

$1001 \div 11$

$$
\begin{array}{r|l}
1001 & 11 \\
\hline
-11 & 11 \\
\hline
0011 & \\
-11 & \\
\hline
00 &
\end{array}
$$

ຄຳຕອບ: $(1001)_2 \div (11)_2$

$= (11)_2$

1.4.3 ການລົບເລກຖານສອງດ້ວຍວິທີຄອມພີເມນ (Complement)

ເນື່ອງຈາກລະບົບຕົວເລກຖານສອງ ເປັນລະບົບເລກຖານທີ່ສຳຄັນໃນການເປັນຕົວແທນຂໍ້ມູນສຳຫຼັບລະບົບດິຈິຕອນ ເມື່ອນຳມາໃຊ້ໃນການຄຳນວນໃນການລົບຕົວເລກຈຳເປັນທີ່ຈະຕ້ອງເພີ່ມວົງຈອນການລົບລົງໄປໃນການອອກແບບ. ດັ່ງນັ້ນ, ເພື່ອເປັນການຫຼຸດຄວາມຫຍຸ້ງຍາກໃນການອອກແບບ ຈຶ່ງໃຊ້ວິທີການບວກແຕ່ພຽງຢ່າງດຽວໂດຍເປັນການບວກແບບເຄື່ອງໝາຍເຊັ່ນ: 5_{10} + (-2) = 3_{10} ເປັນຕົ້ນ. ດັ່ງນັ້ນ, ເພື່ອເຮັດໃຫ້ຮູ້ວ່າຂໍ້ມູນທີ່ນຳມາຄຳນວນນັ້ນມີຄ່າເປັນລົບຈະຕ້ອງດຳເນີນການປ່ຽນຄ່າຕົວເລກໂດຍໃຊ້ວິທີການຄອມພີເມນ ຊຶ່ງເຮັດໄດ້ໂດຍການໃຊ້ເຄື່ອງໝາຍລົບ (-) ຕິດມາກັບຕົວເລກ ສຳຫຼັບການຄອມພີເມນໃນລະບົບເລກຖານສອງຈະມີ 2 ແບບຄື: ແບບ 1's Complement ແລະ ແບບ 2's Complement.

ແບບ 1's Complement ເປັນວິທີການກັບສະຖານະຂອງໂລຈິກເຊັ່ນ: ການປ່ຽນໂລຈິກ 0 ເປັນ 1 ແລະ ການປ່ຽນໂລຈິກ 1 ເປັນ 0.

ແບບ 2's Complement ເປັນຜົນບວກທີ່ໄດ້ຮັບຈາກການນຳເອົາຄ່າ 1 ໄປບວກກັບຄ່າ 1's Complement ເພື່ອໃຊ້ສຳຫຼັບຄຳນວນການລົບເລກໂດຍວິທີບວກພຽງຢ່າງດຽວ ແລະ ໃຊ້ສຳຫຼັບການປະມວນຜົນໃນລະບົບດິຈິຕອນ.

ກ. ວິທີແບບ 1's Complement

<u>ຂັ້ນຕອນທີ 1:</u> ຫາ 1's Complement ຂອງຕົວລົບ (ຄ່າທີ່ກົງກັນຂ້າມ) ຖ້າຈຳນວນຫຼັກຂອງຕົວລົບນ້ອຍກວ່າແມ່ນໃຫ້ຕື່ມເລກ 0 ດ້ານຊ້າຍມືໃຫ້ເທົ່າກັບຕົວຕັ້ງແລ້ວຊອກຄ່າຂອງ 1's Complement;

<u>ຂັ້ນຕອນທີ 2:</u> ບວກຜົນທີ່ໄດ້ຈາກຂໍ້ທີ 1 ກັບຕົວຕັ້ງ;

<u>ຂັ້ນຕອນທີ 3:</u> ຜົນບວກຈາກຂໍ້ທີ 2 ຖ້າຜົນໄດ້ຮັບມີຕົວຈື່ ຫຼື ຫຼາຍກວ່າຈຳນວນຕົວຕັ້ງ (End around carry) ແມ່ນໃຫ້ຕັດຕົວເລກ 1 ທີ່ຢູ່ດ້ານຊ້າຍສຸດອອກ ແລ້ວບວກດ້ວຍ 1.

ຕົວຢ່າງ 31: ຈົ່ງລົບເລກຖານສອງ 110111_2 - 100101_2 ດ້ວຍວິທີ 1's Complement

ແກ້:

- ຊອກຄ່າ 1's Complement ຂອງຕົວລົບຈະໄດ້ 011010
- ນຳຄ່າຕົວຕັ້ງມາບວກກັບຜົນຂອງການຊອກຫາຄ່າ 1's Complement ຄື: 011010

$$\begin{array}{r} 110111 \\ +\quad 011010 \\ \hline 1\ 010001 \\ +\quad\quad 1 \\ \hline 010010 \end{array}$$

ສະນັ້ນ, $110111_2 - 100101_2 = 010010_2$

ຕົວຢ່າງ 32: ຈົ່ງລົບເລກຖານສອງ 101110_2 - 10111_2 ດ້ວຍວິທີ 1's Complement

ແກ້:

- ເນື່ອງຈາກຕົວລົບມີຈຳນວນຫຼັກນ້ອຍກວ່າ ຈຶ່ງຕ້ອງຕື່ມເລກສູນ ໃຫ້ເທົ່າກັບຈຳນວນຫຼັກຂອງຕົວຕັ້ງຈະເທົ່າກັບ 010111 ແລ້ວຊອກຫາຄ່າ 1's Complement ຂອງຕົວລົບຈະເທົ່າກັບ 101000
- ນຳຄ່າຕົວຕັ້ງມາບວກກັບຜົນຂອງການຊອກຫາຄ່າ 1's Complement

$$
\begin{array}{r}
101110 \\
+\quad 101000 \\
\hline
1\ 010110 \\
+\qquad\quad 1 \\
\hline
010111
\end{array}
$$

ສະນັ້ນ, $101110_2 - 10111_2 = 010111_2$

ຂ. ວິທີແບບ 2's Complement

<u>ຂັ້ນຕອນທີ 1:</u> ຫາ 2's Complement ຂອງຕົວລົບ (ຄ່າກົງກັນຂ້າມ) ຖ້າຈຳນວນຫຼັກຂອງຕົວລົບນ້ອຍກວ່າຈະຕື່ມເລກ 0 ດ້ານຊ້າຍມືໃຫ້ເທົ່າກັບຕົວຕັ້ງ ແລ້ວຈຶ່ງຊອກຫາຄ່າ 2's Complement

<u>ຂັ້ນຕອນທີ 2:</u> ບວກຜົນທີ່ໄດ້ຮັບຈາກການຊອກຫາຄ່າ 2's Complement ກັບຕົວຕັ້ງ ຜົນທີ່ຈະມີຄວາມເປັນໄປໄດ້ 2 ກໍລະນີຄື: ມີຕົວຈື່ ແລະ ບໍ່ມີຕົວຈື່. ກໍລະນີມີຕົວຈື່ ຜົນບວກຈາກຂໍ້ 2 ແມ່ນໃຫ້ຕັດຕົວເລກ 1 ທີ່ຢູ່ຊ້າຍສຸດອອກ ຄ່າທີ່ເຫຼືອແມ່ນຜົນທີ່ໄດ້ຮັບຈາກການຄຳນວນ. ກໍລະນີບໍ່ມີຕົວຈື່ ຜົນບວກຈາກຂໍ້ 2 ຕ້ອງມາຊອກຫາຄ່າ 2's Complement ຄ່າທີ່ໄດ້ຮັບແມ່ນໃຫ້ໃສ່ເຄື່ອງໝາຍລົບໄວ້ດ້ານໜ້າ.

ຕົວຢ່າງ 33: ຈົ່ງລົບເລກຖານສອງ 110111_2 - 100101_2 ດ້ວຍວິທີ 2's Complement

ແກ້:

- ຊອກຄ່າ 2's Complement ຂອງຕົວລົບຈະໄດ້ 011011
- ນຳຄ່າຕົວຕັ້ງມາບວກກັບຜົນຂອງການຊອກຫາຄ່າ 2's Complement

$$
\begin{array}{r}
110111 \\
+ \quad \\
011011 \\
\hline
1\ 010010
\end{array}
$$

(ຕັດຄ່າທີ່ເກີນອອກ)

ສະນັ້ນ, $110111_2 - 100101_2 = 010010_2$

ຕົວຢ່າງ 34: ຈົ່ງລົບເລກຖານສອງ $110111_2 - 100101_2$ ດ້ວຍວິທີ 2's Complement

ແກ້:

- ຊອກຄ່າ 2's Complement ຂອງຕົວລົບຈະໄດ້ 011011
- ນຳຄ່າຕົວຕັ້ງມາບວກກັບຜົນຂອງການຊອກຫາຄ່າ 2's Complement

$$
\begin{array}{r}
110111 \\
+\quad \\
011011 \\
\hline
1\ 001010
\end{array}
$$

(ຕັດຄ່າທີ່ເກີນອອກ)

ສະນັ້ນ, $110111_2 - 100101_2 = 001010_2$

1.5 ລະຫັດໃນລະບົບດີຈິຕອນ

ການຈັດຊຸດຂໍ້ມູນເລກຖານສອງ 0 ຫຼື 1 ເຂົ້າກັນໃຫ້ເປັນກຸ່ມແລ້ວແທນເລກໃດເລກໜຶ່ງເອີ້ນວ່າ: ລະຫັດ (Code) ໃນການລວມກຸ່ມເລກຖານສອງຈະມີຈຳນວນຈຳກັດຂອງກຸ່ມນັ້ນທີ່ແຕກຕ່າງກັນຄື:

- ບິດ (bit) ແມ່ນເລກ 0 ຫຼື 1 ຂອງເລກຖານສອງ;
- ນິບເບີນ (Nibble) ແມ່ນກຸ່ມເລກຖານສອງຈຳນວນ 4 ບິດ;
- ໄບ (Byte) ແມ່ນກຸ່ມເລກຖານສອງຈຳນວນ 8 ບິດ ຫຼື 2 ນິບເບີນ (Nibble);
- ເວີດ (Word) ແມ່ນກຸ່ມເລກຖານສອງຈຳນວນ 2 ໄບ (Byte).

ນອກຈາກນັ້ນ, ລະຫັດໃນລະບົບເລກດີຈິຕອນສາມາດແບ່ງອອກເປັນ 2 ປະເພດຄື:

- ລະຫັດມີນ້ຳໜັກ (Weighted Code) ເປັນລະຫັດເລກຖານສອງທີ່ກຳນົດໃຫ້ມີຄ່າປະຈຳຕຳແໜ່ງຂອງແຕ່ລະບິດເຊັ່ນ: ລະຫັດບີຊີດີ (Binary Coded Decimal)
- ລະຫັດບໍ່ມີນ້ຳໜັກ (Non - Weighted Code) ເປັນລະຫັດເລກຖານສອງທີ່ບໍ່ໄດ້ກຳນົດໃຫ້ມີຄ່າປະຈຳຕຳແໜ່ງຂອງແຕ່ລະບິດເຊັ່ນ: ລະຫັດເກ່ຍ (Gray Code).

1.5.1 ລະຫັດບີຊີດີ (Binary Coded Decimal)

ລະຫັດບີຊີດີ (BCD: Binary Coded Decimal) ເປັນລະຫັດທີ່ມີນ້ຳໜັກ ຄືບິດແຕ່ລະບິດຈະມີຄ່າປະຈຳຕຳແໜ່ງຂອງແຕ່ລະບິດຢູ່. ລະຫັດບີຊີດີຈະແຍກເປັນຊຸດ ໃນໜຶ່ງຊຸດຂອງລະຫັດບີຊີດີຈະມີ 4 ບິດ ໃນເລກຖານສິບ, ຖານສິບຫົກ ແລະ 3 ບິດ ໃນເລກຖານແປດ. ດັ່ງນັ້ນ, ລະຫັດບີຊີດີຈະແທນເລກຖານສິບ, ຖານແປດ ແລະ ຖານສິບຫົກດັ່ງຕາຕະລາງລຸ່ມນີ້:

ຕາຕະລາງທີ 1.6 ການປຽບທຽບລະຫວ່າງລະຫັດບີຊີດີ

ລະຫັດບີຊີດີ	ເລກຖານສິບ	ເລກຖານແປດ	ເລກຖານສິບຫົກ
0000	0	0	0
0001	1	1	1
0010	2	2	2
0011	3	3	3
0100	4	4	4

0101	5	5	5
0110	6	6	6
0111	7	7	7
1000	8	-	8
1001	9	-	9
1010	-	-	A
1011	-	-	B
1100	-	-	C
1101	-	-	D
1110	-	-	E
1111	-	-	F

ຕົວຢ່າງ 35: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຕໍ່ໄປນີ້ເປັນລະຫັດບີຊີດີ

ກ. 47_{10} , ຂ. 32_{8} , ຄ. $A9_{16}$

ແກ້:

ກ. 47_{10}

$$\begin{array}{cc} 4 & 7 \\ \downarrow & \downarrow \\ (0100) & (0111) \end{array}$$

ສະນັ້ນ, $47_{10} = 01000111_{BCD}$

ຂ. 32_{8}

$$\begin{array}{cc} 3 & 2 \\ \downarrow & \downarrow \\ (0011) & (0010) \end{array}$$

ສະນັ້ນ, $32_{8} = 00110010_{BCD}$

ຄ. $A9_{16}$

$$\begin{array}{cc} A & 9 \\ \downarrow & \downarrow \\ (1010) & (1001) \end{array}$$

ສະນັ້ນ, $A9_{16} = 10101001_{BCD}$

1.5.2 ລະຫັດເກີນ 3

ລະຫັດເກີນ 3 ເປັນລະຫັດທີ່ມີຄ່າຫຼາຍກວ່າລະຫັດບີຊີດີຢູ່ 3 ເຊັ່ນ: ລະຫັດບີຊີດີເທົ່າກັບ 1001 ຄ່າຂອງລະຫັດເກີນ 3 ຈະມີຄ່າເທົ່າກັບ 1100 ດັ່ງສະແດງໃນຕາຕະລາງລຸ່ມນີ້:

ຕາຕະລາງທີ 1.7 ການປຽບທຽບລະຫັດເກີນ 3

ເລກຖານສິບ	ລະຫັດບີຊີດີ	ລະຫັດເກີນ 3
0	0000	0011
1	0001	0100
2	0010	0101
3	0011	0110
4	0100	0111
5	0101	1000
6	0110	1001
7	0111	1010
8	1000	1011
9	1001	1100

ຕົວຢ່າງ 36: ຈົ່ງແປງເລກຄ່າ 1001_{BCD} ເປັນລະຫັດເກີນ 3

ແກ້:

$$\begin{array}{r} 1001 \\ +\quad 0011 \\ \hline 1100 \end{array}$$

ບວກເພີ່ມອີກ 3

ສະນັ້ນ, 1001_{BCD} ປ່ຽນເປັນລະຫັດເກີນ 3 ເທົ່າກັບ 1100

1.5.3 ລະຫັດເກ່ຍ (Gray Code)

ລະຫັດເກ່ຍ (Gray Code) ນິຍົມນຳມາໃຊ້ໃນລະບົບກົນໄກແບບແກນໝູນ ເພື່ອບອກຕຳແໜ່ງຂອງເພົາໝູນ, ເປັນລະຫັດທີ່ບໍ່ມີນ້ຳໜັກໃນຕົວ ຊຶ່ງມີຫຼັກໃນການປ່ຽນເລກຖານສອງເປັນລະຫັດເກ່ຍ ແລະ ປ່ຽນຈາກລະຫັດເກ່ຍເປັນເລກຖານສອງດັ່ງນີ້:

ກ. ການປ່ຽນເລກຖານສອງເປັນລະຫັດເກ່ຍ

ຂັ້ນຕອນທີ 1: ນຳເລກຖານສອງມາຂຽນລຽນກັນໂດຍເວັ້ນຊ່ອງວ່າງ;

ຂັ້ນຕອນທີ 2: ດຶງບິດໃຫຍ່ສຸດລົງມາ (MSB);

ຂັ້ນຕອນທີ 3: ບວກບິດ MSB ກັບບິດຖັດໄປທາງຂວາມືໃສ່ຄ່າທີ່ໄດ້ໂດຍຕັດຕົວຈື່ອອກ ເຮັດແບບນີ້ຈົນຮອດບິດຕໍ່າສຸດ LSB;

ຂັ້ນຕອນທີ 4: ນຳຄ່າທີ່ໄດ້ຂຽນລຽນກັນ.

ຕົວຢ່າງ 37: ຈົ່ງປ່ຽນເລກຖານສອງຕໍ່ໄປນີ້ເປັນລະຫັດເກ່ຍ

ກ. 1011_2, ຂ. 10101101_2

ແກ້:

ກ. 1011_2

MSB LSB

1 + 0 + 1 + 1

1 1 1 0

ຕອບ: 1011_2 = 1110

ຂ. 10101101_2

MSB							LSB
1 +	0 +	1 +	0 +	1 +	1 +	0 +	1
1	1	1	1	1	0	1	1

ຕອບ: $10101101_2 = 11111011$

ຂ. ການປ່ຽນລະຫັດເກ່ຍເປັນເລກຖານສອງ

ຂັ້ນຕອນທີ 1: ນຳເລກຖານສອງມາຂຽນລຽນກັນໂດຍເວັ້ນຊ່ອງ

ຂັ້ນຕອນທີ 2: ດຶງບິດໃຫຍ່ສຸດລົງມາ (MSB);

ຂັ້ນຕອນທີ 3: ບວກບິດ MSB ກັບບິດຖັດໄປທາງຂວາມືໃສ່ຄ່າທີ່ໄດ້ໂດຍຕັດຕົວຈື່ອອກ

ຂັ້ນຕອນທີ 4: ບວກຜົນໄດ້ຮັບທີ່ໄດ້ກັບບິດຖັດໄປທາງຂວາມືໃສ່ຄ່າທີ່ໄດ້ໂດຍຕັດຕົວຈື່ ເຮັດແບບນີ້ຈົນຮອດບິດຕ່ຳສຸດ LSB;

ຂັ້ນຕອນທີ 5: ນຳຄ່າທີ່ໄດ້ມາຂຽນລຽນກັນ.

ຕົວຢ່າງ 38: ຈົ່ງແປງລະຫັດເກ່ຍຕໍ່ໄປນີ້ເປັນລະບົບເລກຖານສອງ

ກ. 1110, ຂ. 1111011

ແກ້:

ກ. 1110

MSB LSB

1 1 1 0

+ + +

1 0 1 1

ຕອບ: $1110 = 1011_2$

ຂ. 11111011

MSB LSB

1 1 1 1 1 0 1 1

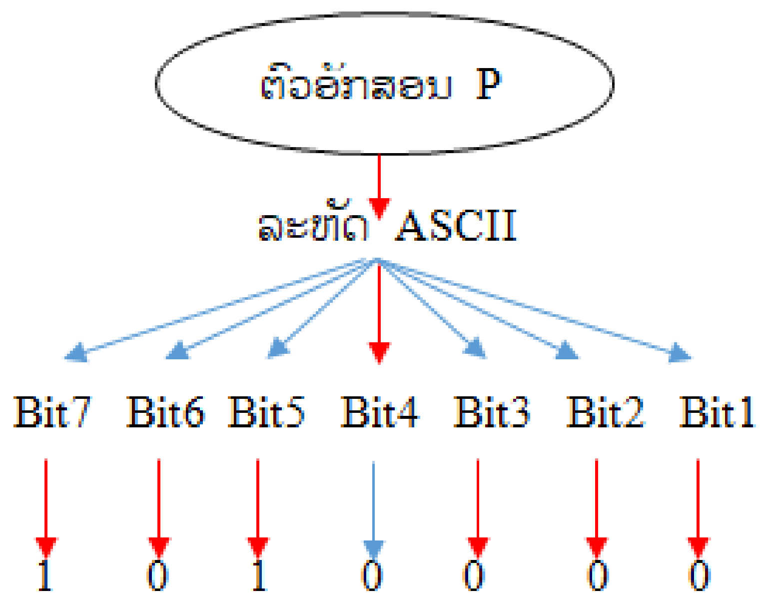
+ + + + + + +

1 0 1 0 1 1 0 1

ຕອບ: $11111011 = 10101101_2$

1.5.4 ລະຫັດແອັດສກີ (American Standard Code for Information Interchange)

ລະຫັດແອັດສກີ (ASCII: American Standard Code for Information Interchange) ຫຼື ເອີ້ນຫຍໍ້ວ່າ ແອັດສກີ ASCII ເປັນລະຫັດມາດຕະຖານຂອງອາເມລິກາ ທີ່ໃຊ້ແທນຕົວອັກສອນ, ຕົວເລກ ແລະ ສັນຍາລັກຕ່າງໆເຊັ່ນ: ຄີບອດຈໍສະແດງຜົນ, ເຄື່ອງພິມ ລະຫັດ ASCII ມີຂະໜາດ 7 ບິດ ເຮົາສາມາດຖອດລະຫັດ ASCII ໄດ້ຈາກຕາຕະລາງດ້ານລຸ່ມ ໂດຍນໍາຄ່າບິດຈາກຕາຕະລາງມາຂຽນລຽນຕໍ່ກັນດັ່ງຕົວຢ່າງລຸ່ມນີ້:



ຕາຕະລາງທີ 1.8 ລະຫັດ ASCII

				B7 →	0	0	0	0	0	0	0	0
				ASCII → B6	0	0	0	0	0	0	0	0
				B5 →	0	0	0	0	0	0	0	0
B4	B3	B2	B1	Col / Rol	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	NUL	DLE	SP	0	@	P	'	p
0	0	0	1	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0	0	1	0	2	STX	DC3	"	2	B	R	b	r
0	0	1	1	3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0	1	0	0	4	EOT	DC4	$	4	D	T	d	t
0	1	0	1	5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0	1	1	0	6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0	1	1	1	7	BLE	ETB	'	7	G	W	g	w
1	0	0	0	8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1	0	0	1	9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1	0	1	0	10	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z

1	0	1	1	11	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1	1	0	0	12	FF	FS	,	<	L	\	l	|
1	1	0	1	13	CR	GS	-	=	M	]	m	}
SO	1	1	0	14		RS	.	>	N	^	n	~
1	1	1	1	15	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

ຕົວຢ່າງ 39: ຈາກຕາຕະລາງຈົ່ງຫາຄ່າຂອງລະຫັດ ASCII ຂອງຄຳວ່າ DIGITAL

ແກ້:

D	I	G	I	T	A	L
1000100	1001001	1000111	1001001	1010100	1000001	1001100

D	I	G	I	T	A	L
1000100	1001001	1000111	1001001	1010100	1000001	1001100

ຕົວຢ່າງ 40: ຈາກຕາຕະລາງຈົ່ງຫາຄ່າຂອງລະຫັດ ASCII ຂອງຄຳວ່າ Sunday

ແກ້:

S	u	n	d	a	y
1010011	1110101	1101110	1100100	1100001	1111001

ASCII Table

Dec	Hex	Oct	Char	Dec	Hex	Oct	Char	Dec	Hex	Oct	Char	Dec	Hex	Oct	Char
0	0	0		32	20	40	[space]	64	40	100	@	96	60	140	`
1	1	1		33	21	41	!	65	41	101	A	97	61	141	a
2	2	2		34	22	42	"	66	42	102	B	98	62	142	b
3	3	3		35	23	43	#	67	43	103	C	99	63	143	c
4	4	4		36	24	44	$	68	44	104	D	100	64	144	d
5	5	5		37	25	45	%	69	45	105	E	101	65	145	e
6	6	6		38	26	46	&	70	46	106	F	102	66	146	f
7	7	7		39	27	47	'	71	47	107	G	103	67	147	g
8	8	10		40	28	50	(	72	48	110	H	104	68	150	h
9	9	11		41	29	51	)	73	49	111	I	105	69	151	i
10	A	12		42	2A	52	*	74	4A	112	J	106	6A	152	j
11	B	13		43	2B	53	+	75	4B	113	K	107	6B	153	k
12	C	14		44	2C	54	,	76	4C	114	L	108	6C	154	l
13	D	15		45	2D	55	-	77	4D	115	M	109	6D	155	m
14	E	16		46	2E	56	.	78	4E	116	N	110	6E	156	n
15	F	17		47	2F	57	/	79	4F	117	O	111	6F	157	o
16	10	20		48	30	60	0	80	50	120	P	112	70	160	p
17	11	21		49	31	61	1	81	51	121	Q	113	71	161	q
18	12	22		50	32	62	2	82	52	122	R	114	72	162	r
19	13	23		51	33	63	3	83	53	123	S	115	73	163	s
20	14	24		52	34	64	4	84	54	124	T	116	74	164	t
21	15	25		53	35	65	5	85	55	125	U	117	75	165	u
22	16	26		54	36	66	6	86	56	126	V	118	76	166	v
23	17	27		55	37	67	7	87	57	127	W	119	77	167	w
24	18	30		56	38	70	8	88	58	130	X	120	78	170	x
25	19	31		57	39	71	9	89	59	131	Y	121	79	171	y
26	1A	32		58	3A	72	:	90	5A	132	Z	122	7A	172	z
27	1B	33		59	3B	73	;	91	5B	133	[	123	7B	173	{
28	1C	34		60	3C	74	<	92	5C	134	\	124	7C	174	|
29	1D	35		61	3D	75	=	93	5D	135	]	125	7D	175	}
30	1E	36		62	3E	76	>	94	5E	136	^	126	7E	176	~
31	1F	37		63	3F	77	?	95	5F	137	_	127	7F	177	

ຈົ່ງຫາຄ່າ ASCII ຂອງຄຳສັບ DIGITAL

D	I	G	I	T	A	L
44	49	47	49	54	41	4C
1000100	1001001	1000111	1001001	1010100	1000001	1001100