7.1 消費電力

CMOSの消費電力は静止時と動作時の2通りに考えられます。全消費電力は静的消費電力と動的消費電力の和になります。

静的消費電力は、静的消費電流と電源電圧の積で表され、動的消費電力は後述の動作消費電流値をもちいて計算します。

(1) 静的消費電力

CMOS ICの場合、入力がV_{SS}またはV_{CC}レベルに固定された状態ではかならずNチャネルFET、PチャネルFETのどちらか一方がOFFします。このため、V_{CC}よりGNDに流れる電流はPN接合の逆方向飽和電流、チップ表面の汚れなどに起因する表面リーク電流のみとなり、常温では数nA以下の値となります。このため、他のCMOS ICから信号が供給されているケース、あるいは入力がGNDにプルダウン、V_{CC}にプルアップされているケースの静的消費電力は次の式で表されます。

$$Pd(dc) = V_{CC} \cdot I_{CC}$$

ACTタイプは、TTLレベルの出力スイングを持つ素子から直接駆動できるタイプですが、この場合V_{IH}がV_{CC}にならぬためその消費電力は次式で計算します。

ACTタイプ

$$Pd(dc) = V_{CC} \cdot I_{CC} + V_{CC} \cdot \sum_{1}^{n} I_{Cn} \cdot d_n$$

n ：0～3.4Vの電圧で駆動されている入力数

d ：duty cycle

I_C ：V_{IH}＝3.4V時の静的消費電流 (個別技術資料参照)

(2) 動作消費電力

CMOS ICの動作消費電流は、出力バッファも含む回路内のゲートが反転する際に、ゲート出力に付加される各種容量を充電する、いわゆるスイッチング電流と、反転時にゲートを構成するPチャネルFETとNチャネルFETが過渡的に同時に“オン”することによる貫通電流の和として考えることができます。

入力信号の立ち上がり、立ち下がり時間が小さい場合(3ns程度)、ゲートの貫通電流は、スイッチング電流に比較し通常無視して差支えないため、動作消費電流は、ICの内部容量および負荷容量の充放電電流が支配的になります。

いま、負荷容量を0として動作消費電流を考えてみます。

内部ゲートの出力が低レベルから高レベルに反転するには、内部容量Ci に Ci・Vccに相当する電荷がVccラインから供給されなけらばならないため、一定期間内に出力の反転する回数(周波数:f)にCi・Vccを乗じた値が、その期間にVccラインよりICに供給させねばならない平均電流に相当します。

実際のICでは、動作する内部ゲートは複数存在し、そのおのおのの内部容量および反転周波数は異なるため、ICとしての動作消費電流は、

$$I_{CC\,(opr.)} = V_{CC} \cdot \sum_{1}^{n} f_n \cdot C_{in}$$

fn:おのおのの内部ゲートの駆動周波数

となりますが、fnはかならず入力周波数で割切れるため、fn/mの周波数で動作しているゲートは、等価的に $\frac{C_i}{m}$ の容量と考えることが可能です。従って上式は、

$$I_{CC\,(opr.)} = V_{CC} \cdot f_{IN} \cdot \sum_{1}^{n} \frac{C_i}{m_n}$$

f_{IN}:入力周波数

m :整数

に展開可能となり、この最終項をC_{PD}として定義します。

動的消費電力は、このC_{PD}を用いて次のように示されています。

$$P_{D\,(opr.)} = V_{CC}^2 \cdot f_{IN} \cdot C_{PD}$$

また、出力に負荷容量がついた場合の動的消費電力は次のように示されています。

$$P_{D\,(opr.)} = C_{PD} \cdot V_{CC}^2 \cdot f_{IN} + \sum_{1}^{n} (C_{Ln} \cdot V_{CC}^2 \cdot f_{On})$$

C_L:負荷容量

f_O :出力の周波数

n :出力数

ただし、水晶発振等の特殊な応用の場合には貫通電流支配の消費電流となり、C_{PD}による計算結果は使用できませんのでご注意願います。

7.2 等価内部容量 (CPD) の測定法について

CMOS ICを用いたシステム設計をする場合、そのシステム上のCMOS ICの消費電力はC_{PD}(Capacitive Power Dissipation)を用いて計算することができます。このC_{PD}は、JEDEC (国際標準規格) により標準化されている測定方法に従って、求めることができます。

測定はVcc＝5V、Ta＝25℃で行い、入力信号には静的消費電流による誤差を除去するために、比較的高い周波数 (≃1MHz) を用います。また、3-state出力を持つICは、出力可能の状態にして測定します。

1つのパッケージに同一機能を持つ同一の回路が複数個入っているICの場合 (ex. AC 04 : HEX INVERTER, AC74 : DUAL D－F/F etc.) は、その内の1回路について測定を行い、1回路当りのC_{PD}としてデータ・シートに記載されます。

また、同一の機能を持つ複数の回路が共通のクロック信号で動作するようなICの場合 (ex. AC174 : HEX D－F/F etc.) は、1つの出力のみを駆動した場合と、全部の出力を駆動した場合の両条件で測定し、1回路当りのC_{PD}複数回路駆動時のC_{PD}について記載されます。

機能別の入力信号設定法は概ね、次のとおりです。

GATE : 入力端子のうち1つにクロックを入力し、他の入力は出力が変化するように処理します。

Flip-Flop : クロック端子にクロックを入力し、出力が各クロックサイクルで変化するようにデータ端子の入力を変化させます。

LATCH : Flip-Flopと同様に、出力が変化するようにイネーブルとデータに入力します。

Decoder/Demux. : 異なる2つの出力端子が変化するように、1つのアドレス端子にクロックを入力します。

Date Select./Mux. : 1つのアドレス端子にクロックを入力し、対応するデータ端子には、出力端子が変化するような正負のロジックレベルを入力します。

COUNTER : クロック端子にクロックを入力し、他の入力はICがカウント動作をするように処理します。

Shift Register : クロック端子にクロックを入力し、出力が変化するように他の入力端子のロジックレベルを変化させます。

Transceiver : 1つの入力端子だけにクロックを入力して測定します。このとき伝送方向切替入力はどちらか一方向の伝送状態になるように処理しておきます。

Parity Generator : 1つの入力にクロックを入力します。

Priority Encoder : プライオリティの最も低い入力のみにクロックを与えます。

Display Driver : 概ね半分の出力が変化するように1つの入力端子にクロックを入力します。

その他各ICごとの入力処理については、表7-1をご参照願います。

－ 記号説明 －

V＝Vcc (＋5.0V)

G＝GND (0V)

H＝論理 1 (Vcc)

L＝論理 0 (GND)

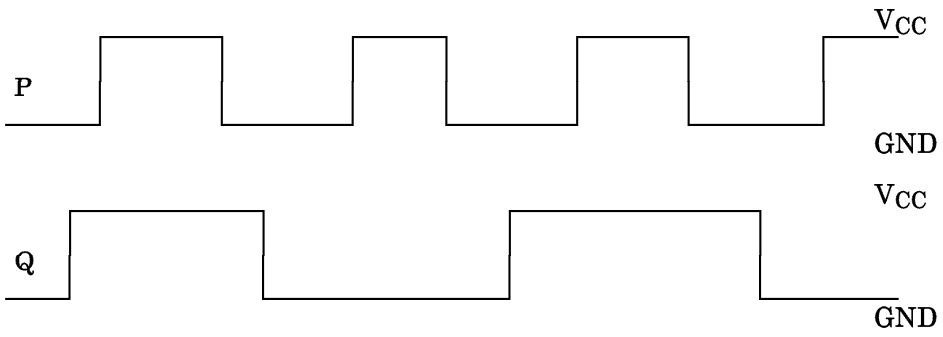
X＝don't care. (V_{CC} or GND に固定する)

O＝オープン

R＝1.0kΩのpull－up 抵抗をVcc電源以外の5.0V電源に接続

P＝50%のデューティサイクルを持つ入力パルス(下図参考)

Q＝50%のデューティサイクルで、Pの半分の周波数を持つ入力パルス(下図参考)



入力波形図

表7-1 C_{PD}測定条件一覧

TYPE NO.		Pin																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
00		P	H	O	X	X	O	G	O	X	X	O	X	X	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
02		O	P	L	O	X	X	G	X	X	O	X	X	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
04		P	O	X	O	X	O	G	O	X	O	X	O	X	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
05		P	R	X	O	X	O	G	O	X	O	X	O	X	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
08		P	H	O	X	X	O	G	O	X	X	O	X	X	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
10		P	H	X	X	X	O	G	O	X	X	X	O	H	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
11		P	H	X	X	X	O	G	O	X	X	X	O	H	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
14		P	O	X	O	X	O	G	O	X	O	X	O	X	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
20		P	H	O	H	H	O	G	O	X	X	O	X	X	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
32		P	L	O	X	X	O	G	O	X	X	O	X	X	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
74		H	Q	P	H	O	O	G	O	O	X	X	X	X	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
86		P	L	O	X	X	O	G	O	X	X	O	X	X	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
109		H	H	L	P	H	O	O	G	O	O	X	X	X	X	X	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
112		P	H	H	H	O	O	O	G	O	X	X	X	X	X	H	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
125		L	P	O	X	X	O	G	O	X	X	O	X	X	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
126		H	P	O	X	X	O	G	O	X	X	O	X	X	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
138		P	L	L	L	L	H	O	G	O	O	O	O	O	O	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
139		L	P	L	O	O	O	O	G	O	O	O	O	X	X	X	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
151		X	X	L	H	O	O	L	G	L	L	P	X	X	X	X	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
153		L	L	X	X	L	H	O	G	O	X	X	X	X	P	X	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
157	1*	P	L	H	O	L	L	O	G	O	L	L	O	L	L	L	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
157	4*	P	L	H	O	L	H	O	G	O	H	L	O	H	L	L	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
161		H	P	X	X	X	X	H	G	H	H	O	O	O	O	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
163		H	P	X	X	X	X	H	G	H	H	O	O	O	O	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
164		Q	H	O	O	O	O	G	P	H	O	O	O	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
166		Q	X	X	X	X	L	P	G	H	X	X	X	O	X	H	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
174	1*	H	O	Q	X	O	X	O	G	P	O	X	O	X	X	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
174	6*	H	O	Q	Q	O	Q	O	G	P	O	Q	O	Q	Q	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
175	1*	H	O	O	O	X	O	O	G	P	O	O	X	X	O	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
175	4*	H	O	O	O	O	O	O	G	P	O	O	O	O	O	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
240		L	P	O	X	O	X	O	X	O	G	X	O	X	O	X	O	X	O	X	V	•	•	•	•	•	•	•	•
244		L	P	O	X	O	X	O	X	O	G	X	O	X	O	X	O	X	O	X	V	•	•	•	•	•	•	•	•
245		H	P	X	X	X	X	X	X	X	G	O	O	O	O	O	O	O	O	L	V	•	•	•	•	•	•	•	•
257	1*	P	L	H	O	X	X	O	G	O	X	X	O	X	X	L	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
257	4*	P	L	H	O	L	H	O	G	O	H	L	O	H	L	L	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
258	1*	P	L	H	O	X	X	O	G	O	X	X	O	X	X	L	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
258	4*	P	L	H	O	L	H	O	G	O	H	L	O	H	L	L	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
273	1*	H	O	Q	X	O	O	X	X	O	G	P	O	X	X	O	O	X	X	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•
273	8*	H	O	Q	Q	O	O	Q	Q	O	G	P	O	O	O	O	O	O	O	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•
280		L	L	O	L	O	O	G	P	L	L	L	L	L	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
283		O	H	L	O	P	H	L	G	O	O	H	L	O	L	H	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
299		H	L	L	O	O	O	O	O	H	G	Q	P	O	O	O	O	O	X	L	V	•	•	•	•	•	•	•	•
367		L	P	O	X	O	X	O	G	O	X	O	X	O	X	L	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
373	1*	L	O	Q	X	O	O	X	X	O	G	P	O	X	X	O	O	X	X	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•
373	8*	L	O	Q	Q	O	O	Q	Q	O	G	P	O	Q	Q	O	O	Q	Q	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•

TYPE NO.		Pin																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
374	1*	L	O	Q	X	O	O	X	X	O	G	P	O	X	X	O	O	X	X	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•
374	8*	L	O	Q	Q	O	O	Q	Q	O	G	P	O	Q	Q	O	O	Q	Q	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•
377	1*	L	O	Q	X	O	O	X	X	O	G	P	O	X	X	O	O	X	X	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•
377	8*	L	O	Q	Q	O	O	Q	Q	O	G	P	O	Q	Q	O	O	Q	Q	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•
393		P	L	O	O	O	O	G	O	O	O	O	X	X	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
521		L	P	L	L	L	L	L	L	L	G	L	L	L	L	L	L	L	L	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•
533	1*	L	O	Q	X	O	O	X	X	O	G	P	O	X	X	O	O	X	X	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•
533	8*	L	O	Q	Q	O	O	Q	Q	O	G	P	O	Q	Q	O	O	Q	Q	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•
534	1*	L	O	Q	X	O	O	X	X	O	G	P	O	X	X	O	O	X	X	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•
534	8*	L	O	Q	Q	O	O	Q	Q	O	G	P	O	Q	Q	O	O	Q	Q	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•
540		L	P	X	X	X	X	X	X	X	G	O	O	O	O	O	O	O	O	L	V	•	•	•	•	•	•	•	•
541		L	P	X	X	X	X	X	X	X	G	O	O	O	O	O	O	O	O	L	V	•	•	•	•	•	•	•	•
573	1*	L	Q	X	X	X	X	X	X	X	G	P	O	O	O	O	O	O	O	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•
573	8*	L	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	G	P	O	O	O	O	O	O	O	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•
574	1*	L	Q	X	X	X	X	X	X	X	G	P	O	O	O	O	O	O	O	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•
574	8*	L	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	G	P	O	O	O	O	O	O	O	O	V	•	•	•	•	•	•	•	•
640		H	P	X	X	X	X	X	X	X	G	O	O	O	O	O	O	O	O	L	V	•	•	•	•	•	•	•	•

＊ 駆動される出力数

7.3 出力電流特性

TC74ACシリーズは15個のFASTを直接駆動でき、全温度範囲において、$V_{CC}-V_{OH} \leqq 0.70V$, $V_{OL} \leqq 0.44V$を保証しています。

図7-2にTC74ACシリーズの電源電圧－出力電流特性を示します。同図は標準値です。低電源電圧時の出力電流のバラツキは、4.5V時のそれに比較し大きくなりますのでご注意ください。

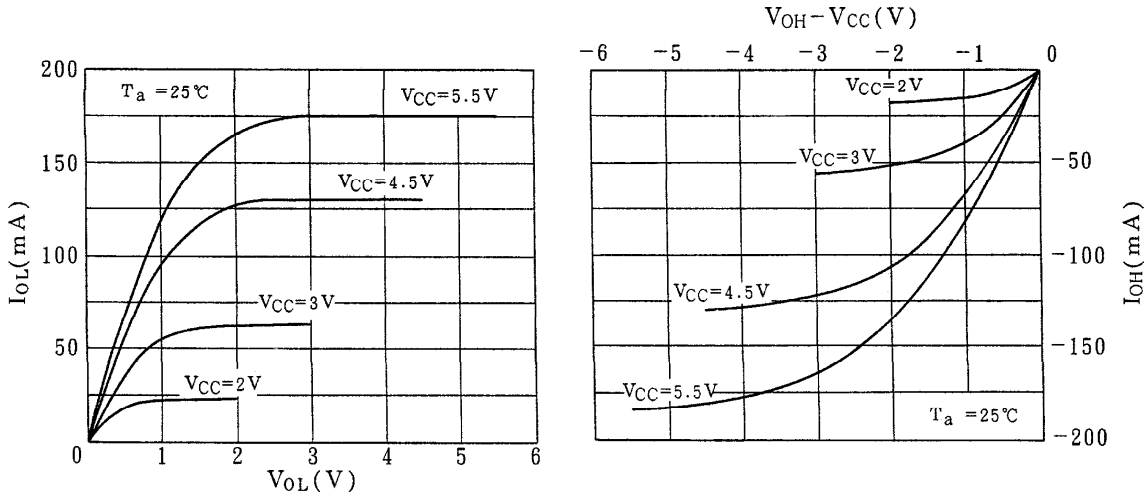


図7-2 標準出力電流特性図

7.4 AC電気的特性

(1) 負荷容量依存性

図7-3は、電源電圧4.5V , 3Vにおける伝搬遅延時間の負荷容量依存性の標準値を示したものです。

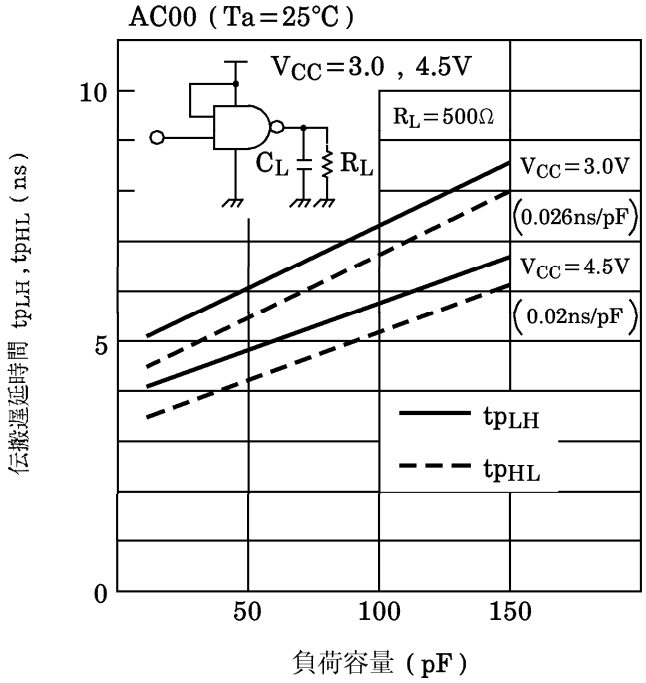


図7-3 t_{pLH} , t_{pHL} の負荷容量依存性 (標準特性)

7.5 温度特性

(1) 出力電流の温度特性

図7-4に出力電流の温度依存性を示します。図中の実線は標準サンプルにおける温度依存性を示しています。

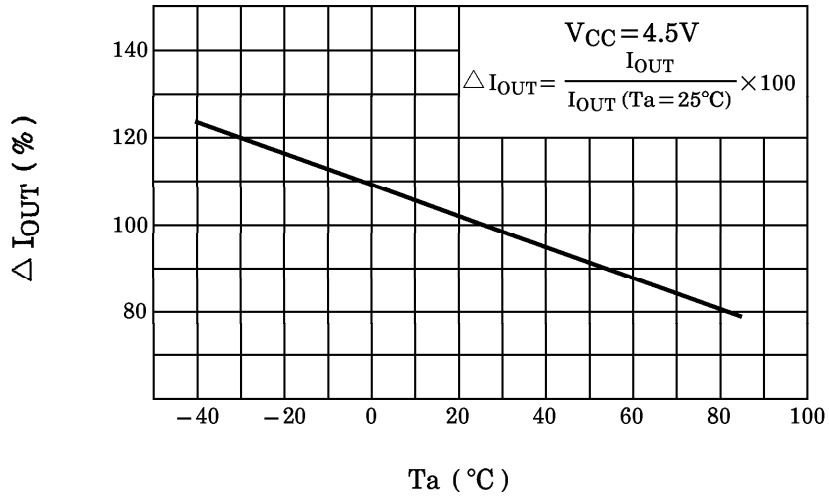


図7-4 出力電流の温度依存性(標準値)

(2) 伝搬遅延時間の温度特性

図7-5に伝搬遅延時間の温度依存性を示します。図中の実線はゲートICにおける標準的な温度依存性を示しています。

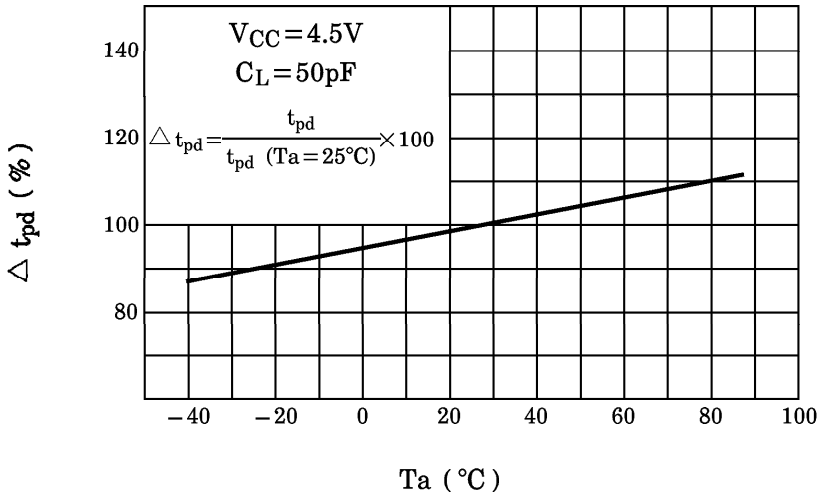


図7-5 伝搬遅延時間の温度依存性(標準値)