



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ภาคผนวก ก.
ตารางแสดง IC voltage reference

IC VOLTAGE REFERENCES														
Type	Bandgap	Zener	Terminals	Trim	Voltage (V)	Accuracy (%)	Tempco typ (ppm/°C)	Min. supply voltage (V)	Supply current (mA)	Max. output current (mA)	Noise voltage 0.1-10Hz typ (µV pp)	Regulation		
												Long-term stability typ (ppm/1000h)	Line typ (%/V)	Load 0-10mA typ (%)
Regulator type														
LM10C	✓	—	8	✓	0.20	5	30	1.1	0.3	20		0.001	0.01 ^a	
µA723C	—	✓	14	✓	7.15	3	20	9.5	2.3	65	1000	0.003	0.03	
SG3532J	✓	—	10	✓	2.50	4	50	4.5	1.6	150	300	0.005	0.02	
Two-terminal (zener) type														
LM113-1	✓	—	2	—	1.22	1	100		1	20 ^b			0.2	
LM128A	—	✓	2	—	6.9	5	6		1	15 ^b	20		0.1	
LM329C	—	✓	2	—	6.9	5	30		1	15 ^b	20		0.1	
LM299A ^c	—	✓	4	—	6.95	2	0.2	9.0	17	10 ^b	20		0.1	
LM399 ^c	—	✓	4	—	6.95	5	0.3	9.0	17	10 ^b	20		0.1	
LM3999 ^c	—	✓	3	—	6.95	5	2.0	9.0	17	10 ^b	20		0.1	
LM336	✓	—	3	✓	2.50	4	10		1	10 ^b	20		0.1	
TL430	✓	—	3	✓	2.75	5	120		10	100 ^b	50		0.5	
TL431	✓	—	3	✓	2.75	2	10		10	100 ^b	50		0.5	
ICL8069A	✓	—	2	—	1.23	2	10		0.5	10 ^b			0.2 ^d	
LM385A	✓	—	2	—	1.23	1	20		0.1 ^d	20 ^c	25		0.02 ^d	
Three-terminal type														
REF-01A	✓	—	8	—	10.0	0.3	3	12	1	15	20	0.005	0.025	
REF-01C	✓	—	8	—	10.0	1	20	12	1	15	25	0.005	0.025	
REF-02A	✓	—	8	—	5.0	0.3	3	7	1	10	10	0.005	0.025	
REF-02C	✓	—	8	—	5.0	1	20	7	1	10	12	0.005	0.025	
LH0070-1	—	✓	3	—	10.0	0.01	4	12.5	3	10	20	0.005	0.02	
AD580K	✓	—	3	—	2.5	2	40	4.5	1	10	60	25	0.04	0.4
AD580M	✓	—	3	—	2.5	1	10	4.5	1	10	60	25	0.04	0.4
AD581L	✓	—	3	—	10.0	0.05	5	12	0.75	10	50	25	0.005	0.002
AD584JH	✓	—	8	✓	2.5	0.3	30	5	0.75	18	50	25	0.005	0.002
					5.0			7.5		15				
					7.5			10		13				
AD584LH	✓	—	8	—	10.0	0.05	10	12.5	0.75	18	50	25	0.005	0.002
					5.0	0.06	5	7.5		15				
					7.5	0.06	5	10		13				
					10.0	0.1	5	12.5		10				
MC1403A	✓	—	8	—	2.5	1	10	4.5	1.2	10			0.002	0.06
MC1404AU5	✓	—	9	✓	5.0	1	10	7.5	1.2	10			0.001	0.06
MC1404AU6	✓	—	8	✓	6.25			8.8					0.001	
MC1404AU10	✓	—	8	✓	10.0			12.5					0.0006	
HA1600-5 ^e	—	—	14	—	10.0	0.02	1.0	12	25	2			0.001	0.001
HA1610	—	—	14	—	10.0	0.01	3	12	1.9	10			0.001	0.01
ICL8212	✓	—	8	✓	1.15	3	200	1.8	0.035	20			0.2	

^aZero to 1mA.

^bMaximum zener current.

^cOn-chip heater thermostat.

^dMicropower: specified down to 10 µA operating current.

ภาคผนวก ข.
ข้อมูลของทรานซิสเตอร์ที่ใช้

TRANSISTOR NUMBER	TYPE	V _{CB} MAX	V _{CE} MAX	V _{EB} MAX	I _C MAX	T _J MAX	P _{TOT}	F _T MIN	H _{FE}	Note*
2N3055	NS	100 V	60 V	7 V	15 A	200°C	115 WC	200 K	20/70	
2SC1226A	NS	50 V	40 V	5 V	3 A	150°C	10 WC	75 M	30/220	
2N2905	PS	60 V	40 V	5 V	600 MA	200°C	600 MWF	200 M	100 MN	
2N3904	NS	60 V	40 V	6 V	200 MA	135°C	310 MWF	250 M	100 MN	
BC548	NS	30 V	30 V	6 V	100 MA	150°C	500 MWF	200 M	110 MN	
2SC454	NS	30 V	30 V	5 V	100 MA	125°C	200 MWF	115 M	60 MN	
BC141	NS	100 V	60 V	7 V	1 A	175°C	3700 MWH	50 M	40 MN	
BD131	NS	70 V	45 V	6 V	3 A	125°C	11 WC	60 M	40 MN	
BD537	NS	80 V	80 V	5 V	4 A	150°C	40 WC	3 M	40 MN	

ภาคผนวก ก.
ตารางแสดงออปแอมป์ต่าง ๆ

TABLE OPERATIONAL AMPLIFIERS

Type	Single	Dual	Quad	FET	Offset adj.	Ext. comp.*	Min. gain [†]	Total supply voltage		Supply curr. [‡]	Input							
								min (V)	max (V)		Voltage		Current					
											Offset	Drift	Offset	Bias				
typ (mV)	max (mV)	typ (μV/°C)	max (μV/°C)	typ (nA)	max (nA)	typ (nA)	max (nA)											
741 type																		
741C	✓	•	•	—	✓	—	1	10	36	2.8	2	6	—	—	20	200	80	500
OP-01E	✓	•	•	—	✓	—	1	10	44	3	1	2	3	10	1	5	20	50
OP-02E ²	✓	•	•	—	✓	—	1	10	44	2	0.3	0.5	2	8	0.5	2	18	30
OP-11E ²	✓	•	•	—	✓	—	1	10	44	6	0.3	0.5	2	10	8	20	180	300
349	✓	•	•	—	✓	—	5	10	36	4.5	1	6	—	—	4	50	30	200
AD542L	✓	•	•	—	✓	—	1	10	36	1.5	—	0.5	—	5	0.002	—	—	0.025
AD741L	✓	•	•	—	✓	—	1	10	44	2.8	0.2	0.5	2	5	2	5	30	50
748C	✓	•	•	—	✓	—	U	10	36	3.3	2	6	—	—	20	200	80	500
μA777	✓	•	•	—	✓	—	U	10	44	2.8	0.7	5	4	30	0.7	20	25	100
1458S	✓	•	•	—	✓	—	1	—	36	12	—	6	—	—	30	200	200	500
1741S	✓	•	•	—	✓	—	1	8	44	3.5	1	5	3	—	30	200	200	500
ULN2171	✓	•	•	—	✓	—	1	6	40	3.1	0.7	5	—	—	8	20	30	50
4131	✓	•	•	—	✓	—	1	7	36	1.9	1.5	5	5	20	3	20	70	150
HA4741	✓	•	•	—	✓	—	1	4	40	7	1	5	5	—	30	50	60	300
LF13741	✓	•	•	—	✓	—	1	10	36	4	5	15	10	—	0.01	0.05	0.05	0.2
4136 type																		
4136C	✓	•	•	—	✓	—	1	—	36	11	0.5	6	—	—	5	200	40	500
1456	✓	•	•	—	✓	—	1	10	36	3	5	10	—	—	5	10	15	30
RC4156	✓	•	•	—	✓	—	1	6	40	7	1	5	5	—	30	50	60	300
RC4157	✓	•	•	—	✓	—	5	6	40	7	1	5	5	—	30	50	60	300
4558C	✓	•	•	—	✓	—	1	—	36	5.6	2	6	—	—	20	200	80	500
HA4605	✓	•	•	—	✓	—	1	10	40	6.5	0.5	3.5	2	—	30	100	130	300
HA4625	✓	•	•	—	✓	—	10	10	40	6.5	0.5	3.5	2	—	30	100	130	300
301 type																		
301A	✓	•	•	—	✓	—	U	10	44	2.5	2	7.5	6	30	3	50	70	250
AD301AL	✓	•	•	—	✓	—	U	10	44	3	0.3	0.5	2	5	3	5	15	30
307	✓	•	•	—	✓	—	1	10	44	2.5	2	7.5	6	30	3	50	70	250
NE5534 ⁵	✓	•	•	—	✓	—	3	6	44	8	0.5	4	—	—	20	300	500	1500
324 type																		
324 ⁶	•	•	•	—	—	—	1	3	32	3	2	7	7	—	5	50	45	250
324A ⁶	•	•	•	—	—	—	1	3	32	3	2	3	7	30	5	30	45	100
μA799 ⁶	✓	•	•	—	✓	—	1	3	36	3	2	5	10	—	10	25	50	100
739 type																		
μA739	✓	•	•	—	✓	—	U	8	36	14	1	6	—	—	50	10000	300	2000
μA749	✓	•	•	—	✓	—	U	8	36	10	1	3	3	—	50	400	300	750
MC1303	✓	•	•	—	✓	—	U	10	30	15	1.5	10	—	—	200	400	1000	10k
RC4739	✓	•	•	—	✓	—	1	8	36	5.2	2	6	—	—	5	200	40	500
725 type																		
μA725	✓	•	•	—	✓	—	U	6	44	3	0.5	1	2	5	2	20	40	100
OP-05E ⁷	✓	•	•	—	✓	—	1	6	44	4	0.2	0.5	0.7	2	1.2	3.8	1.2	4
OP-07A ⁷	✓	•	•	—	✓	—	1	6	44	4	0.01	0.025	0.2	0.6	0.3	2	0.7	2
OP-07C ⁷	✓	•	•	—	✓	—	1	6	44	5	0.06	0.15	0.5	1.8	0.8	6	1.8	7
OP-07E ¹⁰	✓	•	•	—	✓	—	1	6	44	4	0.03	0.08	0.3	1.3	0.5	3.8	1.2	4
AD504L	✓	•	•	—	✓	—	U	10	36	3	0.2	0.5	—	2	—	10	—	80
AD510L	✓	•	•	—	✓	—	1	10	36	3	—	0.025	—	—	—	2.5	—	10
AD517J	✓	•	•	—	✓	—	1	10	36	4	—	0.15	—	3	—	1	—	5
AD517L	✓	•	•	—	✓	—	1	10	36	3	—	0.025	—	0.5	—	0.25	—	1
3510CM	✓	•	•	—	✓	—	10	6	40	3.5	—	0.06	—	0.5	—	10	—	15
308 type																		
LM308 ¹¹	✓	•	•	—	✓	—	U	10	36	0.8	2	7.5	6	30	0.2	1	1.5	7
OP-08E	✓	•	•	—	✓	—	U	10	40	0.5	0.07	0.15	0.5	2.5	0.05	0.2	0.8	2
LM11	✓	•	•	—	✓	—	1	5	40	0.6	0.1	0.3	1	3	0.5pA	10pA	25pA	50pA
OP-12E	✓	•	•	—	✓	—	1	10	40	0.5	0.07	0.15	0.5	2.5	0.05	0.2	0.8	2
LH0044A	✓	•	•	—	✓	—	10	4	40	3	0.008	0.025	0.1	0.5	1.5	2.5	8.5	15
LM308A-1	✓	•	•	—	✓	—	U	10	36	0.8	0.3	0.5	0.6	1	0.2	1	1.5	7
LM312	✓	•	•	—	✓	—	1	10	40	0.8	2	7.5	6	30	0.2	1	1.5	7
LM316A	✓	•	•	—	✓	—	1	6	40	0.5	—	3	—	—	—	0.05	—	0.15

Slew rate* typ (V/μs)	f _T * (typ) (MHz)	CMRR		PSRR		Gain		Max. output current (mA)	Max. diff'l. input [†] (V)	Swing to supplies [†]				Comments
		min (dB)	typ (dB)	min (dB)	typ (dB)	min (x 1000)	typ (x 1000)			In		Out		
										V ₊	V ₋	V ₊	V ₋	
0.5	1.2	70	90	76	90	20	200	20	30	—	—	—	—	Gen. purp., industry st'd.
0.5	2.5	80	100	80	100	50	100	6	30	—	—	—	—	Fast (feedforward), precision
0.5	1.3	90	110	90	110	100	250	6	30	—	—	—	—	Precision, low current
1.0	2	110	120	90	110	100	650	6	30	—	—	—	—	Precision quad
2	4*	70	90	77	96	25	160	15	36	—	—	—	—	Decomp. 348 (quad 741)
3	1	80	—	80	—	300	—	10	20	—	—	—	—	Precision FET
3.5	1	90	110	96	106	50	200	15	30	—	—	—	—	Precision 741
0.5	1.2	70	90	76	90	50	200	15	30	—	—	—	—	Uncomp. 741 (301 pinout)
0.5	1	70	95	76	96	25	250	20	30	—	—	—	—	Low-bias 741
20	1	70	90	76	100	20	100	10	30	—	—	—	—	Fast-slew 1458 (dual 741)
12	1	70	90	76	100	50	200	10	30	—	—	—	—	Fast-slew 741
1.5	—	80	100	80	100	25	100	—	30	—	—	—	—	Low bias
2	4	70	100	70	100	25	160	10	30	—	—	—	—	Fast 741
1.6	3.5	74	—	80	—	25	50	10	30	—	—	—	—	Quad fast 741
0.5	1	70	90	77	96	25	100	15	30	✓	—	—	—	FET follower + 741
1.0	3	70	90	76	90	20	300	20	30	—	—	—	—	Gen. purp. med. speed quad
2.5	1	70	110	74	84	70	100	5	40	—	—	—	—	—
1.6	3.5	80	—	80	—	25	100	20	30	—	—	—	—	Fast 348 (quad 741)
6*	19*	80	—	80	—	25	100	20	30	—	—	—	—	Decomp. 4156
1.0	2.5	70	90	74	84	20	200	15	30	—	—	—	—	Fast 1458 (4559 - low noise)
4	8	80	—	80	—	75	250	10	7	—	—	—	—	Faster 348
20	70	80	—	80	—	75	250	10	7	—	—	—	—	Decomp. 4605
0.5	1	70	90	70	96	25	160	10	30	✓	—	—	—	Gen. purp. uncomp.
0.5	1	—	100	—	100	—	300	10	30	✓	—	—	—	Precision, low bias
0.5	1	70	90	70	96	15	—	10	30	✓	—	—	—	Compensated 301
6	10	70	100	80	100	25	100	20	0.5	—	—	—	—	Low noise, fast, good for audio
0.5	1	65	70	65	100	25	100	20	30	—	✓	—	—	Gen. purp. quad. sing. supp.
0.5	1	65	85	65	100	25	100	20	30	—	✓	—	—	Improved 324
0.6	1	70	90	76	90	50	200	20	30	—	✓	—	—	Sim. to 324, but low distortion
1	6	70	90	—	85	6.5	20	1.5	5	—	—	—	✓	Low-noise audio op-amp
2	6	70	90	74	86	20	50	1.5	5	—	—	—	✓	Improved 739
—	—	—	—	—	—	6	10	10	40	—	—	—	—	Similar to 739
—	3	70	100	76	100	15	200	7	30	—	—	—	—	739 with push-pull output
2005	0.06	110	120	100	116	250	3000	15	5	—	—	—	—	Orig. precision op-amp
317	0.6	110	123	94	107	200	500	10	30	—	—	—	—	—
317	0.6	110	126	100	110	300	500	10	30	—	—	—	—	Precision premium op-amp
317	0.6	100	120	90	104	120	400	10	30	—	—	—	—	—
317	0.6	106	123	94	107	200	500	10	30	—	—	—	—	—
312	0.3	110	120	—	100	1000	8000	15	30	—	—	—	—	—
31	0.3	110	—	—	100	1000	—	10	30	—	—	—	—	—
31	0.25	94	—	88	—	1000	—	10	30	—	—	—	—	Low offset
31	0.25	110	—	96	—	1000	—	10	30	—	—	—	—	—
38	0.4	110	—	110	130	1000	10M	10	40	—	—	—	—	Precision premium op-amp Precision
315	0.3	80	100	80	96	25	300	5	0.5	—	—	—	—	Orig. low curr. (superbeta)
312	0.8	104	120	104	120	80	300	5	0.5	—	—	—	—	Precision 308
33	0.5	110	130	100	118	100	300	2	0.5	—	—	—	—	Lowest I _b bipolar op-amp; precision
312	0.8	104	120	104	120	80	300	5	0.5	—	—	—	—	Precision 312
306	0.4	120	145	120	145	1000	20M	4	1	—	—	—	—	Precision
315	0.3	96	110	96	110	80	300	5	0.5	—	—	—	—	Precision 308
315	0.3	80	110	96	96	25	300	5	0.5	—	—	—	—	Compensated 308
315	0.3	80	—	80	—	30	—	5	0.4	—	—	—	—	Superbeta Darlington

TABLE (cont.)

Type	Single*	Dual*	Quad*	FET	Offset adj.	Ext. comp. [†]	Min. gain [‡]	Total supply voltage		Supply curr. [§] (mA)	Input							
								min (V)	max (V)		Voltage		Current					
											Offset		Drift		Offset		Bias	
								typ (mV)	max (mV)		typ ($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)	max ($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)	typ (nA)	max (nA)	typ (nA)	max (nA)		
355 type																		
355	✓			✓	✓	—	1	10	36	4	3	10	5	—	0.003	0.02	0.03	0.2
OP-15E	✓			✓	✓	—	1	10	44	4	0.2	0.5	2	5	0.003	0.01	0.015	0.05
OP-16E	✓			✓	✓	—	1	10	44	7	0.2	0.5	2	5	0.003	0.01	0.015	0.05
355A	✓			✓	✓	—	1	10	36	4	1	2	3	5	0.003	0.01	0.03	0.15
LFT355	✓			✓	✓	—	1	10	44	4	—	0.5	3	5	0.003	0.01	0.03	0.05
356	✓			✓	✓	—	1	10	36	10	3	10	5	—	0.007	0.04	0.07	0.2
356A	✓			✓	✓	—	1	10	36	10	1	2	3	5	0.007	0.02	0.07	0.1
LFT356	✓			✓	✓	—	1	10	44	7	—	0.5	3	5	0.003	0.02	0.07	0.1
357	✓			✓	✓	—	5	10	36	15	3	10	5	—	0.007	0.04	0.07	0.2
357A	✓			✓	✓	—	5	10	36	10	1	2	3	5	0.007	0.02	0.07	0.1
TL081 type																		
TL081C ¹²	✓	•	•	✓	✓	—	1	36	2.8	5	15	10	—	0.005	0.02	0.03	0.4	
TL081B ¹²	✓	•	•	✓	✓	—	1	36	2.8	2	3	10	—	0.005	0.01	0.03	0.2	
TL061C ¹³	✓	•	•	✓	✓	—	1	36	0.25	3	15	10	—	0.005	0.2	0.03	0.4	
TL071C ¹⁴	✓	•	•	✓	✓	—	1	36	2.5	3	10	10	—	0.005	0.05	0.03	0.2	
LF351 ¹⁵	✓	•	•	✓	✓	—	1	10	36	3.4	5	10	10	—	0.025	0.1	0.05	0.2
LF351A ¹⁵	✓	•	•	✓	✓	—	1	10	36	2.8	1	2	10	—	0.025	0.05	0.05	0.1
AD544L	✓			✓	✓	—	1	10	36	2.5	—	0.5	—	5	0.005	—	—	0.05
$\mu\text{A}771\text{A}^{16}$	✓	•	•	✓	✓	—	1	36	3	—	2	10	—	—	0.05	0.05	—	0.1
MOSFET type																		
CA3160A ¹⁷	✓			✓	✓	—	1	5	16	15	2	5	10	—	0.0005	0.02	0.005	0.03
CA3140A ¹⁸	✓	•		✓	✓	—	1	4	44	6	2	5	6	—	0.0005	0.02	0.01	0.04
ICL7600	✓			✓	—	—	1	4	18	5	0.002	0.005	0.01	0.1	—	—	0.3	3
ICL7612B	✓			✓	—	—	1	3	18	2.5	—	5	5	—	0.0005	0.03	0.001	0.05
ICL7641B ¹⁹	•	•	✓	✓	—	—	1	1	18	2.5	—	5	5	—	0.0005	0.03	0.001	0.05
ICH8500A	✓			✓	✓	—	1	16	36	2.5	—	50	—	—	0.01pA'	—	0.01pA'	—
MC14573-1	✓			✓	—	—	1	3	18	1.5 [†]	—	10	20	—	—	0.02	—	1
FET: low bias																		
LH0022	✓			✓	✓	—	1	11	40	2.8	2	4	5	10	0.2pA	2pA	5pA	10pA
LH0052	✓			✓	✓	—	1	11	40	3.8	0.1	0.5	2	5	0.01pA	0.5pA	0.5pA	2.5pA
LH0062C	✓			✓	✓	—	1	10	40	8	2	5	5	25	0.2nA	2pA	5pA	10pA
AD506L	✓			✓	✓	—	1	10	44	7	0.4	1	5	10	—	2pA	—	2pA
AD515J	✓			✓	✓	—	1	10	36	1.5	0.4	3	—	50	—	0.3pA	—	0.3pA
AD515L	✓			✓	✓	—	1	10	36	1.5	0.4	1	—	25	—	0.8pA	—	0.08pA
AD545L	✓			✓	—	—	1	10	36	1.5	—	0.5	—	5	—	—	—	1pA
3521L	✓			✓	—	—	1	10	40	4	—	0.25	—	1	2pA	—	—	10pA
3527CM	✓			✓	—	—	1	10	40	4	0.1	0.25	1	2	0.3pA	—	2pA	5pA
3528BM	✓			✓	—	—	1	10	40	1.5	0.1	0.25	2	5	0.04pA	—	—	0.15pA
High voltage																		
LM343	✓			✓	—	—	1	10	68	5	2	8	—	—	1	10	8	40
LM344	✓			✓	—	U	1	10	68	5	2	8	—	—	1	10	8	40
1436	✓			✓	—	—	1	10	80	5	5	10	—	—	5	10	15	40
HA2645	✓			✓	—	—	1	20	80	4.5	2	6	15	—	12	30	15	30
3583	✓			✓	—	—	1	100	300	8.5	—	3	—	25	—	0.1	—	0.1
3584	✓			✓	—	U	1	140	300	6.5	—	3	—	25	—	0.1	—	0.1
High speed																		
LM318	✓			✓	✓	—	1	10	40	10	4	10	—	—	30	200	150	500
LH0024C	✓			✓	✓	—	20	36	15	5	8	25	—	—	4 μA	15 μA	18 μA	40 μA
LH0032C	✓			✓	✓	—	50	10	36	22	5	15	25	—	0.01	0.05	0.025	0.2
AD518J	✓			✓	✓	—	1	10	40	10	4	10	10	—	30	200	120	500
AD528J	✓			✓	✓	—	1	10	40	7	1	3	25	50	—	0.005	0.01	0.03
NE530 ²⁰	✓	•		✓	—	—	1	36	3	2	5	6	—	—	15	40	65	150
NE538 ²¹	✓	•		✓	—	—	5	10	36	2.8	2	5	6	—	15	40	65	150
NE531	✓			✓	—	U	12	44	10	2	6	—	—	—	50	200	400	1500
NE535 ²²	✓	•		✓	—	—	1	10	36	2.8	2	5	6	—	15	40	65	150
1435	✓			✓	✓	—	10	24	32	30	2	5	5	25	—	—	10 μA	20 μA
HA2505	✓			✓	✓	—	1	20	40	6	4	8	20	—	20	50	125	250

Slew rate* (typ) (V/ μ s)	f_i^* (typ) (MHz)	CMRR		PSRR		Gain		Max. output current (mA)	Max. diff'l. input (V)	Swing to supplies?*				Comments
		min (dB)	typ (dB)	min (dB)	typ (dB)	min (x 1000)	typ (x 1000)			In		Out		
										V ₊	V ₋	V ₊	V ₋	
5	2.5	80	100	80	100	25	100	20	30	✓	—	—	—	Popular gen. purp. BiFET
17	6	86	100	86	100	100	240	15	40	—	—	—	—	Precision fast 355
25	8	86	100	86	100	100	240	20	40	—	—	—	—	Precision fast 356 (OP-17 - decomp.)
5	2.5	85	100	85	100	50	100	20	30	✓	—	—	—	—
5	2.5	95	—	85	100	50	200	20	30	✓	—	—	—	Precision 355
12	4.5	80	100	80	100	25	100	20	30	✓	—	—	—	Fast 355
12	4.5	85	100	85	100	50	100	20	30	✓	—	—	—	—
12	4.5	95	—	85	100	50	200	20	30	✓	—	—	—	Precision 356
50*	20*	80	100	80	100	25	100	20	30	✓	—	—	—	Decompensated 356
50*	20*	85	100	85	100	50	100	20	30	✓	—	—	—	—
13	3	70	76	70	76	25	200	10	30	—	—	—	—	Inexpensive gen. purp. BiFET
13	3	80	86	80	86	50	200	10	30	—	—	—	—	—
3.5	1	70	76	70	95	3	10	5	30	—	—	—	—	Low power
13	3	70	76	70	76	25	200	10	30	—	—	—	—	Lower noise
13	4	70	100	70	100	25	100	10	30	✓	—	—	—	Similar to TL071
13	4	80	100	80	100	50	100	10	30	✓	—	—	—	—
13	2	80	—	80	—	50	—	15	20	—	—	—	—	Precision, low noise
13	3	80	—	80	—	50	100	10	30	—	—	—	—	Similar to TL071
10	4	80	90	76	94	50	320	12	8	—	✓	✓	✓	MOS in/out (3130 - uncomp.)
7	3.7	70	90	76	80	20	100	+10, -1	8	—	✓	—	—	Gen. purp. MOSFET op-amp
0.5	0.3	—	88	—	110	30	160	+5, -10	18	—	—	✓	✓	CAZ (lowest offset, low freq.)
1.6	1.4	60	87	70	77	10	100	5 ^m	18	✓	✓	✓	✓	Programmable
1.6	1.4	60	87	70	77	10	100	5 ^m	18	✓	—	✓	✓	CMOS, gen. purp., low voltage
0.5	0.5	60	75	—	80	—	100	10	0.5	—	—	—	—	Lowest input current
8	—	—	80	—	70	—	50	1.3 [†]	18	—	✓	✓	✓	CMOS
3	1	80	90	80	90	100	200	10	30	—	—	—	—	LH0042 - low-cost version
3	1	74	90	74	90	100	200	10	30	—	—	—	—	Precision
70	15	80	90	80	90	50	200	10	30	—	—	—	—	Fast
6	1	80	90	80	86	50	120	15	4	—	—	—	—	—
1	0.4	66	94	68	86	40	—	10	20	—	—	—	—	—
1	0.4	70	94	74	86	50	—	10	20	—	—	—	—	Lowest current precision
1	0.7	76	80	—	74	40	—	10	20	—	—	—	—	Precision
0.6	1.5	—	90	—	92	50	—	10	40	—	—	—	—	Precision
0.9	1	—	76	—	80	100	300	20	40	—	—	—	—	Precision
0.7	0.7	80	86	80	92	100	—	10	40	—	—	—	—	Precision, low current
2.5	1	70	90	74	100	70	180	10	68	—	—	—	—	—
30	10 [†]	70	90	74	100	70	180	10	68	—	—	—	—	Uncompensated 343
2	1	70	110	80	96	70	500	10	80	—	—	—	—	—
5	4	74	100	74	90	100	200	10	37	—	—	—	—	—
30	5	—	110	—	84	50	900	75	300	—	—	—	—	Fast high voltage FET
50 [†]	7	—	110	—	84	100	1000	15	300	—	—	—	—	High-voltage uncomp FET
70	15	70	100	65	80	20	—	10	0.5	—	—	—	—	Popular
50	70	—	60	—	60	3	4	10	5	—	—	—	—	—
50	70	60	60	50	60	1	2.5	15	30	—	—	—	—	FET
70	12	70	100	65	80	25	100	15	—	—	—	—	—	—
70	10	70	90	70	90	25	100	15	20	—	—	—	—	FET, compensated
35	3	70	90	76	90	50	200	10	30	✓	—	—	—	Fast dual (5530)
60 [†]	5 [†]	70	90	76	90	50	200	10	30	✓	—	—	—	Fast dual (5538)
35	1	70	100	76	100	20	60	—	15	✓	—	—	—	—
15	1	70	90	76	90	50	200	10	30	✓	—	—	—	Fast dual (5535)
100	1000	80	90	—	75	10	20	10	2	—	—	—	—	Fast settling (2035 buffer)
30	12 [†]	74	90	74	90	15	25	10	15	✓	—	—	—	2507 - mini-DIP

TABLE (cont.)

Type							Input											
	Single ^a	Dual ^a	Quad ^a	FET	Offset adj.	Ext. comp. ^b	Total supply voltage		Voltage				Current					
							min (V)	max (V)	Supply curr. ^c (mA)	Offset		Drift		Offset		Bias		
										typ (mV)	max (mV)	typ ($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)	max ($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)	typ (nA)	max (nA)			
min (V)	max (V)	typ (mV)	max (mV)	typ ($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)	max ($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)	typ (nA)	max (nA)	typ (nA)	max (nA)									
High speed (cont.)																		
HA2515	✓				✓	✓	1	20	40	6	5	10	30	—	20	50	125	250
HA2525 ²¹	✓				✓	✓	3	20	40	6	5	10	30	—	20	50	125	250
HA2535	✓				✓	✓	10	20	40	6	0.8	5	5	—	5	20	15	200
HA2605	✓				✓	✓	1	10	45	4	3	5	10	—	5	25	5	75
HA2625 ²⁴	✓				✓	✓	5	10	45	4	3	5	10	—	5	25	5	25
HA2655	✓				✓	✓	1	4	40	4	2	5	8	—	2	60	50	200
CA3100	✓	✓			✓	✓	10	13	36	11	1	5	—	—	50	400	700	2000
HA5105	✓				✓	✓	1	20	40	8	0.5	1.5	15	—	0.005	0.05	0.05	0.1
HA5115	✓				✓	✓	10	20	40	8	0.5	1.5	15	—	0.005	0.05	0.05	0.1
HA5155	✓				✓	✓	1	20	40	7	—	1	10	—	—	—	—	0.05
HA5165	✓				✓	✓	10	20	40	7	—	1	10	—	—	—	—	0.05
HA5195	✓				✓	✓	5	20	35	25	3	6	20	—	1 μA	4 μA	5 μA	15 μA
NE5539	✓				✓	✓	7	6	24	15	2.5	5	5	10	—	—	10 μA	20 μA
8017C	✓				✓	✓	U		36	8	2	7	10	—	—	—	50	200
Miscellaneous																		
LM10	✓				✓	✓	1	1	45	0.4	0.3	2	2	—	0.3	0.7	10	20
1439 ²⁵	✓				✓	✓	U	20	36	6	2	7.5	3	—	20	100	250	1000
HA2705	✓				✓	✓	1	11	40	0.2	1	5	5	—	2.5	15	5	40
HA2905	✓				✓	✓	1	20	42	5	0.02	0.08	0.2	—	0.05	0.5	0.15	1
72088	✓				✓	✓	1		36	10	0.07	0.15	—	—	0.2	0.6	0.6	10

^aA check (✓) indicates the number of op-amps per package for the listed type; an asterisk (*) indicates other packages that are available, as described in the numbered footnotes. ^bA check means that pins are provided for external compensation. ^cA number gives the minimum closed-loop gain without instability. Op-amps with pins for external compensation can generally be operated at lower gain, if an appropriate external compensation network is used. The letter U means that the op-amp is uncompensated - external capacitance is necessary for any small value of closed-loop gain. ^dMaximum for $V_{\text{supply}} = \pm 15\text{V}$. ^eFor unity gain compensation, unless otherwise noted. ^fThe maximum value without damage to the chip; not to exceed the total supply voltage used, if that is less. ^gA check in an In column means that the input operating common-mode range includes that supply rail; a check in an Out column means that the op-amp can swing its output all the way to the supply voltage. ^hAt $G > 5$. ⁱAt $G > 10$. ^jOver full temperature range. ^kAt $V_{\text{DD}} = +15\text{V}$. ^lAt $V_{\text{DD}} = +10\text{V}$. ^mFor $V_{\text{I}} = \pm 7.5\text{V}$. ⁿAt $G > 100$. ^oAt $G = 2$.

Sw type ^a μA	f _T (MHz)	CMRR		PSRR		Gain		Max. output current (mA)	Max. diff'l. input (V)	Swing to supplies? ^b				Comments
		min	typ	min	typ	min	typ			In		Out		
		(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(x 1000)	(x 1000)			V	V	V	V	
12	74	90	74	90	7.5	15	10	15	✓	—	—	—	2517 - mini-DIP	
20	74	90	74	90	7.5	15	10	15	✓	—	—	—	Popular (2527 mini DIP)	
70	80	100	80	100	100	2000	35	0.5	—	—	—	—	Fast	
12	74	100	74	90	80	150	10	12	—	—	—	—	2607 - mini-DIP	
100	74	100	74	90	80	150	10	12	—	—	—	—	Popular (2627 mini-DIP)	
8	74	100	74	100	20	40	10	30	—	—	—	—		
30	76	90	60	70	0.8	1.1	15	12	—	—	—	—		
18	80	86	80	94	50	100	10	40	—	—	—	—		
50	80	86	80	94	50	100	10	40	—	—	—	—		
50	86	—	86	—	50	—	10	40	—	—	—	—	Fast FET monolithic, precision	
100	86	—	86	—	50	—	10	40	—	—	—	—	Decomp 5155	
150	74	—	70	90	10	30	25	6	—	—	—	—	Fast settling	
1200	70	85	66	74	0.2	0.25	40	10	—	—	—	✓	Video, small output swing	
10	—	—	70	—	25	1000	15	30	—	—	—	—	Popular, fast	
0.12	93	102	90	96	120	400	20	40	—	✓	✓	✓	"1 volt op-amp," precision, volt. ref.	
4.2	80	100	75	90	20	100	10	36	—	—	—	—		
1	80	106	80	100	200	300	10	18	—	—	—	—	Fast, low power	
2.5	120	160	120	160	1k	50k	7	15	—	—	—	—	Chopper, noisy	
3	—	80	—	70	1k	10k	15	15	—	—	—	—	Chopper, noisy, poor CMRR and PSRR	

Dual: 747, 1458 (mini-DIP). Quad: MC4741, 348. ^{a1}Dual: OP-04, OP-14 (mini-DIP). ^{a2}OP-09 has same specs, different pinout. ^{a3}Dual: 301. ^{a4}Dual: 5532, 5533. ^{a5}Similar to 534, 2902, 3403. Dual: 358, 798, 2904, 532. Single: 799 (with offset). ^{a6}Dual: OP-10E. ^{a7}Also μA714A. ^{a8}Also μA714C. ^{a9}Also μA714E. ^{a10}Dual: 2308. ^{a11}Dual: TL082B,C, TL083B,C. Quad: TL084A,C. Uncompensated: TL080. ^{a12}Dual: TL062C, TL063C. Quad: TL064C. ^{a13}Dual: TL072C, TL073C. Quad: TL074C, TL075C. Similar to μA771-4 and LF347-54 series. ^{a14}Dual: LF353,4. Quad: LF347. Similar to TL071-4 and μA771-4 series. ^{a15}Dual: μA772A. Quad: μA774A. Similar to TL071-4 and LF347-54 series. ^{a16}3130 is uncompensated version. ^{a17}Dual: CA3240A. ^{a18}Similar to ICL7611, 7614 (single), and ICL7621, 7622 (dual). ^{a19}Dual: NE5530. ^{a20}Dual: NE5538. ^{a21}Dual: NE5535. ^{a22}Also 1322, 3507J, AD509J. ^{a23}Also 1321, 3508J, AD507J. ^{a24}Also 2139.

ภาคผนวก ง.

คำศัพท์ที่ใช้ในรายงานฉบับนี้

active load	แอกทีฟโหลด
ambient temperature	อุณหภูมิรอบข้าง
avalanche	อะวาแลนซ์
band gap	แบนด์แกป
band width	แบนด์วิธ
base collector	เบสคอลเลกเตอร์
Bipolar junction transistor BJT.	ทรานซิสเตอร์แบบรอยต่อไบโพลาร์
breakdown	เบรกดาวน์
chip	ชิป
closed loop regulator	เรกกูเลเตอร์แบบลูปปิด
common mode	คอมมอนโหมด
comparator, error amplifier, sensor amplifier	วงจรถ่ายเทียบ, วงจรขยายความคลาดเคลื่อน
constant current cc.	วงจรคงค่ากระแส
constant voltage cv.	วงจรคงค่าแรงดัน
control conductance	ค่าความนำที่ควบคุม
darlington	คาร์ลิงตัน
delay time	ช่วงเวลาหน่วง
drift	ครีป, การเลื่อนไป
dynamic resistance	ความต้านทานไดนามิกส์
emitter follower	อิมิตเตอร์ฟอลโลเวอร์
equivalent circuit	วงจรสมมูล

fall time	ช่วงเวลาขาด
feed back capacitor	ความจุย้อนกลับ
field effect transistor FET.	ทรานซิสเตอร์ชนิดฟิลด์เอฟเฟค
Gain	อัตราขยาย
Impedance	อิมพีแดนซ์
Input bias current	กระแสไบอัสขาเข้า
Input offset voltage	แรงดันออฟเซตขาเข้า
Input voltage	แรงดันเข้า
Integrated circuit	วงจรรวม
Intrinsic electron	อินทรินสิคอิเล็กตรอน
junction	รอยต่อ, จังก์ชัน
junction capacitance	ความจุที่รอยต่อ
Line regulation	ไลน์เรกกูเลชัน
Linear regulator	ลิเนียร์เรกกูเลเตอร์
load	โหลด
Load regulation	โหลดเรกกูเลชัน
matched transistor	ทรานซิสเตอร์ที่พอเหมาะกัน, พอดีกัน
mechanism breakdown	กลไก, พฤติกรรม เบรกดาวน์
Miller effect	มิลเลอร์ เอฟเฟค
monolithic	โมนอลิธิค
noise	สัญญาณรบกวน
open loop phase shift	การเลื่อนของเฟสที่ลูปเปิด
operational amplifier	ออปแอมป์
output voltage	แรงดันออก
Pass device, control element, pass element	อุปกรณ์ควบคุม, อุปกรณ์ส่งผ่าน

Pinch off voltage	แรงดันพินช้อฟ
power supply	แหล่งจ่ายกำลัง
power supply rejection ratio PSRR.	เพาเวอร์รีพลาซีเรจกชันเรโซ
Reference voltage	แรงดันอ้างอิง
Regulator response	เรกกูเลเตอร์, วงจรแรงดันคงที่ การตอบสนอง
ripple rejection	รีพเพิลเรจกชัน
rise time	ช่วงเวลาขาขึ้น
sampling element, sampler	วงจรสุ่มตัวอย่างแรงดัน
settling time	เซตตลิ่งใหม่
slew rate SR.	สลูเรต
source resistance	ความต้านทานแหล่งกำเนิด
spectrum	สเปกตรัม
stability	เสถียรภาพ
stray capacitance	สเตรย์คาปาซิแตนซ์
storage time	ช่วงเวลาสะสม
supply voltage	ไฟเลี้ยงวงจร
switching load	สวิตชิ่งโหลด
temperature coefficient	สัมประสิทธิ์ทางอุณหภูมิ
temperature coefficient of resistor TCR.	สัมประสิทธิ์ทางอุณหภูมิของความต้านทาน
temperature compensated TC.	การชดเชยอุณหภูมิ
thin film	ฟิล์มบาง
thermal resistance	ความต้านทานทางความร้อน

thermo electric effect

เทอร์โมอิเล็กทริกเอฟเฟค

transient recovery time

ทรานเซียนท์รีคัฟเวอรี่ไทม์

voltage regulator

วงจรรักษาแรงดัน

V_{REF}

แรงดันอ้างอิง

wire wound

ไวร์วาวด์

zener diode

ซีเนอร์ไดโอด



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ประวัติการศึกษา

ชื่อ - สกุล นายไพศาล เจียศกล่าวจ

วัน เดือน ปีเกิด 10 มีนาคม 2498

วุฒิการศึกษา

วุฒิ

ชื่อสถาบัน

ปีการศึกษาที่จบ

ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง

วิทยาลัยครูเทพสตรี จ. ลพบุรี

2518

ปริญญาการศึกษามัธยมศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2522

ประสานมิตร

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานที่ทำมาจนถึงปัจจุบัน

ตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 4 โรงเรียนท่าม่วงวิทยาคาร จ. ลพบุรี พ.ศ. 2522-ปัจจุบัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved