

3. Speicher

3.3.3. 64 kbit dynamischer Schreib-Lese-Speicherschaltkreis U2164C

Vergleichstypen

2164 A - 20	Intel
K 565 RU 5	UdSSR
4164	mehrere Hersteller mit unterschiedlichen Präfixen
MCM 6664	Motorola
MCM 664	Motorola
MB 8264	Fujitsu
HM 4864	Hitachi
M 58764	Mitsubishi
MSM 3764	OKI
F 64 K	Fairchild

Beschreibung

- DRAM mit wahlfreiem Zugriff
- Organisation 65 536 × 1 bit
- modifizierte nMOS-Technologie
- Grundtyp U2164 C20
- mit eingeschränkten Daten: U2164 C20/1, U2164 C25
- ausführliche Beschreibung - TGL 42 234

Funktionsbeschreibung

Allgemeines

Der U2164C hat »1-Transistor«-Speicherzellen, die aus je einem MOS-Auswahltransistor und einem MOS-Speicherkondensator bestehen. Damit werden höchste Speicherdichte, einfache Betriebsweise und günstige Kennwerte erreicht.

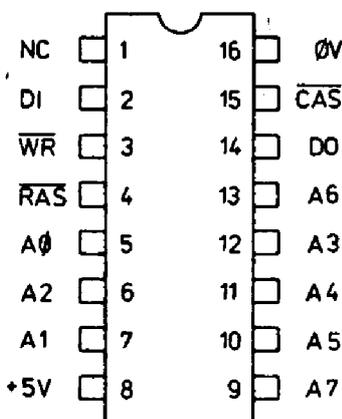


Bild 1
Anschlußbelegung

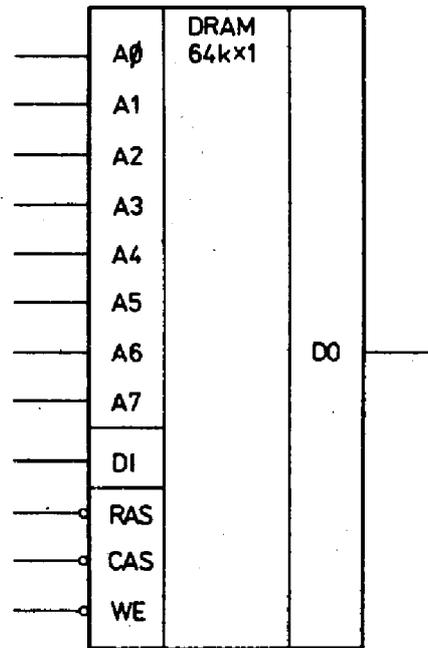


Bild 2
Schaltzeichen

Für die Teilschaltungen wird weitgehend dynamische MOS-Schaltungstechnik verwendet, womit eine minimale elektrische Verlustleistung gewährleistet ist. Die Verlustleistung ist der Zyklusrate proportional.

Die Chipauswahl, die Zeitsteuerung und das Auffrischen geschehen intern, abgeleitet aus den Takten \overline{RAS} , \overline{CAS} und \overline{WE} .

Gegen »soft-errors« durch alpha-Partikel sind schaltungstechnische, technologische und layoutmäßige Vorkehrungen getroffen.

Adressierung

Die 16 Adressen, die zur Auswahl einer der 65 536 Speicherzellen erforderlich sind, werden zeitmultiplex über 8 Adresseneingänge A0 bis A7 in die internen Adressenspeicher übernommen. Das wird durch die zeitliche Folge zweier abfallender Flanken von Taktimpulsen mit TTL-Pegel erreicht.

Der 1. Taktimpuls »Row-Adress-Strobe« (\overline{RAS}) übernimmt die Zeilenadressen in das Chip. Der 2. Taktimpuls »Column-Adress-Strobe« (\overline{CAS}) übernimmt danach die 8 Spaltenadressen in das Chip. Jedes dieser Signale \overline{RAS} und \overline{CAS} löst eine Folge von intern erzeugten Taktimpulsen aus.

Die beiden Taktketten sind logisch in der Weise gegeneinander verriegelt, daß die zeitmultiplexe Adressenübernahme außerhalb

des kritischen Zeitwegs für den Datenzugriff beim Lesen liegt. Die späteren Ereignisse in der $\overline{\text{CAS}}$ -gesteuerten Taktkette sind gesperrt, bis ein Signal »GATED CAS« entsteht, das von der $\overline{\text{RAS}}$ -Taktkette abgeleitet ist. Dieses »GATED CAS« erlaubt, daß der CAS-Takt extern dann schon aktiviert werden darf, wenn die Zeilenadressenhaltezeit t_{RLZX} vergangen ist und die Adresseninformation von Zeile zu Spalte gewechselt hat.

Dateneingang und Datenausgang

Die Daten, die in eine ausgewählte Zelle eingeschrieben werden sollen, übernimmt bei einer Kombination der $\overline{\text{WE}}$ - und $\overline{\text{CAS}}$ -Signale ein Dateneingangsregister, wenn $\overline{\text{RAS}}$ aktiv ist.

Das letzte der beiden Signale $\overline{\text{WE}}$ oder $\overline{\text{CAS}}$ veranlaßt mit seiner abfallenden Flanke die Übernahme der Dateninformation DI in das Datenspeicherregister. Dadurch gibt es unterschiedliche Möglichkeiten der Schreibzyklus-Steuerung.

Bei einem Schreibzyklus, bei dem $\overline{\text{WE}}$ vor $\overline{\text{CAS}}$ aktiv (LOW) ist, wird DI durch $\overline{\text{CAS}}$ übernommen. Die Dateneingangsvorhaltezeit t_{IVCL} und -haltezeit t_{CLIX} sind dann auf $\overline{\text{CAS}}$ zu beziehen.

Wenn die Eingangsdaten beim $\overline{\text{CAS}}$ -Übergang noch nicht verfügbar sind oder wenn ein »READ-WRITE«-Zyklus gewünscht wird, muß das $\overline{\text{WE}}$ -Signal verzögert werden, bis der $\overline{\text{CAS}}$ -Übergang vonstatten ging. In diesem »DELAYED-WRITE«-Zyklus sind die o.g. Zeiten t_{IVWL} und t_{WLIX} auf $\overline{\text{WE}}$ zu beziehen (s. Zeitdiagramme für READ und READ-MODIFY-WRITE)!

Der Speicher hält die Daten in Lesezyklen, wenn $\overline{\text{WE}}$ im inaktiven Zustand HIGH hat, und zwar so lange, wie $\overline{\text{CAS}}$ aktiv (LOW) ist. Die auszulesenden Daten werden am Ausgang nach der angegebenen Zugriffszeit verfügbar.

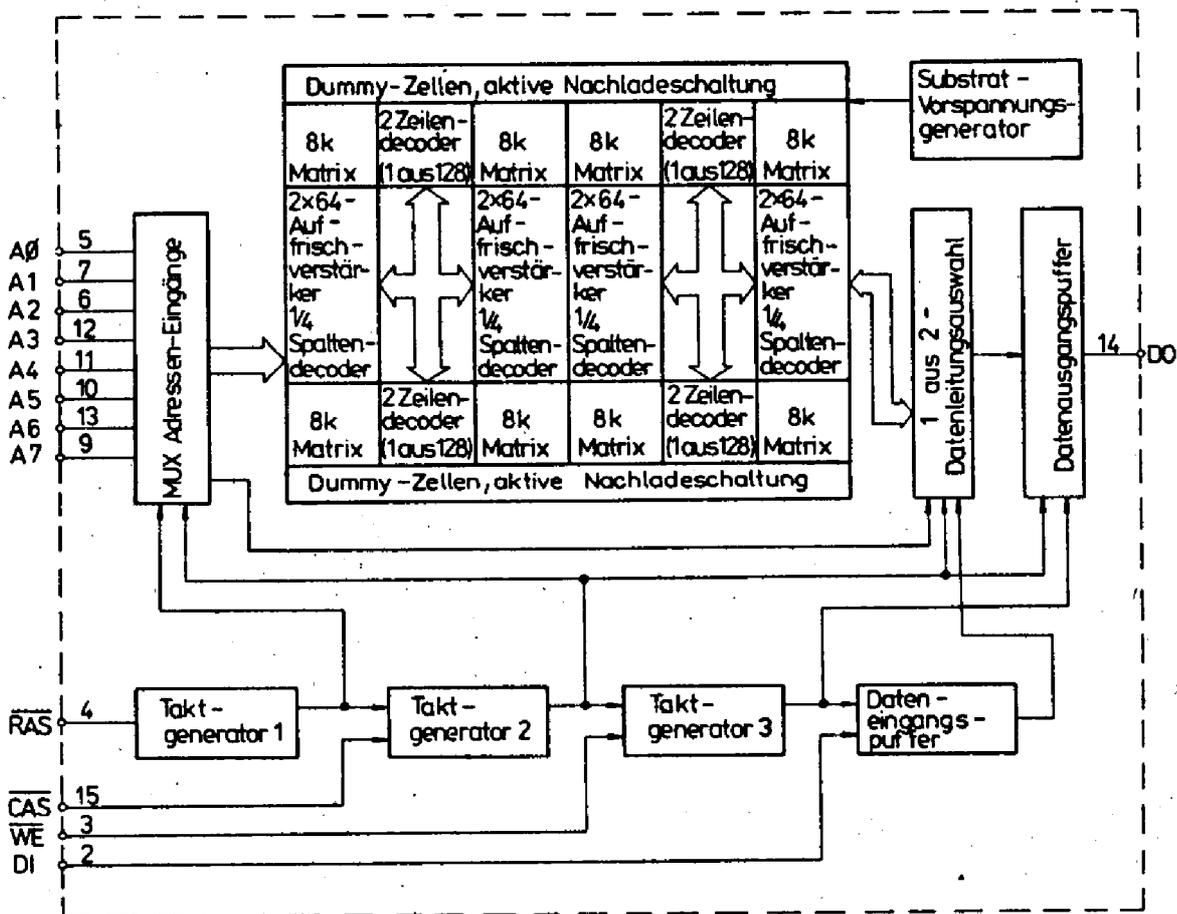


Bild 3 Übersichtsschaltplan

3. Speicher

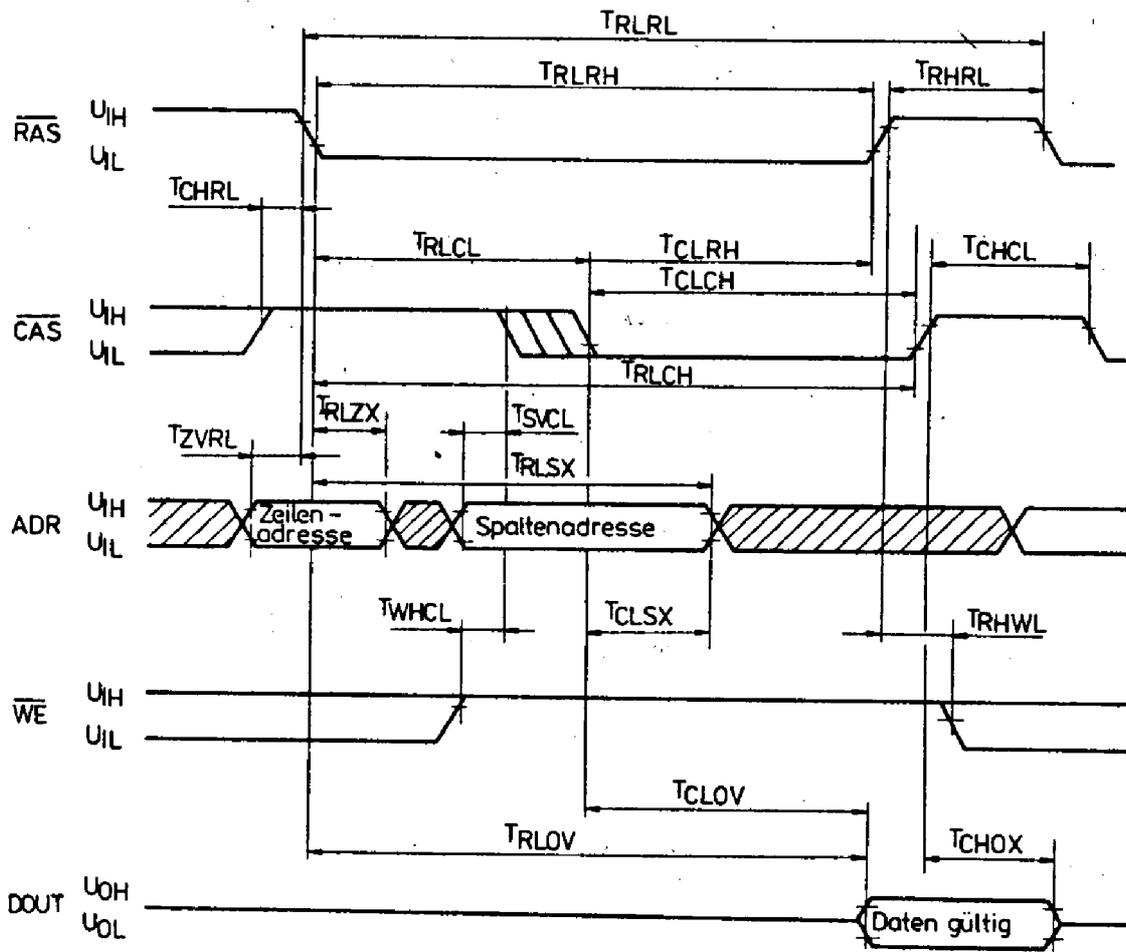


Bild 4 Impulsdiagramm für den READ-Zyklus

Datenausgangssteuerung

Der normale Zustand des Datenausgangs DO ist der hochohmige Zustand. Immer wenn $\overline{\text{CAS}}$ inaktiv (HIGH) ist, floatet DO (hochohmiger Zustand). Der einzige Zeitpunkt, in dem sich der Ausgang in eingeschaltetem Zustand befindet und die logische »0« oder »1« enthält, ist nach der Zugriffszeit bei einem Lesezyklus. DO ist dann gültig, bis $\overline{\text{CAS}}$ zurück in den inaktiven Zustand (HIGH) geht.

Wenn der Speicherzyklus ein »READ«- oder »READ-MODIFY-WRITE«-Zyklus ist, dann geht DO vom hochohmigen in den aktiven Zustand (»0« oder »1«) über. Nach der Zugriffszeit steht der Inhalt der ausgewählten Zelle (nicht invertiert zum ehemaligen DI-Signal) zur Verfügung. Der Ausgang bleibt aktiv, bis $\overline{\text{CAS}}$ inaktiv (HIGH) wird, unabhängig ob $\overline{\text{RAS}}$ inaktiv ist oder nicht.

Wenn der Speicherzyklus ein »WRITE«-Zyklus ist ($\overline{\text{WE}}$ aktiv, bevor $\overline{\text{CAS}}$ aktiv wird), dann behält der Datenausgang DO seinen hochohmigen Zustand während des gesamten Zyklus. Wird ein »DELAYED-WRITE«-Zyklus ausgeführt ($\overline{\text{WE}}$ nach $\overline{\text{CAS}}$ aktiv), ist der Zustand des Datenausgangs unbestimmt, falls nicht $\overline{\text{WE}}$ soweit über $\overline{\text{CAS}}$ verzögert wird, daß ein »READ-WRITE«-Zyklus entsteht.

Diese Konfiguration gestattet dem Anwender volle Steuermöglichkeit von DO allein durch die Zeitsteuerung von $\overline{\text{WE}}$. Dadurch, daß der Ausgang die Daten speichert, bleiben die Daten von der Zugriffszeit an bis zum Beginn eines folgenden Zyklus ohne Nachteil für die Zugriffszeit (Ausdehnung) gültig.

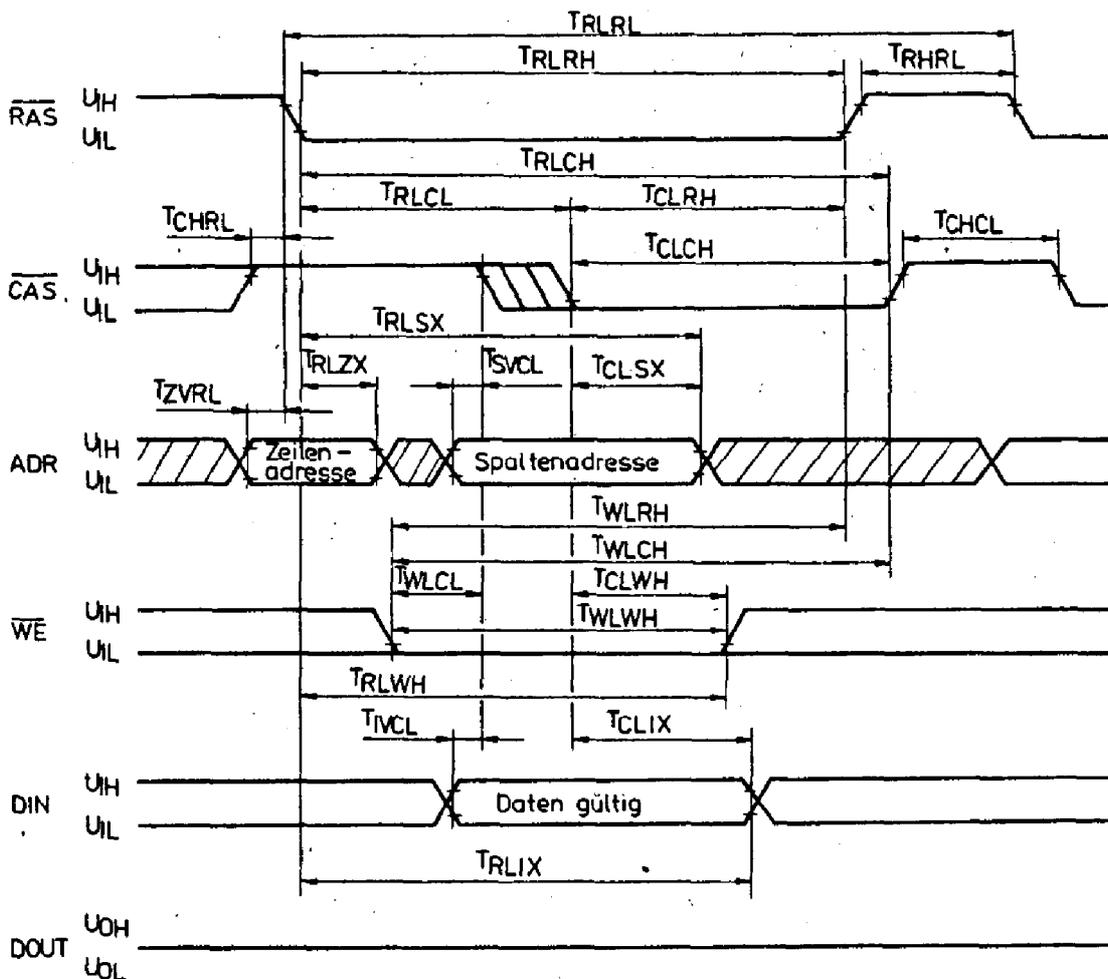


Bild 5 Impulssdiagramm für den WRITE-Zyklus

»PAGE-MODE«

Die »PAGE-MODE«-Zyklen gestatten aufeinanderfolgende Speicheroperationen für unterschiedliche Spaltenadressen bei der gleichen Zeilenadresse mit erhöhter Geschwindigkeit ohne Wachsen der Verlustleistung. Das wird durch eine eingespeicherte Zeilenadresse und $\overline{\text{RAS}}$ aktiv (LOW) während aller folgenden Speicherzyklen, die sich auf die gleiche Zeilenadresse beziehen, erreicht. Dieser »PAGE-MODE«-Zyklus spart die Verlustleistung ein, die mit dem $\overline{\text{RAS}}$ -Übergang verbunden ist. Die Zeit für die Übernahme weiterer Zeilenadressen wird dann eingespart, deshalb sind Zugriffs- und Zykluszeit um diesen Betrag kleiner.

Auffrischen

Die Daten in der Speichermatrix mit dynamischen Zellen werden aufgefrischt, indem ein Speicherzyklus für jede der 128 Zeilenadressen A0 bis A6 im Zeitintervall von 2 ms ausgeführt wird.

Neben den normalen Speicherzyklen ist das mit » $\overline{\text{RAS}}$ -ONLY-REFRESH«-Zyklen vorteilhaft. Damit ergibt sich eine erheblich niedrigere Verlustleistung, wobei das durch den kleineren Wert I_{CCRAS} ausgedrückt wird.

3. Speicher

Einschalten der Betriebsspannungen

Nachdem die Betriebsspannungen mindestens 1 ms in dem für die Funktion erforderlichen Bereich (s. Tabelle 1) anliegen, benötigt der Speicher mindestens 8 Zyklen, die »Auffrischen« enthalten, um seinen normalen Betrieb zu gewährleisten.

Wenn im Fehlerfall die Versorgungsspannung die angegebenen Grenzen überschreitet, sind zur Vermeidung von Ausfällen die Signale \overline{RAS} und \overline{CAS} in den inaktiven (HIGH) Zustand zu steuern.

Zeitdiagramm

Zur Bildung der Indizes werden in den Zeitdiagrammen folgende Symbole verwendet:

- Signale Z – Zeilenadresse
 S – Spaltenadresse
 R – RAS
 C – CAS
 W – Write

- I – Dateneingang
 D – Datenausgang
 Flanken H – Signal nach HIGH
 L – Signal nach LOW
 V – Signal wird gültig
 X – Signal wird ungültig
 Z – Signal wird hochohmig

Die Indizes H bzw. L definieren die Art der Flanke (steigend bzw. fallend). Die für die reale Funktion des Schaltkreises erforderliche Zeitbedingung (Beginn/Ende der Flanke) ist aus dem entsprechenden Taktdiagramm zu ersehen.

Mehrfache Anwendung eines Symbols für unterschiedliche Kenngrößen tritt mit Ausnahme der Kenngröße t_{CRCL} im PAGE-MODE-READ-Zyklus (t_{CHCL} bei $\overline{RAS} = U_{IL}$ und t_{CHCL} bei $\overline{RAS} = U_{IH}$) nicht innerhalb einer Betriebsart auf. In unterschiedlichen Betriebsarten können einem Symbol unterschiedliche Parameterwerte zugeordnet sein; das betrifft t_{RLRL} , t_{RLRH} , t_{CLCH} und t_{CLCL} .

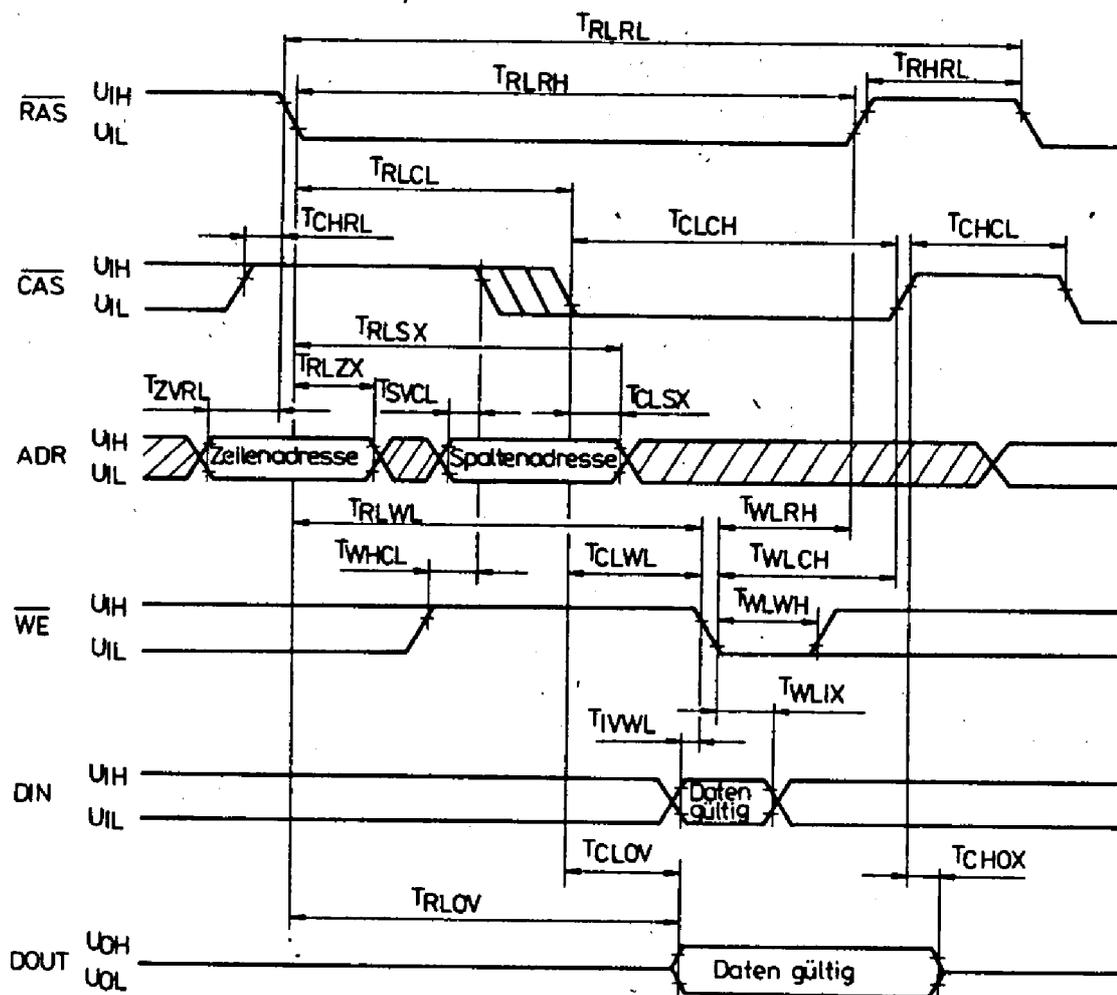


Bild 6 Impulsdiagramm für den READ-MODIFY-WRITE-Zyklus

3.3. Dynamische Schreib-Lese-Speicher (DRAM)

Kenngröße	Kurzzeichen	Einheit	U 2164 C20/, C20/1		U 2164 C25	
			Kleinstwert	Größtwert	Kleinstwert	Größtwert
$\overline{\text{CAS}}$ -Vorladezeit (nicht PGM)	t_{CHCL}	ns	45	—	90	—
$\overline{\text{CAS}}$ - $\overline{\text{RAS}}$ -Vorladezeit	t_{CHRL}	ns	—20	—	—20	—
Zeilenadressenvorhaltezeit	t_{ZVRL}	ns	0	—	0	—
Zeilenadressenhaltezeit	t_{RLZX}	ns	30	—	45	—
Spaltenadressenvorhaltezeit	t_{SVCL}	ns	0	—	0	—
Spaltenadressenhaltezeit	t_{CLSX}	ns	45	—	60	—
Spaltenadressenhaltezeit von $\overline{\text{RAS}}$ an	t_{RLSX}	ns	135	—	160	—
Refresh-Periode	t_{REF}	ms	—	2	—	2
READ-Zyklus						
Lesezykluszeit ³⁾	t_{RLRL}	ns	330	—	410	—
$\overline{\text{RAS}}$ -Impulsbreite	t_{RLRH}	ns	200	10 000	250	10 000
$\overline{\text{CAS}}$ -Impulsbreite	t_{CLCH}	ns	110	10 000	150	10 000
Lesekommandovorhaltezeit	t_{WHCL}	ns	0	—	0	—
Lesekommandohaltezeit	t_{RHWL}	ns	0	—	0	—
WRITE-Zyklus						
Schreibzykluszeit ³⁾	t_{RLRL}	ns	330	—	410	—
$\overline{\text{RAS}}$ -Impulsbreite	t_{RLRH}	ns	200	10 000	250	10 000
$\overline{\text{CAS}}$ -Impulsbreite	t_{CLCH}	ns	110	10 000	150	10 000
Schreibkommandovorhaltezeit ⁴⁾	t_{WLCL}	ns	0	—	0	—
Schreibkommandohaltezeit	t_{CLWH}	ns	40	—	50	—

3. Speicher

Kenngröße	Kurzzeichen	Einheit	U 2164 C20/, C20/1		U 2164 C25	
			Kleinstwert	Größt-wert	Kleinstwert	Größt-wert
Schreibkommandohaltezeit von $\overline{\text{RAS}}$ an	t_{RLWH}	ns	130	–	150	–
Schreibkommandoimpulsbreite	t_{WLWH}	ns	45	–	50	–
Schreibkommando- $\overline{\text{RAS}}$ -Vorhaltezeit	t_{WLRH}	ns	50	–	60	–
Dateneingangsvorhaltezeit	t_{IVCL} t_{IVWL}	ns ns	0	–	0	–
Dateneingangshaltezeit ⁵⁾	t_{CLIX}	ns	45	–	60	–
Dateneingangshaltezeit von $\overline{\text{RAS}}$ an	t_{RLIX}	ns	135	–	160	–
READ-MODIFY-WRITE-Zyklus⁶⁾						
RW-Zykluszeit bei RMW ³⁾	t_{RLRL}	ns	375	–	445	–
$\overline{\text{RAS}}$ -Impulsbreite bei RMW	t_{RLRH}	ns	230	10 000	285	10 000
$\overline{\text{CAS}}$ -Impulsbreite bei RMW	t_{CLCL}	ns	140	10 000	185	10 000
$\overline{\text{RAS}}$ -WRITE-Verzögerungszeit ⁴⁾	t_{RLWL}	ns	175	–	220	–
$\overline{\text{CAS}}$ -WRITE-Verzögerungszeit ⁴⁾	t_{CLWL}	ns	85	–	120	–
Dateneingangshaltezeit ⁵⁾	t_{WLIX}	ns	45	–	65	–
PAGE-MODE-Zyklus⁶⁾						
RW-Zykluszeit im PGM	t_{CLCL}	ns	200	–	280	–
RMW-Zykluszeit im PGM	t_{CLCL}	ns	230	–	315	–
$\overline{\text{CAS}}$ -Vorladezeit im PGM	t_{CHCL}	ns	80	–	120	–

Kenngröße	Kurzzeichen	Einheit	U 2164 C20/, C20/1		U 2164 C25	
			Kleinstwert	Größt-wert	Kleinstwert	Größt-wert
RAS-Impulsbreite im PGM	t_{RLRH}	ns	200	10 000	250	10 000
CAS-Impulsbreite im PGM	t_{CLCH}	ns	110	10 000	150	10 000
CAS-Impulsbreite im PGM-RMW	t_{CLCH}	ns	140	10 000	185	10 000
Lesekommandohaltezeit im PGM	t_{CHWL}	ns	0	-	0	-

- 1) Die L-Eingangsspannung darf nicht länger als 40 ns negativer als $-0,3$ V sein.
- 2) Betrieb innerhalb t_{RLCL} sichert, daß $t_{RLOVmax}$ eingehalten wird. $t_{RLCLmax}$ ist nur als Bezugspunkt angeben. Wenn $t_{RLCL} > t_{RLCLmax}$, dann wird die Zugriffszeit t_{RLOV} verlängert.
- 3) Die Werte für $t_{RLRLmin}$ werden nur benutzt, um die Zykluszeit anzugeben, bei der die volle Funktion im Temperaturbereich (0 bis 70 °C) gewährleistet wird.
- 4) t_{WLCL} , t_{RLWL} und t_{CLWL} sind keine einschränkenden Betriebskennwerte. Wenn $t_{WLCL} = t_{WLCLmin}$, ist der Zyklus ein EARLY-WRITE-Zyklus und der Datenausgang bleibt während des gesamten CAS-Zyklus hochohmig. Wenn $t_{CLWL} = t_{CLWLmin}$ und $t_{RLWL} = t_{RLWLmin}$, ist der Zyklus ein READ-WRITE-Zyklus, und der Datenausgang gibt die Information der gelesenen Zelle ab. Wird keine dieser Bedingungen erfüllt, ist der Zustand des Datenausgangs (zur Zugriffszeit) unbestimmt.
- 5) Diese Parameter beziehen sich auf CAS in EARLY-WRITE-Zyklen und auf WRITE in DELAYED-WRITE oder READ-MODIFY-WRITE-Zyklus.
- 6) Betriebsbedingungen, die nach Bild 6 im READ-MODIFY-WRITE- und nach Bild 7 bis Bild 9 im PAGE-MODE-Zyklus einzuhalten sind, aber für READ- oder WRITE-Zyklen ebenfalls gelten, ersieht der Leser aus den für diese Betriebsarten betreffenden Tabellen.

Tabelle 3 Grenzwerte

Kennwerte	Kurzzeichen	Einheit	Kleinstwert	Größt-wert
Betriebsspannung	U_{CC}	V	-0,5	7,0
Spannung an allen Ein-/Ausgängen	U_i, U_o	V	2,0	
Verlustleistung	P_{tot}	W	-	1,0
Betriebstemperatur	θ_a	°C	0	70
Lagerungstemperatur	θ_{stg}	°C	-55	155

Tabelle 2 Haupt- und Nebenkenngrößen

Kenngröße	Kurzzeichen	Einheit	Kleinstwert	Größt- wert	Einstellwerte
Betriebsstrom (mittlerer Wert bei RAS-CAS-Zyklen)	I_{CCO}	mA	-	55	$t_{RLRL} = t_{RLRL \min}$
Ruhestrom	I_{CCR}	mA	-	5	$\overline{RAS} = U_{IH}$ DO = hochohmig
Eingangsleckstrom	I_{LI}	μA	-10 -20	10 20	$U_I = 0$ bis $U_{CC \max}^1)$ $U_{CC} = U_{CC \max}^1)$
Ausgangsleckstrom	I_{LO}	μA	-10 -20	10 20	$U_O = 0$ bis $U_{CC \max}^1)$ DO = hochohmig \overline{RAS} und $\overline{CAS} = U_{IH}$ $U_{CC} = U_{CC \max}^1)$
H-Ausgangsspannung	U_{OH}	V	2,4 2,0	-	$I_O = -4$ mA
L-Ausgangsspannung	U_{OL}	V	-	0,4 0,8	$I_O = 4$ mA
Zugriffszeit von \overline{RAS} aus, U 2164 C20, C20/1	t_{RLOW}	ns	-	200	$t_{RLCL} \leq t_{RLCL \max}$
Zugriffszeit von \overline{RAS} aus, U 2164 C25	t_{RLOW}	ns	-	250	gemessen mit 2 TTL-Lasten + 100 pF
Zugriffszeit von \overline{CAS} aus, U 2164 C20, C20/1	t_{CLOW}	ns	-	110	gemessen mit 2 TTL-Lasten + 100 pF
Zugriffszeit von \overline{CAS} aus, U 2164 C25	t_{CLOW}	ns	-	150	
Refresh-Strom (mittlerer Wert bei \overline{RAS} -Zyklen)	I_{CCRAS}	mA	-	40	$\overline{CAS} = U_{IH}$ $t_{RLRL} = t_{RLRL \min}$
Page-Mode-Strom (mittlerer Wert bei \overline{CAS} -Zyklen)	I_{CCCAS}	mA	-	40	$\overline{RAS} = U_{IL}$ $t_{CLCL} = t_{CLCL \min}$
Ausgangsabschaltzeit	t_{CHOX}	ns	-	50	0,5 V über LOW 0,5 V unter HIGH ²⁾ $U_{CC} = 5$ V
Eingangskapazität (A0 bis A7, DI)	C_{I1}	pF	-	6	
Eingangskapazität (\overline{RAS} , \overline{CAS} , WRITE)	C_{I2}	pF	-	8	
Ausgangskapazität	C_O	pF	-	7	$\overline{CAS} = U_{IH}$, um DO abzuschalten

1) $U_{CC \max}$ - Größtwert der Betriebsspannung für den jeweiligen Typ nach Tabelle 1.2) $t_{CHO \max}$ - definiert die Zeit, zu der der Datenausgang hochohmig wird; diese Zeit ist nicht auf einen Pegel bezogen.