

# **S5N8950**

**G.dmt ADSL Transceiver for CO and CPE**

**Preliminary Information Rev.1.2**

**Nov. 2000.**

**SAMSUNG ELECTRONICS CONFIDENTIAL PROPRIETARY**

Copyright © 2000 Samsung Electronics, Inc. All Rights Reserved.

## 1 General Description

The **S5N8950** is an optimized chip of ADSL transceiver supporting G.992.1, G.992.2 and T1.413, and provides a total chipset solution with AFE chip (**S5N8951**) for both CO and CPE applications. The **S5N8950** consists of the ATM framer, DMT modem, and DSP core. It supports various interfaces of UTOPIA level 2 for ATM data and serial interface for Non-ATM data, and host controller compatible with Motorola and Intel. It is fully compatible with G.Lite and G.dmt standards to satisfy interoperability with compatible other chipsets. For CO/CPE application, evaluation tool kit shall be provided.

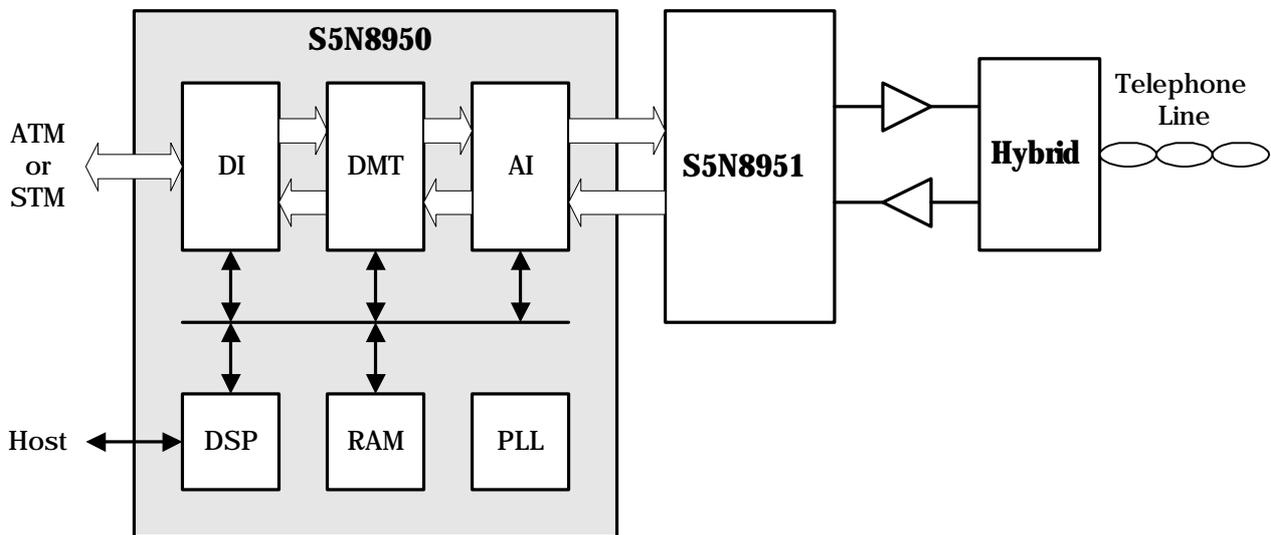


Figure 1: ADSL Transceiver configuration for S5N8950.

## 2 Main Features

- Power and performance optimized single port DMT.
- Supports ITU-T G.992.1 (G.dmt) , G.992.2 (G.Lite) and T1.413 standards.
- STM serial interface and ATM UTOPIA level 1 and level 2 interface.
- Supports both the FDM-based and EC-based DMT line coding.
- Analog and digital PLL modes.
- Adaptive frequency and time domain equalizing.
- Provides over 10 Mbps downstream data rate and over 640 Kbps upstream data rate
- Flexible host interface for Motorola and Intel Controller
- Reed-Solomon Forward Error Correction with Interleaving.
- 3-D trellis coding and Viterbi algorithm.
- Supports all of the framing modes.
- Supports Rate Adaptive Mode.
- 12-Bit ADC and DAC with Over-sampling
- Downloadable coefficients of rate-conversion filter banks.
- Low power consumption ( less than 0.5 Watt ).
- Power management
- Self-diagnostics
- 0.18 um 1.8 V CMOS technology.
- 3.3 V external interface.
- Operation Temperature : -40 C to 85 C
- Low Cost & Compact Package (160 QFP)



|             |     |             |     |             |     |             |     |             |     |             |     |             |     |             |     |          |     |             |     |       |     |             |     |       |     |             |     |       |     |             |     |       |     |             |     |          |     |             |     |             |     |             |     |             |     |             |     |             |     |             |     |             |     |             |     |             |     |             |     |             |     |             |     |              |     |             |     |              |     |       |     |              |     |      |     |              |     |       |     |              |     |      |     |              |     |      |     |              |     |      |    |              |     |      |    |              |     |      |    |              |     |      |    |              |     |      |    |              |     |      |    |              |     |      |    |              |     |      |    |              |     |      |    |              |     |      |    |              |     |      |    |              |     |      |    |              |     |      |    |              |     |      |    |              |     |      |    |              |     |      |    |              |     |      |    |              |     |      |    |              |     |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |              |  |      |    |               |  |      |    |               |  |      |    |               |  |      |    |               |  |      |    |               |  |      |    |               |  |      |    |               |  |      |   |               |  |      |   |               |  |      |   |               |  |      |   |               |  |      |   |               |  |      |   |               |  |      |   |               |  |      |   |               |  |      |   |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |  |      |  |               |
|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|----------|-----|-------------|-----|-------|-----|-------------|-----|-------|-----|-------------|-----|-------|-----|-------------|-----|-------|-----|-------------|-----|----------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|--------------|-----|-------------|-----|--------------|-----|-------|-----|--------------|-----|------|-----|--------------|-----|-------|-----|--------------|-----|------|-----|--------------|-----|------|-----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|---------------|--|------|----|---------------|--|------|----|---------------|--|------|----|---------------|--|------|----|---------------|--|------|----|---------------|--|------|----|---------------|--|------|---|---------------|--|------|---|---------------|--|------|---|---------------|--|------|---|---------------|--|------|---|---------------|--|------|---|---------------|--|------|---|---------------|--|------|---|---------------|--|------|---|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|
| U_RX_DATA_5 | 121 | U_RX_DATA_4 | 120 | U_RX_DATA_6 | 122 | U_RX_DATA_3 | 119 | U_RX_DATA_7 | 123 | U_RX_DATA_2 | 118 | U_RX_DATA_1 | 117 | U_RX_ADDR_0 | 124 | U_TX_CLK | 116 | U_RX_ADDR_1 | 125 | VDD11 | 115 | U_TX_ADDR_1 | 127 | VDD30 | 126 | U_RX_ADDR_2 | 128 | VSS11 | 114 | U_RX_ADDR_3 | 129 | VSS11 | 113 | U_RX_ADDR_4 | 130 | U_RX_ENB | 131 | U_TX_DATA_7 | 112 | U_RX_ADDR_5 | 131 | U_TX_DATA_0 | 111 | U_RX_ADDR_6 | 132 | U_TX_DATA_6 | 110 | U_RX_ADDR_7 | 133 | U_TX_DATA_5 | 109 | U_TX_ADDR_7 | 133 | U_TX_DATA_4 | 108 | U_TX_ADDR_8 | 134 | U_TX_DATA_3 | 107 | U_TX_ADDR_9 | 135 | U_TX_DATA_2 | 106 | U_TX_ADDR_10 | 136 | U_TX_DATA_1 | 105 | U_TX_ADDR_11 | 137 | T_INT | 104 | U_TX_ADDR_12 | 138 | T_DO | 103 | U_TX_ADDR_13 | 139 | T_INT | 102 | U_TX_ADDR_14 | 140 | T_DO | 101 | U_TX_ADDR_15 | 141 | T_DO | 100 | U_TX_ADDR_16 | 142 | T_DO | 99 | U_TX_ADDR_17 | 143 | T_DO | 98 | U_TX_ADDR_18 | 144 | T_DO | 97 | U_TX_ADDR_19 | 145 | T_DO | 96 | U_TX_ADDR_20 | 146 | T_DO | 95 | U_TX_ADDR_21 | 147 | T_DO | 94 | U_TX_ADDR_22 | 148 | T_DO | 93 | U_TX_ADDR_23 | 149 | T_DO | 92 | U_TX_ADDR_24 | 150 | T_DO | 91 | U_TX_ADDR_25 | 151 | T_DO | 90 | U_TX_ADDR_26 | 152 | T_DO | 89 | U_TX_ADDR_27 | 153 | T_DO | 88 | U_TX_ADDR_28 | 154 | T_DO | 87 | U_TX_ADDR_29 | 155 | T_DO | 86 | U_TX_ADDR_30 | 156 | T_DO | 85 | U_TX_ADDR_31 | 157 | T_DO | 84 | U_TX_ADDR_32 | 158 | T_DO | 83 | U_TX_ADDR_33 | 159 | T_DO | 82 | U_TX_ADDR_34 | 160 | T_DO | 81 | U_TX_ADDR_35 |  | T_DO | 80 | U_TX_ADDR_36 |  | T_DO | 79 | U_TX_ADDR_37 |  | T_DO | 78 | U_TX_ADDR_38 |  | T_DO | 77 | U_TX_ADDR_39 |  | T_DO | 76 | U_TX_ADDR_40 |  | T_DO | 75 | U_TX_ADDR_41 |  | T_DO | 74 | U_TX_ADDR_42 |  | T_DO | 73 | U_TX_ADDR_43 |  | T_DO | 72 | U_TX_ADDR_44 |  | T_DO | 71 | U_TX_ADDR_45 |  | T_DO | 70 | U_TX_ADDR_46 |  | T_DO | 69 | U_TX_ADDR_47 |  | T_DO | 68 | U_TX_ADDR_48 |  | T_DO | 67 | U_TX_ADDR_49 |  | T_DO | 66 | U_TX_ADDR_50 |  | T_DO | 65 | U_TX_ADDR_51 |  | T_DO | 64 | U_TX_ADDR_52 |  | T_DO | 63 | U_TX_ADDR_53 |  | T_DO | 62 | U_TX_ADDR_54 |  | T_DO | 61 | U_TX_ADDR_55 |  | T_DO | 60 | U_TX_ADDR_56 |  | T_DO | 59 | U_TX_ADDR_57 |  | T_DO | 58 | U_TX_ADDR_58 |  | T_DO | 57 | U_TX_ADDR_59 |  | T_DO | 56 | U_TX_ADDR_60 |  | T_DO | 55 | U_TX_ADDR_61 |  | T_DO | 54 | U_TX_ADDR_62 |  | T_DO | 53 | U_TX_ADDR_63 |  | T_DO | 52 | U_TX_ADDR_64 |  | T_DO | 51 | U_TX_ADDR_65 |  | T_DO | 50 | U_TX_ADDR_66 |  | T_DO | 49 | U_TX_ADDR_67 |  | T_DO | 48 | U_TX_ADDR_68 |  | T_DO | 47 | U_TX_ADDR_69 |  | T_DO | 46 | U_TX_ADDR_70 |  | T_DO | 45 | U_TX_ADDR_71 |  | T_DO | 44 | U_TX_ADDR_72 |  | T_DO | 43 | U_TX_ADDR_73 |  | T_DO | 42 | U_TX_ADDR_74 |  | T_DO | 41 | U_TX_ADDR_75 |  | T_DO | 40 | U_TX_ADDR_76 |  | T_DO | 39 | U_TX_ADDR_77 |  | T_DO | 38 | U_TX_ADDR_78 |  | T_DO | 37 | U_TX_ADDR_79 |  | T_DO | 36 | U_TX_ADDR_80 |  | T_DO | 35 | U_TX_ADDR_81 |  | T_DO | 34 | U_TX_ADDR_82 |  | T_DO | 33 | U_TX_ADDR_83 |  | T_DO | 32 | U_TX_ADDR_84 |  | T_DO | 31 | U_TX_ADDR_85 |  | T_DO | 30 | U_TX_ADDR_86 |  | T_DO | 29 | U_TX_ADDR_87 |  | T_DO | 28 | U_TX_ADDR_88 |  | T_DO | 27 | U_TX_ADDR_89 |  | T_DO | 26 | U_TX_ADDR_90 |  | T_DO | 25 | U_TX_ADDR_91 |  | T_DO | 24 | U_TX_ADDR_92 |  | T_DO | 23 | U_TX_ADDR_93 |  | T_DO | 22 | U_TX_ADDR_94 |  | T_DO | 21 | U_TX_ADDR_95 |  | T_DO | 20 | U_TX_ADDR_96 |  | T_DO | 19 | U_TX_ADDR_97 |  | T_DO | 18 | U_TX_ADDR_98 |  | T_DO | 17 | U_TX_ADDR_99 |  | T_DO | 16 | U_TX_ADDR_100 |  | T_DO | 15 | U_TX_ADDR_101 |  | T_DO | 14 | U_TX_ADDR_102 |  | T_DO | 13 | U_TX_ADDR_103 |  | T_DO | 12 | U_TX_ADDR_104 |  | T_DO | 11 | U_TX_ADDR_105 |  | T_DO | 10 | U_TX_ADDR_106 |  | T_DO | 9 | U_TX_ADDR_107 |  | T_DO | 8 | U_TX_ADDR_108 |  | T_DO | 7 | U_TX_ADDR_109 |  | T_DO | 6 | U_TX_ADDR_110 |  | T_DO | 5 | U_TX_ADDR_111 |  | T_DO | 4 | U_TX_ADDR_112 |  | T_DO | 3 | U_TX_ADDR_113 |  | T_DO | 2 | U_TX_ADDR_114 |  | T_DO | 1 | U_TX_ADDR_115 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_116 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_117 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_118 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_119 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_120 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_121 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_122 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_123 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_124 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_125 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_126 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_127 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_128 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_129 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_130 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_131 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_132 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_133 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_134 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_135 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_136 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_137 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_138 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_139 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_140 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_141 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_142 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_143 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_144 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_145 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_146 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_147 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_148 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_149 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_150 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_151 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_152 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_153 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_154 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_155 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_156 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_157 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_158 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_159 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_160 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_161 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_162 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_163 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_164 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_165 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_166 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_167 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_168 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_169 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_170 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_171 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_172 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_173 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_174 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_175 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_176 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_177 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_178 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_179 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_180 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_181 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_182 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_183 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_184 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_185 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_186 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_187 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_188 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_189 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_190 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_191 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_192 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_193 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_194 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_195 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_196 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_197 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_198 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_199 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_200 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_201 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_202 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_203 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_204 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_205 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_206 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_207 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_208 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_209 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_210 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_211 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_212 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_213 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_214 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_215 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_216 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_217 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_218 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_219 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_220 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_221 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_222 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_223 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_224 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_225 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_226 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_227 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_228 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_229 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_230 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_231 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_232 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_233 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_234 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_235 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_236 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_237 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_238 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_239 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_240 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_241 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_242 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_243 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_244 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_245 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_246 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_247 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_248 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_249 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_250 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_251 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_252 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_253 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_254 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_255 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_256 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_257 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_258 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_259 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_260 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_261 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_262 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_263 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_264 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_265 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_266 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_267 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_268 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_269 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_270 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_271 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_272 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_273 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_274 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_275 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_276 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_277 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_278 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_279 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_280 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_281 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_282 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_283 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_284 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_285 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_286 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_287 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_288 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_289 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_290 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_291 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_292 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_293 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_294 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_295 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_296 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_297 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_298 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_299 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_300 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_301 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_302 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_303 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_304 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_305 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_306 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_307 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_308 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_309 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_310 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_311 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_312 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_313 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_314 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_315 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_316 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_317 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_318 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_319 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_320 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_321 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_322 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_323 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_324 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_325 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_326 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_327 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_328 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_329 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_330 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_331 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_332 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_333 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_334 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_335 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_336 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_337 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_338 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_339 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_340 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_341 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_342 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_343 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_344 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_345 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_346 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_347 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_348 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_349 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_350 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_351 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_352 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_353 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_354 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_355 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_356 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_357 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_358 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_359 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_360 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_361 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_362 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_363 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_364 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_365 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_366 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_367 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_368 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_369 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_370 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_371 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_372 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_373 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_374 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_375 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_376 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_377 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_378 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_379 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_380 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_381 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_382 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_383 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_384 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_385 |  | T_DO |  | U_TX_ADDR_386 |
|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|----------|-----|-------------|-----|-------|-----|-------------|-----|-------|-----|-------------|-----|-------|-----|-------------|-----|-------|-----|-------------|-----|----------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|--------------|-----|-------------|-----|--------------|-----|-------|-----|--------------|-----|------|-----|--------------|-----|-------|-----|--------------|-----|------|-----|--------------|-----|------|-----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|-----|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|--------------|--|------|----|---------------|--|------|----|---------------|--|------|----|---------------|--|------|----|---------------|--|------|----|---------------|--|------|----|---------------|--|------|----|---------------|--|------|---|---------------|--|------|---|---------------|--|------|---|---------------|--|------|---|---------------|--|------|---|---------------|--|------|---|---------------|--|------|---|---------------|--|------|---|---------------|--|------|---|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|--|------|--|---------------|

| Interface Type | Mnemonic | Type | Driver | Function |
|----------------|----------|------|--------|----------|
|----------------|----------|------|--------|----------|

|               |                |    |        |                          |
|---------------|----------------|----|--------|--------------------------|
| ATM interface | U_TX_ADDR[4:0] | I  | PHTICD | Utopia Tx Address        |
|               | U_TX_DATA[7:0] | I  | PHTICD | Utopia Tx Data           |
|               | U_TX_ENB       | I  | PHTICD | Utopia Tx Enable         |
|               | U_TX_SOC       | I  | PHTICD | Utopia Tx Start of Cell  |
|               | U_TX_CLK       | I  | PHTICD | Utopia Tx Clock. 25 MHz  |
|               | U_TX_CLAV      | OZ | PHTOT4 | Utopia Tx Cell Available |
|               | U_RX_ADDR[4:0] | I  | PHTICD | Utopia Rx Address[4:0]   |
|               | U_RX_DATA[7:0] | OZ | PHTOT4 | Utopia Rx Data[7:0]      |
|               | U_RX_ENB       | I  | PHTICD | Utopia Rx Enable         |
|               | U_RX_SOC       | OZ | PHTOT4 | Utopia Rx Start of Cell  |
|               | U_RX_CLK       | I  | PHTICD | Utopia Rx Clock. 25 MHz  |
|               | U_RX_CLAV      | OZ | PHTOT4 | Utopia Rx Cell Available |

|               |            |   |        |   |
|---------------|------------|---|--------|---|
| STM interface | S1_TX_DAV  | O | PHOB4  | Serial Tx data valid signal in the 1-st STM |
|               | S1_TX_CLK  | O | PHOB4  | Serial Tx clock in the 1-st STM             |
|               | S1_TX_DATA | I | PHTICD | Serial Tx data in the 1-st STM              |
|               | S1_RX_DAV  | O | PHOB4  | Serial Rx data valid signal in the 1-st STM |
|               | S1_RX_CLK  | O | PHOB4  | Serial Rx clock in the 1-st STM             |
|               | S1_RX_DATA | O | PHOB4  | Serial Rx data in the 1-st STM              |
|               | S2_TX_DAV  | O | PHOB4  | Serial Tx data valid signal in the 2-nd STM |
|               | S2_TX_CLK  | O | PHOB4  | Serial Tx clock in the 2-nd STM             |
|               | S2_TX_DATA | I | PHTICD | Serial Tx data in the 2-nd STM              |
|               | S2_RX_DAV  | O | PHOB4  | Serial Rx data valid in the 2-nd STM        |
|               | S2_RX_CLK  | O | PHOB4  | Serial Rx clock in the 2-nd STM             |
|               | S2_RX_DATA | O | PHOB4  | Serial Rx data in the 2-nd STM              |

|                |             |       |             |                                       |                                    |
|----------------|-------------|-------|-------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Host Interface | H_SEL       | I     | PHTICD      | Host type : [0]=Motorola / [1]= Intel |                                    |
|                | H_ADDR[9:0] | I     | PHTICD      | Host address bus                      |                                    |
|                | H_DATA[7:0] | B     | PHTBCDT6SM  | Host data bus                         |                                    |
|                | H_CSN       | I     | PHTICD      | Chip selection                        |                                    |
|                | H_RDN       | I     | PHTICD      | Motorola                              | Not used.                          |
|                |             |       |             | Intel                                 | Read enable ( active low )         |
|                | H_WRN       | I     | PHTICD      | Motorola                              | [0]=write enable / [1]=read enable |
|                |             |       |             | Intel                                 | Write Enable ( active low )        |
|                | H_READY     | OZ    | PHTOT4      | Motorola                              | Host CPU DTACK ( active low )      |
|                |             |       |             | Intel                                 | Host CPU Ready (active high )      |
|                | H_INT       | O     | PHOB4       | Motorola                              | Interrupt IRQ ( active low )       |
|                |             |       |             | Intel                                 | Interrupt INT ( active high )      |
| H_WAKEUP       | O           | PHOB4 | Host Wakeup |                                       |                                    |

|                  |                |   |       |   |
|------------------|----------------|---|-------|---|
| AFE<br>interface | A_AD_DATA[6:0] | I | PHICD | ADC data for 2 phase.                       |
|                  | A_AD_REF_CLK   | I | PHICD | ADC data reference clock for DMT b2b test   |
|                  | A_AD_AUX_CLK   | I | PHICD | ADC data strobe clock for DMT b2b test      |
|                  | A_DA_DATA[6:0] | O | PHOB2 | DAC data for 2 phase                        |
|                  | A_DA_REF_CLK   | O | PHOB2 | DAC data reference clock                    |
|                  | A_DA_AUX_CLK   | O | PHOB2 | DAC data strobe clock                       |
|                  | A_SDI          | I | PHICU | AFE serial input data                       |
|                  | A_AND          | I | PHICD | Audible noise detection (active high)       |
|                  | A_BUSY         | I | PHICD | AFE busy ( active high)                     |
|                  | A_SCLK         | O | PHOB2 | AFE serial clock                            |
|                  | A_SDO          | O | PHOB2 | AFE serial output data                      |
|                  | A_SEN          | O | PHOB2 | AFE serial enable ( active low )            |
|                  | A_PME          | O | PHICD | AFE power management enable                 |
|                  | A_TX_PWR       | O | PHOB2 | TX line driver power enable ( active high ) |
|                  | A_RX_PWR       | O | PHOB2 | RX line driver power enable ( active high ) |
|                  | A_RSTN         | O | PHOB2 | AFE reset ( active low )                    |

|                             |               |   |            |   |
|-----------------------------|---------------|---|------------|---|
| Board /<br>PLL<br>interface | B_RSTN        | I | PHIS       | System reset ( active low )   |
|                             | B_GP_OUT[1:0] | O | PHOB2      | General purpose output  |
|                             | B_BMODE[1:0]  | I | PHIC       | TeakLite boot mode selection<br>[0] = simple reset<br>[1] = boot from Host CPU ( normal mode )<br>[2] = boot from JTAG ( emulation mode )<br>[3] = self-booting ( test mode ) |
|                             | B_TMODE       | I | PHIC       | Test Mode Enable<br>(DSP view, Scan Test, Memory BIST, PLL Test)<br>[0] Normal, [1] Test Mode   |
|                             | B_NMODE       | I | PHIC       | NAND tree test mode<br>[0] Normal, [1] NAND tree test mode  |
|                             | B_NTR         | B | PHTBCT4    | ATM Network Timing Reference  |
|                             | B_EXT_CLK     | I | PHIC       | external clock  |
|                             | B_MSC_CLK     | I | PHIC       | misc. clock for BIRA test   |
|                             | P_XTAL_IN     | I | PHSOSCM26  | XTAL input for clock.   |
|                             | P_XTAL_OUT    | O |            | XTAL output for clock.  |
|                             | P_PLL_FILTER  | O | POAR50_ABB | Internal PLL pump out connected to filter.  |

|                       |        |    |        |                                 |
|-----------------------|--------|----|--------|---------------------------------|
| TeakLite<br>Interface | T_MS   | I  | PHTICD | TeakLite JTAG test mode select  |
|                       | T_CLK  | I  | PHTICD | TeakLite JTAG test clock        |
|                       | T_DI   | I  | PHTICD | TeakLite JTAG test input data   |
|                       | T_DO   | OZ | PHTOT4 | TeakLite JTAG test output data  |
|                       | T_INTP | O  | PHOB4  | TeakLite TJAM interrupt to host |
|                       |        |    |        |                                 |

|                   |            |   |        |              |
|-------------------|------------|---|--------|--------------|
| UART<br>interface | UA_TX_DATA | O | PHOB4  | UART Rx data |
|                   | UA_RX_DATA | I | PHTICD | UART Rx data |
|                   |            |   |        |              |

|                    |           |   |           |   |
|--------------------|-----------|---|-----------|---|
| Power<br>interface | P_VDD18A2 | I | VDD1T_ABB | Digital power supply                      |
|                    | P_VSS18A2 | I | VSS1T_ABB | Digital ground                            |
|                    | P_VDD18A1 | I | VDD1T_ADD | Analog power supply                       |
|                    | P_VSS18A1 | I | VSS1T_ABB | Analog ground                             |
|                    | P_VBBA    | I | VBB1_ABB  | bulk ground                               |
|                    | P_VDD1I   | I | VDD1I     | 1.8 V internal power.                     |
|                    | P_VSS1I   | I | VSS1I     | 1.8 V internal ground                     |
|                    | P_VDD3O   | I | VDD3O     | 3.3 V output-driver power                 |
|                    | P_VSS3O   | I | VSS3O     | 3.3 V output-driver ground                |
|                    | P_VDD3P   | I | VDD3P     | 3.3 V pre-driver power                    |
|                    | P_VSS3P   | I | VSS3P     | 3.3 V pre-driver ground                   |
|                    | P_VDD3OP  | I | VDD3OP    | 3.3 V output driver and pre-driver power  |
|                    | P_VSS3OP  | I | VSS3OP    | 3.3 V output driver and pre-driver ground |
|                    |           |   |           |   |

Table 1: Pin configuration

| Pad        | I/O | Description   |
|------------|-----|---|
| PHTIC      | I   | 5V tolerant for 3.3 V interface LVC MOS level input buffer  |
| PHTICD     | I   | 5V tolerant for 3.3 V interface LVC MOS level input buffer with pull-down register.   |
| PHTOT4     | OZ  | 5V tolerant for 3.3 V interface tri-state output buffer driving 4 mA  |
| PHOB4      | O   | 3.3 V LVC MOS normal output buffer driving 4 mA   |
| PHOB2      | O   | 3.3 V LVC MOS normal output buffer driving 2 mA   |
| PHIC       | I   | 3.3 V interface LVC MOS level input buffer  |
| PHICD      | I   | 3.3 V interface LVC MOS level input buffer with pull-down register.   |
| PHICU      | I   | 3.3 V interface LVC MOS level input buffer with pull-up resistor  |
| PHICD      | I   | 3.3 V interface LVC MOS level input buffer with pull-down resistor  |
| PHIS       | I   | 3.3 V interface LVC MOS Schmitt-trigger level input buffer  |
| PHTBCT4    | B   | 3.3 V interface 5 V tolerant LVC MOS level tri-state bi-directional buffer driving 4 mA   |
| PHTBCT6SM  | B   | 3.3 V interface 5 V tolerant LVC MOS level tri-state bi-directional buffer driving 6 mA medium slew rate control                          |
| PHTBCDT6SM | B   | 3.3 V interface 5 V tolerant LVC MOS level tri-state bi-directional buffer driving 6 mA medium slew rate control with pull-down register. |
| POAR50_ABB | O   | Analog normal output pad for 1.8 V interface with resistor 50 Ohm and separated bulk bias   |
| PHSOSCM26  | I/O | Oscillator cell with enable and feedback resistor.  |
| VDD1T_ABB  | I   | Power, 1.8 V total with separate bulk bias  |
| VSS1T_ABB  | I   | Ground, 1.8 V total with separate bulk bias   |
| VBB1_ABB   | I   | Ground, 1.8 V bulk bias   |
| VDD1I      | I   | VDD for 1.8 V internal power  |
| VSS1I      | I   | VSS for 1.8 V internal power  |
| VDD3O      | I   | VDD for 3.3 V output driver power   |
| VSS3O      | I   | VSS for 3.3 V output driver power   |
| VDD3P      | I   | VDD for 3.3 V pre- driver power   |
| VSS3P      | I   | VSS for 3.3 V pre- driver power   |
| VDD3OP     | I   | VDD for 3.3 V output driver and pre- driver power   |
| VSS3OP     | I   | VSS for 3.3 V output driver and pre- driver power   |

Table 2: Pad description

## 4 Functional Description

The G.dmt ADSL transceiver consists of two main chips; G.dmt ADSL transceiver chip (S5N8950) and Analog Front End chip (S5N8951). The AFE provides an analog interface with line driver and hybrid components to connect the PSTN. The G.dmt ADSL transceiver provides all the digital functional as depicted in Figure 4.

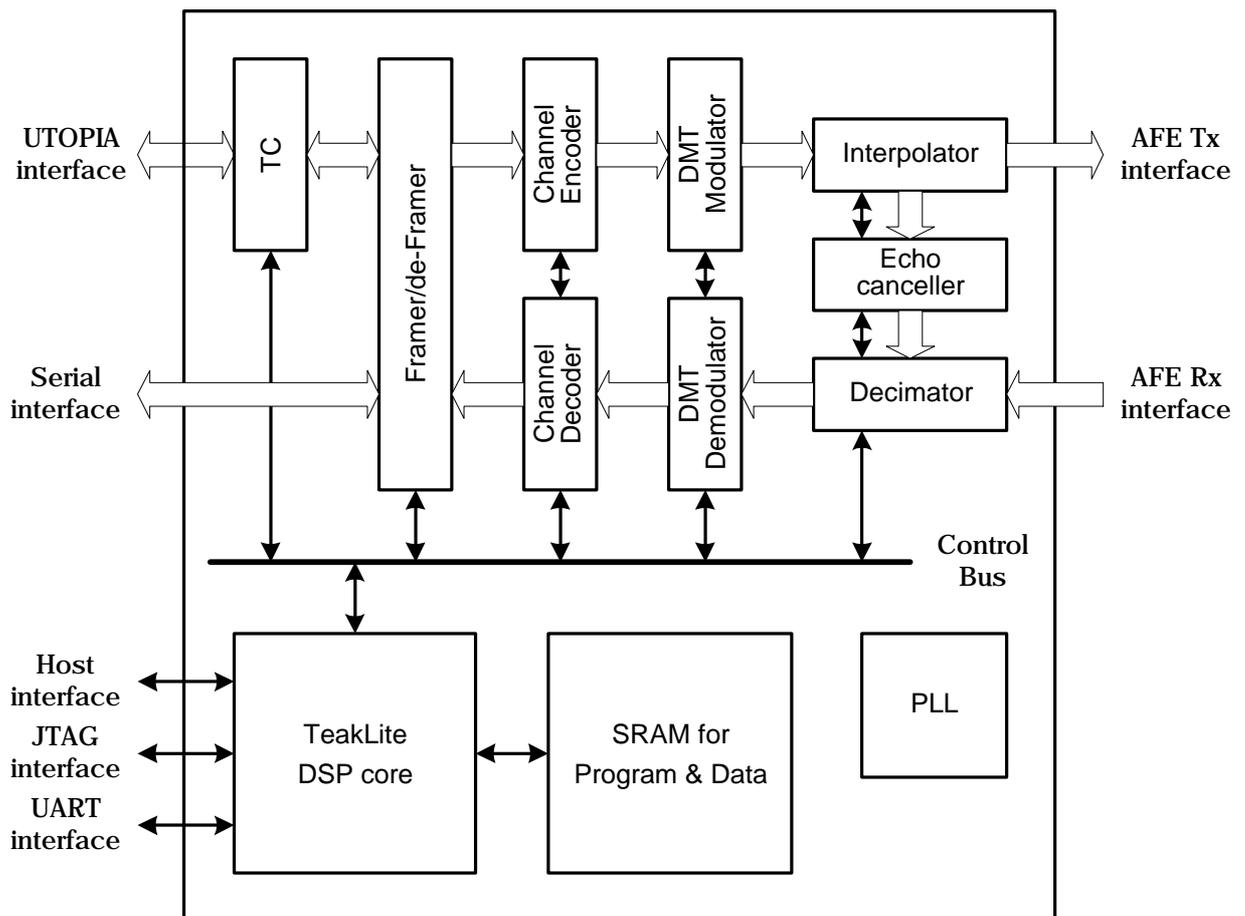


Figure 4: Block diagram

The input bit stream is divided into bit slices and they are fed into the QAM, which are allocated to 256 sub-channels according to the bit loading table. The bit slices are then converted to frequency-domain complex samples by the QAM encoder. The 256 complex samples are changed to 512 time-domain samples by IFFT. The Tx filter performs band separation and interpolation functions.

The received signals are attenuated and distorted in terms of both phase and amplitude. PLL fixes the phase errors within 4 samples using the 276 kHz pilot tone transmitted from the CO side. The ones over 4



## S5N8950 G.dmt ADSL Transceiver for CO and CPE

samples are fixed by the sync recovery algorithm using a known synchronization symbol. The TEQ is a filter that adaptively alters the channel so that the impulse response is reduced to the length of the cyclic prefix which will be removed prior to FFT. The FEQ is a one tap complex adaptive filter for each sub-channel, which adjusts the gains and phases of the received signals. The equalizers are adaptively updated due to the transmission channel environment.

In FDM-based DMT modulation, the frequency band, 0 to 1.104 MHz, is divided into 256 equi-spaced sub-channels, of which 26 KHz (#6) to 134 KHz (#31) is allocated for the upstream, and 142 KHz (#33) to 1.100 MHz (#255) for the downstream. The Nyquist rate, therefore, should be 2.208 MHz (276kHz).

DMT inherently transmits an optimized time-variable spectrum. This spectrum is adjusted according to the desired data rate and the transmission characteristics (transfer function and noise spectrum) on each and every sub-channel. For this, CO and CPE transmit 128.4 KHz wide tone downstream and upstream respectively to each other during initialization. They measure the quality of each of these received tones and then decided whether a tone has sufficient quality to be used for further transmission and, if so, how much data this tone should carry relative to the other tones that are used. They inform the bit loading result to each other.

## 5 I/O Timing Description

### 5.1 AFE Data Interface Timing Information

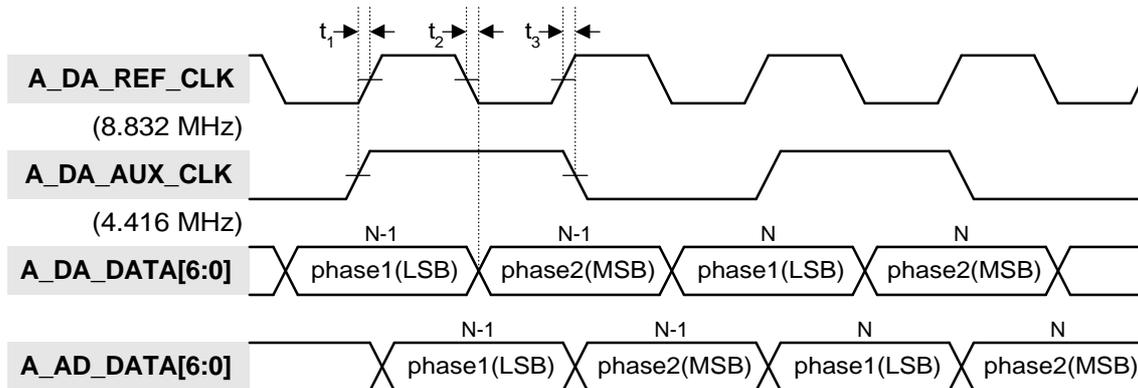


Table 3: AFE data interface timing diagram.

| Parameter | Description                                   | Min | Max | Unit         |
|-----------|---|-----|-----|--------------|
| $t_1$     | A_DA_AUX_CLK setup to A_DA_REF_CLK $\uparrow$ |     | 10  | $\text{\AA}$ |
| $t_2$     | DATA delay after A_DA_REF_CLK $\downarrow$    |     | 10  | $\text{\AA}$ |
| $t_3$     | A_DA_AUX_CLK hold to A_DA_REF_CLK $\uparrow$  |     | 10  | $\text{\AA}$ |

Table 4: AFE data interface timing table.

### 5.2 AFE Control Interface Timing Information

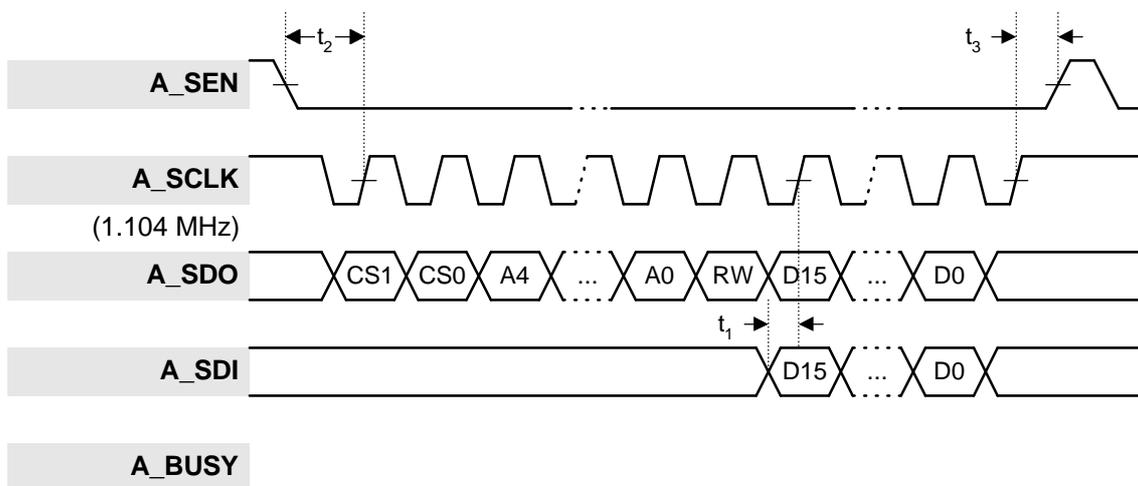


Figure 5: AFE control interface timing diagram.

| Parameter | Description                                 | Min | Max | Unit          |
|-----------|---|-----|-----|---------------|
| $t_1$     | A_SDI setup to A_SCLK $\uparrow$            | 30  |     | $\mu\text{s}$ |
| $t_2$     | A_SEN $\downarrow$ before A_SCLK $\uparrow$ | 30  |     | $\mu\text{s}$ |
| $t_3$     | A_SEN $\downarrow$ from A_SCLK $\uparrow$   | 15  |     | $\mu\text{s}$ |

Table 5: AFE control interface timing table.

### 5.3 Motorola Read Cycle Timing Information

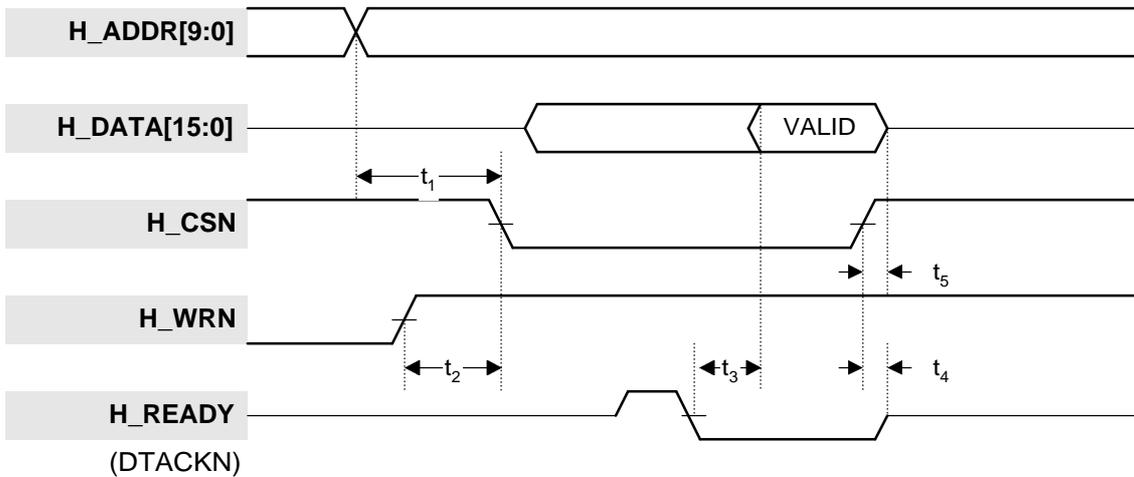


Figure 6: Motorola read cycle timing diagram.

| Parameter | Description                                | Min | Max | Unit          |
|-----------|--|-----|-----|---------------|
| $t_1$     | H_ADDR setup to H_CSN $\downarrow$         | 0   |     | $\mu\text{s}$ |
| $t_2$     | H_WRN $\uparrow$ before H_CSN $\downarrow$ | 0   |     | $\mu\text{s}$ |
| $t_3$     | H_DATA valid from H_READY $\downarrow$     |     | 10  | $\mu\text{s}$ |
| $t_4$     | H_READY hi-Z from H_CSN $\uparrow$         | 1   | 5   | $\mu\text{s}$ |
| $t_5$     | H_DATA hold after H_CSN $\uparrow$         |     | 5   | $\mu\text{s}$ |

Table 6: Motorola read cycle timing table.

### 5.4 Motorola Write Cycle Timing Information

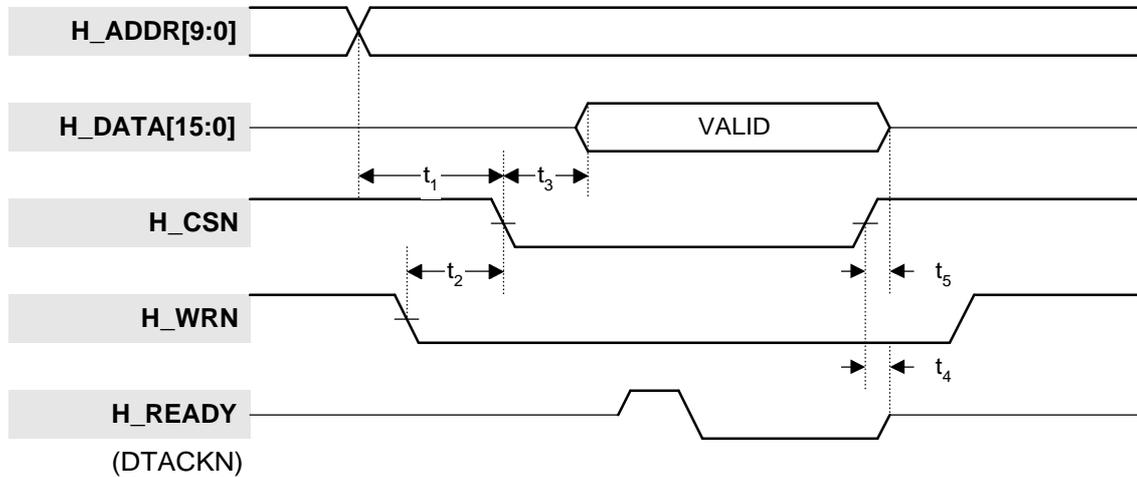


Figure 7: Motorola write cycle timing diagram.

| Parameter      | Description                 | Min | Max | Unit |
|----------------|-----------------------------|-----|-----|------|
| t <sub>1</sub> | H_ADDR setup to H_CSN ↓     | 0   |     | § Å  |
| t <sub>2</sub> | H_WRN ↓ before H_CSN ↓      | 0   |     | § Å  |
| t <sub>3</sub> | H_DATA valid from H_READY ↓ |     | 50  | § Å  |
| t <sub>4</sub> | H_READY hi-Z from H_CSN ↑   | 1   | 5   | § Å  |
| t <sub>5</sub> | H_DATA hold after H_CSN ↑   | 5   |     | § Å  |

Table 7: Motorola write cycle timing table.

### 5.5 Intel Read Cycle Timing Information

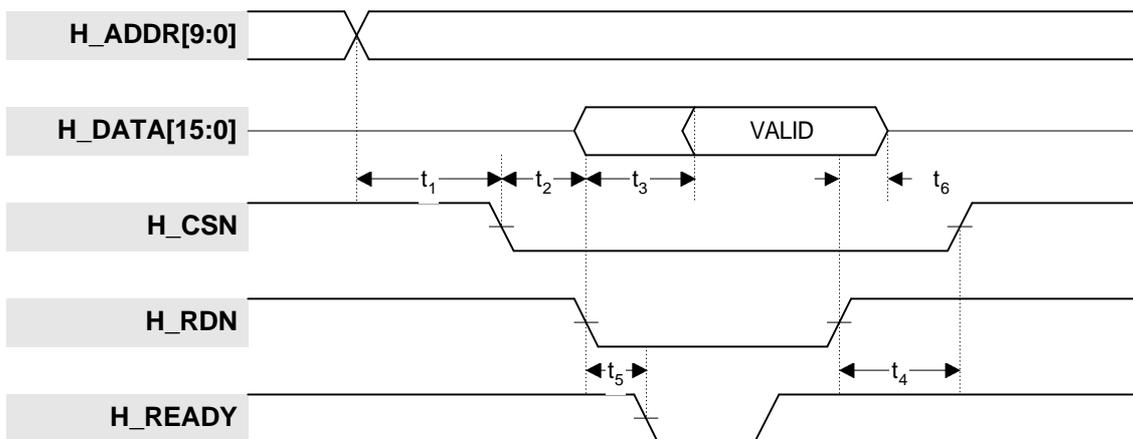


Figure 8: Intel read cycle timing diagram.

| Parameter | Description               | Min | Max | Unit |
|-----------|---------------------------|-----|-----|------|
| $t_1$     | H_ADDR setup to H_CSN ↓   | 0   |     | § Å  |
| $t_2$     | H_CSN ↓ before H_RDN ↓    | 0   |     | § Å  |
| $t_3$     | H_DATA valid from H_RDN ↓ |     | 170 | § Å  |
| $t_4$     | H_CSN ↑ from H_RDN ↑      | 0   |     | § Å  |
| $t_5$     | H_READY ↓ from H_RDN ↓    | 0   | 20  | § Å  |
| $t_6$     | H_DATA hold after H_RDN ↑ |     | 5   | § Å  |

Table 8: Intel read cycle timing table.

### 5.6 Intel Write Cycle Timing Information

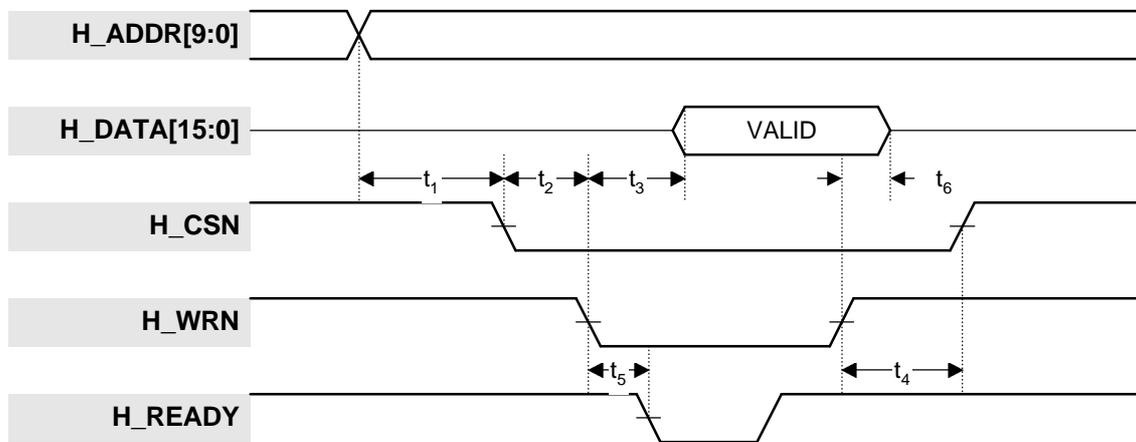


Figure 9: Intel write cycle timing diagram.

| Parameter | Description               | Min | Max | Unit |
|-----------|---------------------------|-----|-----|------|
| $t_1$     | H_ADDR setup to H_CSN ↓   | 0   |     | § Å  |
| $t_2$     | H_CSN ↓ before H_WRN ↓    | 0   |     | § Å  |
| $t_3$     | H_DATA valid from H_WRN ↓ |     | 50  | § Å  |
| $t_4$     | H_CSN ↑ from H_WRN ↑      | 0   |     | § Å  |
| $t_5$     | H_READY ↓ from H_WRN ↓    | 0   | 20  | § Å  |
| $t_6$     | H_DATA hold after H_WRN ↑ | 5   |     | § Å  |

Table 9: Intel write cycle timing table.

### 5.7 Byte Mode Non-ATM Interface Timing Information.

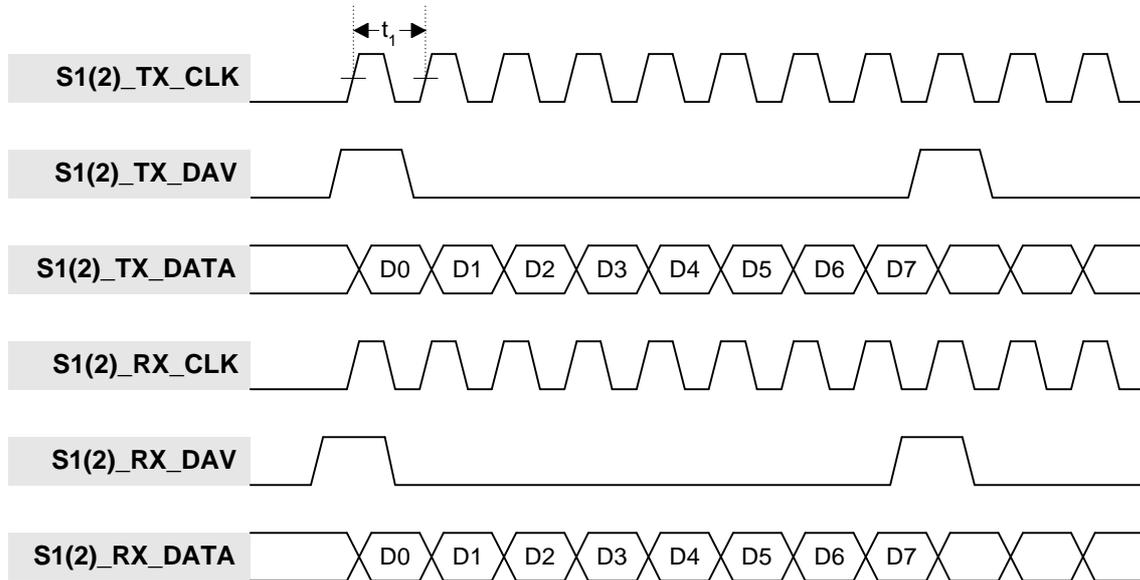


Figure 10: Byte mode non-ATM interface timing diagram.

| Parameter | Description            | Min | Max | Unit |
|-----------|------------------------|-----|-----|------|
| $t_1$     | S1(2)_TX_CLK frequency | 1   | 25  | MHz  |

Table 10: Byte mode non-ATM interface timing table.

### 5.8 Envelope Mode non-ATM Interface Timing Information

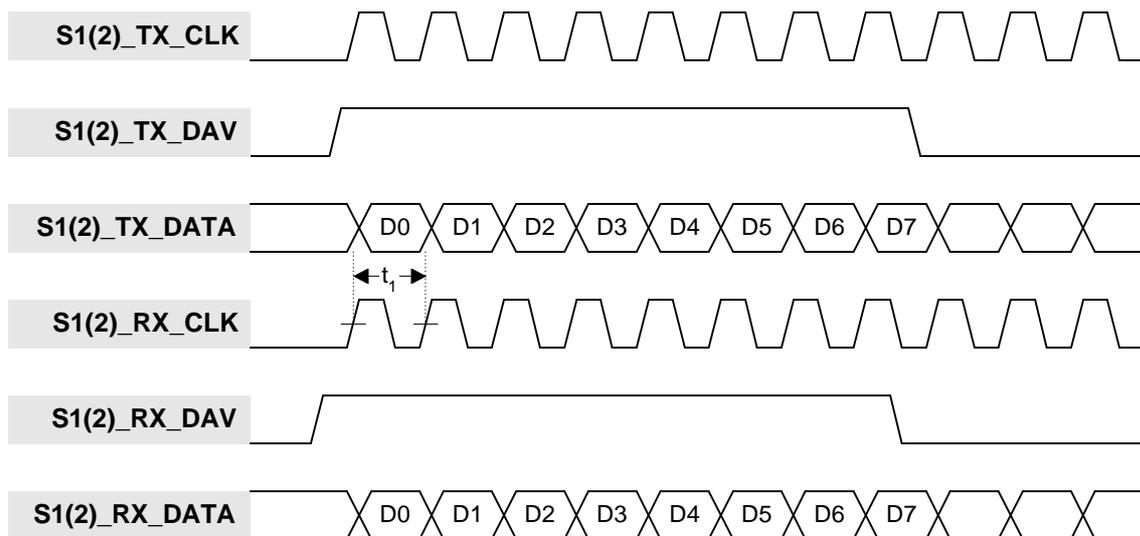


Figure 11: Envelope mode non-ATM interface timing diagram.

| Parameter | Description            | Min | Max | Unit |
|-----------|------------------------|-----|-----|------|
| $t_1$     | S1(2)_RX_CLK frequency | 1   | 25  | MHz  |

Table 11: Envelope mode non-ATM interface timing table.

### 5.9 UTOPIA-2 ATM Interface Timing Information

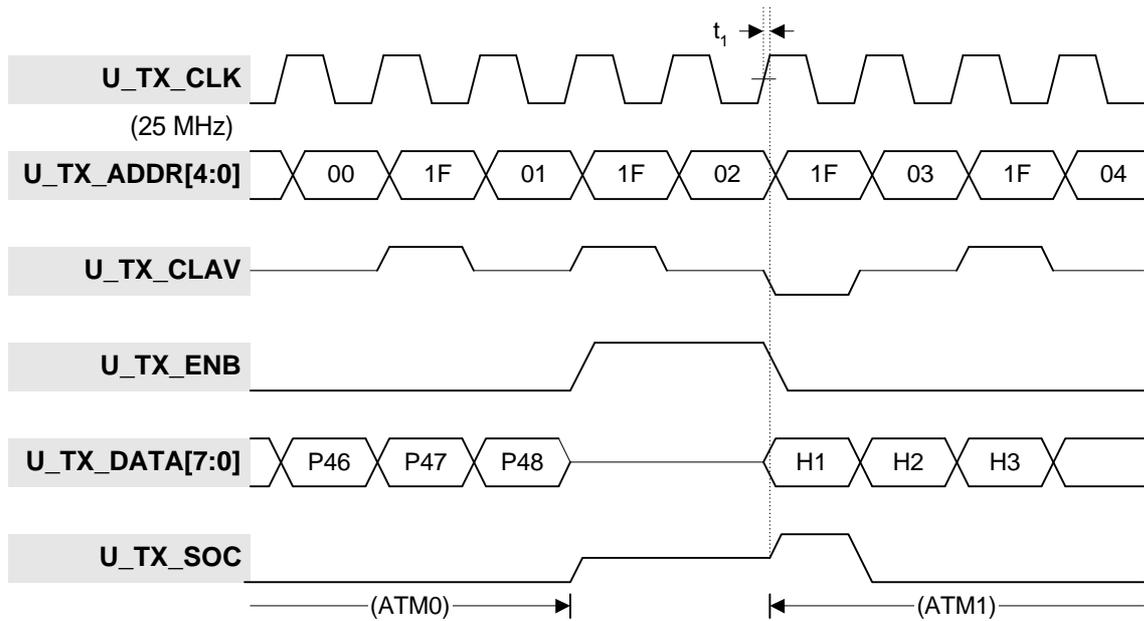


Figure 12: UTOPIA-2 ATM interface timing diagram.

| Parameter | Description                           | Min | Max | Unit    |
|-----------|---------------------------------------|-----|-----|---------|
| $t_1$     | Signal Hold after U_TX_CLK $\uparrow$ | 5   | 10  | $\mu$ s |

Table 12: UTOPIA-2 ATM interface timing table.

### 5.10 UTOPIA-2 ATM Interface Timing Information

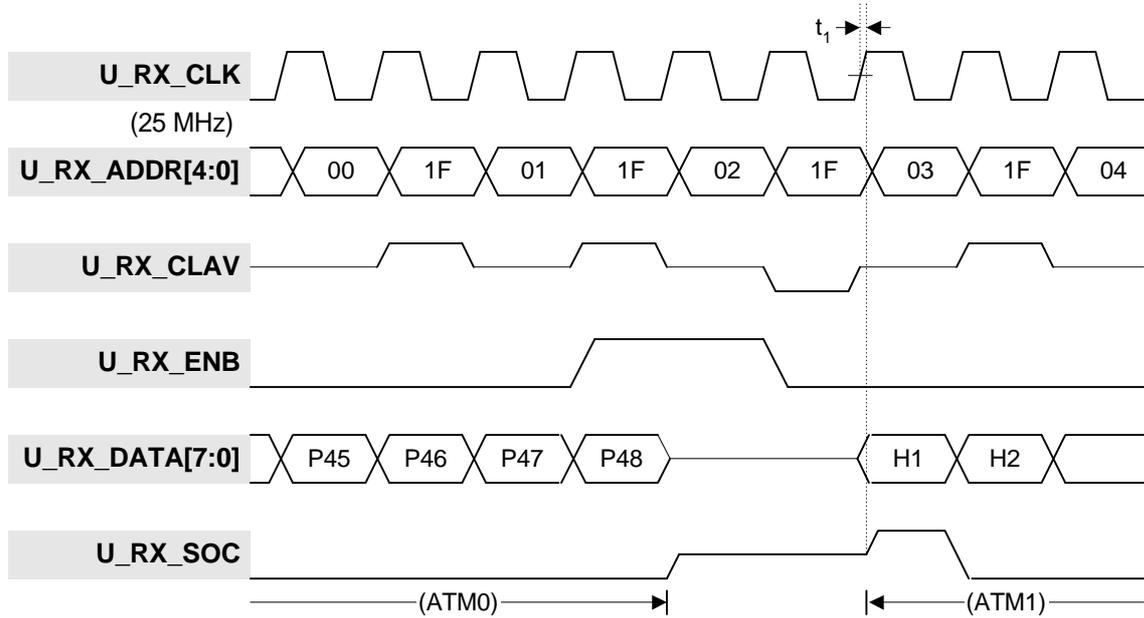


Figure 13: UTOPIA-2 ATM interface timing diagram.

| Parameter | Description                           | Min | Max | Unit    |
|-----------|---------------------------------------|-----|-----|---------|
| $t_1$     | Signal Hold after U_RX_CLK $\uparrow$ | 5   | 10  | $\mu$ s |

Table 13: UTOPIA-2 ATM interface timing table.

## 6 Electrical Characteristics

| Symbol      | Parameter           | Rating                  | Unit               |
|-------------|---------------------|-------------------------|--------------------|
| $I_{LATCH}$ | Latch-up Current    | $\pm 200$               | mA                 |
| $T_{STG}$   | Storage Temperature | $\text{f } 65 \sim 150$ | $^{\circ}\text{C}$ |

Table 14: Absolute Maximum Ratings

| Symbol   | Parameter                       | Rating          |              | Unit               |
|----------|---------------------------------|-----------------|--------------|--------------------|
| $V_{DD}$ | DC Input Voltage                | 1.8 V I/O       | 1.65 ~ 1.95  | V                  |
|          |                                 | 3.3 V I/O       | 3.0 ~ 3.6    |                    |
|          |                                 | 5V-tolerant I/O | 3.0 ~ 3.6    |                    |
|          | Analog Core DC Supply Voltage   | 1.8 V Core      | 1.8 $\pm$ 5% |                    |
| $T_A$    | Operating Temperature (Ambient) |                 | -40 to 85    | $^{\circ}\text{C}$ |

Table 15: Recommended Operating Conditions

| Symbol | Parameter         | Min | Typ | Max | Unit        |
|--------|-------------------|-----|-----|-----|-------------|
| $P_D$  | Power Dissipation |     | 716 |     | $\text{mW}$ |

Table 16: Power Dissipation

| Symbol    | Parameters                                | Min      | Typ   | Max     | Unit          |
|-----------|---|----------|-------|---------|---------------|
| $V_{IH}$  | Input High Voltage                        | 2.0      |       |         | V             |
| $V_{IL}$  | Input Low Voltage                         |          |       | 0.8     |               |
| $V_{OH}$  | Output High Voltage                       | 2.4      |       |         |               |
| $V_{OL}$  | Output Low Voltage                        |          |       | 0.4     |               |
| $V_T$     | Switching Threshold                       |          | 1.4   |         |               |
| $V_{T^+}$ | Schmitt Trigger, Positive-going Threshold |          |       | 2.0     |               |
| $V_{T^-}$ | Schmitt Trigger, Negative-going Threshold | 0.8      |       |         |               |
| $I_{IH}$  | Input High Current ( $V_{IN}=V_{DD}$ )    | -10(10)  | (33)  | 10(60)  | $\mu\text{A}$ |
| $I_{IL}$  | Input Low Current ( $V_{IN}=V_{SS}$ )     | -10(-60) | (-33) | 10(-10) |               |
| $I_{OZ}$  | Tri-state Output Leakage Current          | -10      |       | 10      |               |
| $I_{DD}$  | Quiescent Supply Current                  |          |       | 100     |               |
| $C_{IN}$  | Input Capacitance                         |          |       | 4       | pF            |
| $C_{OUT}$ | Output Capacitance                        |          |       | 4       |               |

NOTE: ( ) – Input buffer with pull-down

Table 17: DC Characteristics